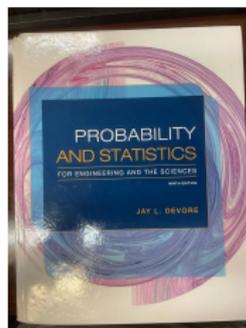
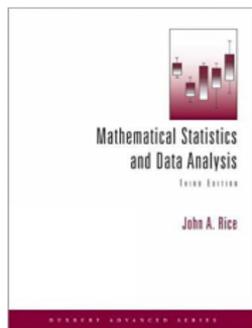


Introduction aux statistiques pour l'Ingénieur

Stéphane Canu

asi.insa-rouen.fr/enseignants/~scanu

scanu@insa-rouen.fr



ITI 3, INSA Rouen Normandie, Janvier 2026

Statistiques pour l'ingénieur

Tout est sur moodle (n'oubliez pas de vous inscrire)

The screenshot shows a Moodle course page for 'Statistiques pour l'ingénieur'. The browser address bar shows the URL: moodle.insa-rouen.fr/course/section.php?id=991. The page title is 'Bienvenu au cours de statistiques pour l'ingénieur !'. The main content area includes a welcome message, prerequisites (probabilities and mathematics), evaluation details (50% theoretical exams, 50% practical), and a list of useful resources such as the course book, pedagogical resources, and various statistical documents.

Moodle INSA Rouen Accueil Tableau de bord Mes cours

Forum de l'UV Statistiques

le livre du cours : Mathematical Statisti...

Ressources pédagogiques en ligne ...

Organisation Stat 2025

CM1_STAT-2025

CM2-STAT_2025

CM3_STAT-2025

CM 4 Stat 2025

CM 5/6 STAT 2025

CM 6bis Stat 2025

CM Stat 7 2025

CM8 Stat 2025

CM9 STAT 2025

CM 10 STAT

CM STAT 11 & 12 2025

Sujets TD Stat 2025

TD3 - Stat Descriptive 2025

Suite TD3 Stat 2025

Tables Statistiques

Médian Stat 2010

Médian STAT 2018

Examen Stat 2017-2028

Examen STAT 2020-2021

Correction TD Stat 2025

Rappels et exercices variables discr...

Forum de l'UV Statistiques

le livre du cours : Mathematical Statistics and Data Analysis

Ressources pédagogiques en ligne ...

Organisation Stat 2025

CM1_STAT-2025

CM2-STAT_2025

CM3_STAT-2025

CM 4 Stat 2025

CM 5/6 STAT 2025

<https://moodle.insa-rouen.fr/course/view.php?id=991>

Lecture road map

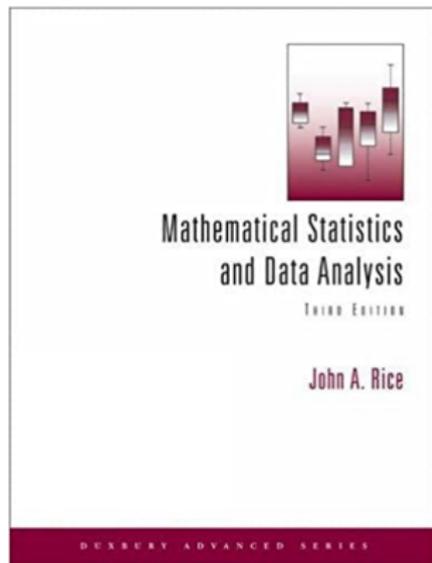
1 Statistiques pour l'ingénieur

- Mots pour mots
- Statistiques pour décrire
- Statistiques pour Inférer

2 Une brève histoire des statistiques

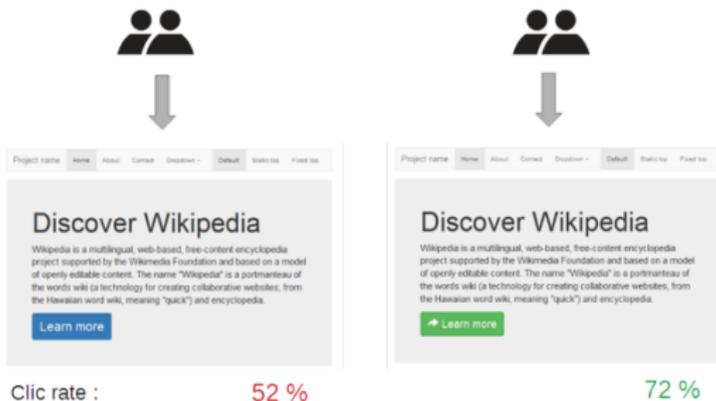
- Statistiques et état
- Statistiques et astronomie
- Statistiques et sciences

3 Enjeux actuels des statistiques



Statistiques pour l'ingénieur

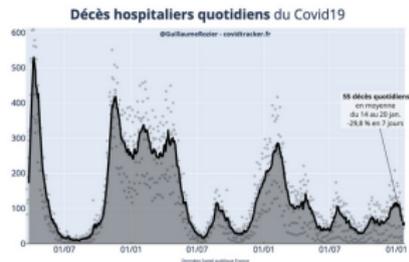
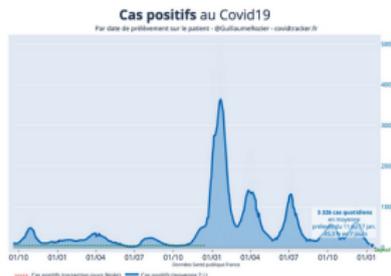
Pour l'ingénieur : aspect utile pour aider à prendre des décisions
exemple : Le test A/B (ou A/B testing)



Statistiques pour l'ingénieur

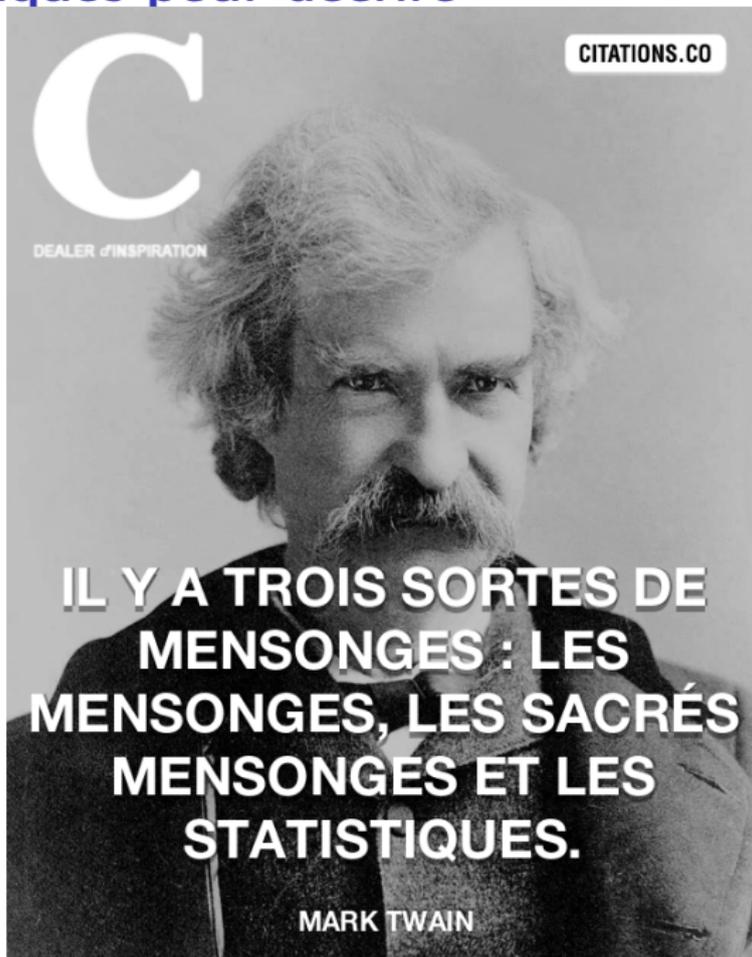
Statistiques : les statistiques sont partout

COVID : ou en est-on de la pandémie et ou va t'on ?



Décirie puis Décider

Les statistiques pour décrire



Statistiques pour décider

Applications :

- Evaluation des risques (assurance, dimensionnement de digues. . .)
- Statistique Biomédicale - Essais cliniques
- Détection d'anomalies
- Validation de Procédés - Fiabilité
- Enquêtes Sondage marketing
- Prévision météo (Séries Temporelles)
- IA . . .

Modèle statistique :

- choix du modèle
- identification des paramètres
- prédiction/décision

X suit une loi de Bernouilli

$$\hat{p} = \dots 51.5\%$$

je pense que ce candidat va être élu

Lecture road map

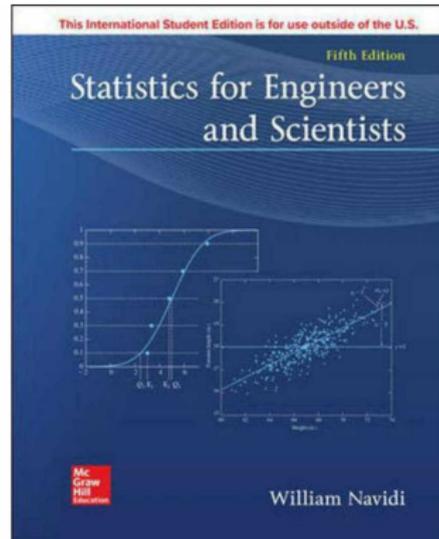
1 Statistiques pour l'ingénieur

- Mots pour mots
- Statistiques pour décrire
- Statistiques pour Inférer

2 Une brève histoire des statistiques

- Statistiques et état
- Statistiques et astronomie
- Statistiques et sciences

3 Enjeux actuels des statistiques



Une brève histoire des statistiques

- Etymologie : latin classique status (état) → statistique en 1749.
- Statistik en allemand, *political arithmetic* en Angleterre jusqu'en 1798
- Organisation des bureau de statistiques : population (nombre de naissances/nombre de décès, richesse du pays...)

N^o. 4. *Partie Troisième*. Pag. 309

TABLE GENERALE.

Pour la Population de tout un Royaume, ou autre Etat quelconque, tirée des Tables Provinciales faites sur le modèle de la Table N^o. 1. ci-dessus, par exemple, pour l'ANNEE 1759.

L A F R A N C E.

Mo. de l'Année	Normandie		Picardie		Dauphiné		Langue doc		Flandres		Total pour tout le Royaume (en 1759), excepté les Mo. de l'Année
	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	
Naissances	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000
Décès	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000
Excès de Naissances sur les Décès	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

RECAPITULATION.

Mo. de l'Année	Naissances	Décès	Excès de Naissances sur les Décès	Total de la Population au 1 ^{er} Janvier
Janv.	1000	1000	0	10000
Fév.	1000	1000	0	10000
Mars	1000	1000	0	10000
Avril	1000	1000	0	10000
Mai	1000	1000	0	10000
Juin	1000	1000	0	10000
Juillet	1000	1000	0	10000
Août	1000	1000	0	10000
Sept.	1000	1000	0	10000
Oct.	1000	1000	0	10000
Nov.	1000	1000	0	10000
Déc.	1000	1000	0	10000
Total de l'Année	12000	12000	0	100000

Tous les détails que l'on pourroit désirer sur cette Table se trouvent déjà dans la Table N^o. 1. ci-dessus, ou les Mémoires, par lesquels on voit ressortir les détails.

1606.

A TABLE of the CHRISTENINGS and MORTALITY For the Year 1605 and 1606.

Weeks	Days of the Month	Chr.	Mo.	Pa.	Weeks	Days of the Month	Chr.	Mo.	Pa.
1	Jan 1	100	100	100	1	July 1	100	100	100
2	Jan 2	100	100	100	2	July 2	100	100	100
3	Jan 3	100	100	100	3	July 3	100	100	100
4	Jan 4	100	100	100	4	July 4	100	100	100
5	Jan 5	100	100	100	5	July 5	100	100	100
6	Jan 6	100	100	100	6	July 6	100	100	100
7	Jan 7	100	100	100	7	July 7	100	100	100
8	Jan 8	100	100	100	8	July 8	100	100	100
9	Jan 9	100	100	100	9	July 9	100	100	100
10	Jan 10	100	100	100	10	July 10	100	100	100
11	Jan 11	100	100	100	11	July 11	100	100	100
12	Jan 12	100	100	100	12	July 12	100	100	100
13	Jan 13	100	100	100	13	July 13	100	100	100
14	Jan 14	100	100	100	14	July 14	100	100	100
15	Jan 15	100	100	100	15	July 15	100	100	100
16	Jan 16	100	100	100	16	July 16	100	100	100
17	Jan 17	100	100	100	17	July 17	100	100	100
18	Jan 18	100	100	100	18	July 18	100	100	100
19	Jan 19	100	100	100	19	July 19	100	100	100
20	Jan 20	100	100	100	20	July 20	100	100	100
21	Jan 21	100	100	100	21	July 21	100	100	100
22	Jan 22	100	100	100	22	July 22	100	100	100
23	Jan 23	100	100	100	23	July 23	100	100	100
24	Jan 24	100	100	100	24	July 24	100	100	100
25	Jan 25	100	100	100	25	July 25	100	100	100
26	Jan 26	100	100	100	26	July 26	100	100	100
27	Jan 27	100	100	100	27	July 27	100	100	100
28	Jan 28	100	100	100	28	July 28	100	100	100
29	Jan 29	100	100	100	29	July 29	100	100	100
30	Jan 30	100	100	100	30	July 30	100	100	100
31	Jan 31	100	100	100	31	July 31	100	100	100

* See's London's Representation.

A TABLE
Original from THE OHIO STATE UNIVERSITY

L'art de gouverner : bien connaitre pour bien administrer

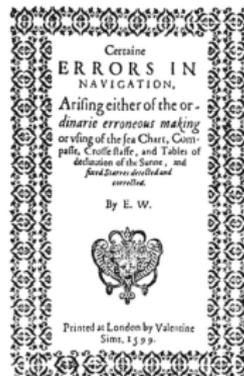
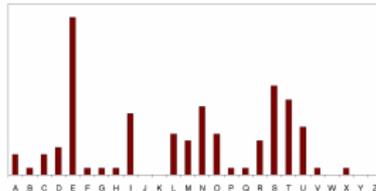
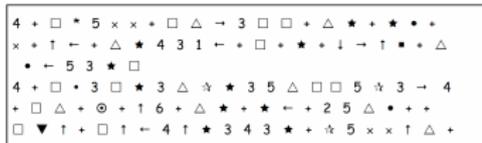
Une brève histoire des statistiques

- Recensement

- ▶ L'empereur chinois Yao, organisant le recensement des productions agricoles en 2238 avant J.-C.
- ▶ Cadastre chez les Egyptiens 1700 av J.-C.

- Le premier écrit sur les statistiques : « Manuscrit pour décrypter les messages cryptographiques », du mathématicien Al-Kindi (801-873) : la **fréquence**

- L'idée de **médiane** apparait dans un livre d'Edward Wright sur la navigation (Erreurs Certaines en navigation, 1599) dans une section concernant la détermination de sa localisation à la boussole.



Choisir ou combiner ?

Table 1.1. Mayer's twenty-seven equations of condition, derived from observations of the crater Manilius from 11 April 1748 through 4 March 1749.

Eq. no.	Equation	Group
1	$\beta - 13^{\circ}10' = +0.8836\alpha - 0.4682\alpha \sin \theta$	I
2	$\beta - 13^{\circ}8' = +0.9996\alpha - 0.0282\alpha \sin \theta$	I
3	$\beta - 13^{\circ}12' = +0.9899\alpha + 0.1421\alpha \sin \theta$	I
4	$\beta - 14^{\circ}15' = +0.2221\alpha + 0.9750\alpha \sin \theta$	III
5	$\beta - 14^{\circ}42' = +0.0006\alpha + 1.0000\alpha \sin \theta$	III
6	$\beta - 13^{\circ}1' = +0.9308\alpha - 0.3654\alpha \sin \theta$	I
7	$\beta - 14^{\circ}31' = +0.0602\alpha + 0.9982\alpha \sin \theta$	III
8	$\beta - 14^{\circ}57' = -0.1570\alpha + 0.9876\alpha \sin \theta$	II
9	$\beta - 13^{\circ}5' = +0.9097\alpha - 0.4152\alpha \sin \theta$	I
10	$\beta - 13^{\circ}2' = +1.0000\alpha + 0.0055\alpha \sin \theta$	I
11	$\beta - 13^{\circ}12' = +0.9689\alpha + 0.2476\alpha \sin \theta$	I
12	$\beta - 13^{\circ}11' = +0.8878\alpha + 0.4602\alpha \sin \theta$	I
13	$\beta - 13^{\circ}34' = +0.7549\alpha + 0.6558\alpha \sin \theta$	III
14	$\beta - 13^{\circ}53' = +0.5755\alpha + 0.8178\alpha \sin \theta$	III
15	$\beta - 13^{\circ}58' = +0.3608\alpha + 0.9326\alpha \sin \theta$	III
16	$\beta - 14^{\circ}14' = +0.1302\alpha + 0.9915\alpha \sin \theta$	III
17	$\beta - 14^{\circ}56' = -0.1068\alpha + 0.9943\alpha \sin \theta$	III
18	$\beta - 14^{\circ}47' = -0.3363\alpha + 0.9418\alpha \sin \theta$	II
19	$\beta - 15^{\circ}56' = -0.8560\alpha + 0.5170\alpha \sin \theta$	II
20	$\beta - 13^{\circ}29' = +0.8002\alpha + 0.5997\alpha \sin \theta$	III
21	$\beta - 15^{\circ}55' = -0.9952\alpha - 0.0982\alpha \sin \theta$	II
22	$\beta - 15^{\circ}39' = -0.8409\alpha + 0.5412\alpha \sin \theta$	II
23	$\beta - 16^{\circ}9' = -0.9429\alpha + 0.3330\alpha \sin \theta$	II
24	$\beta - 16^{\circ}22' = -0.9768\alpha + 0.2141\alpha \sin \theta$	II
25	$\beta - 15^{\circ}38' = -0.6262\alpha - 0.7797\alpha \sin \theta$	II
26	$\beta - 14^{\circ}54' = -0.4091\alpha - 0.9125\alpha \sin \theta$	II
27	$\beta - 13^{\circ}7' = +0.9284\alpha - 0.3716\alpha \sin \theta$	I

Source: Mayer (1750, p. 153).

Tycho Brahe (1546-1601) pour le calcul de la position des planètes.

Utilité et statistique

Décision rationnelle en présence d'aléa :

- le pari de pascal
- gain (croire) > gain (ne pas croire)

PARI DE PASCAL	Dieu existe	Dieu n'existe pas
Vous pariez sur l'existence de Dieu	Paradis	Néant
Vous pariez sur la non existence de Dieu	Enfer ou Néant	Néant

Lady Montagu et l'inoculation préventive

- la variolisation : pré-vaccin de la variole
- risque = 0,5 à 2 % de mortalité
- premier débat sur les probabilités
- Sur quoi raisonner ?

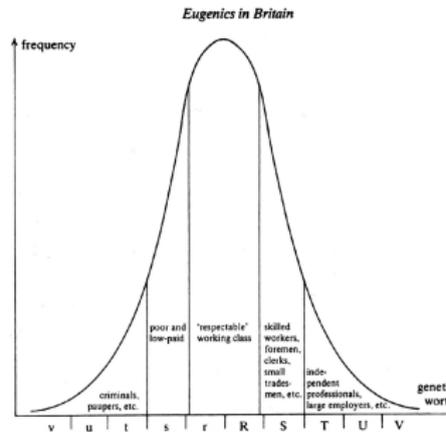
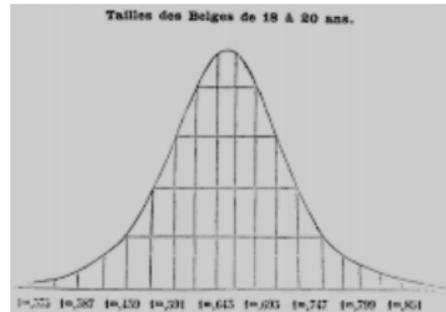
Résultat : iatrogénie



L'utilité est une question de point de vue

Dérives : de l'homme moyen à l'eugénisme

- Quételet (1844-1848) : l'homme moyen (physique, social et moral)
 - ▶ la **normalité**
 - ▶ pour lui la moyenne c'est la perfection (???)
- l'eugénisme : déterminer les conditions d'amélioration de soit disant races → donner des bases scientifique au racisme
 - ▶ mesurer
 - ▶ définir ce que « mieux » veut dire
- des statisticiens importants étaient également des défenseurs passionnés de l'eugénisme.
- ce n'est pas neutre : En termes de statistiques de Pearson et Fisher, il existe un fort biais contre l'explication causale.
- certaines méthodes statistique et la pensée eugéniste sont, en fait, profondément liées,



Rationalité des décisions

Doit-on jouer au loto (ou s'assurer) ?

- du point de vue de la française des jeux : c'est la moyenne qui permet de fixer les prix
- de notre point de vue, ce sont les écarts à la moyenne qui nous font acheter un billet

Fumer provoque-t-il le cancer ?

C'est toujours possible, mais est-ce probable ou même plausible ?

prouvé > possible > probable > plausible

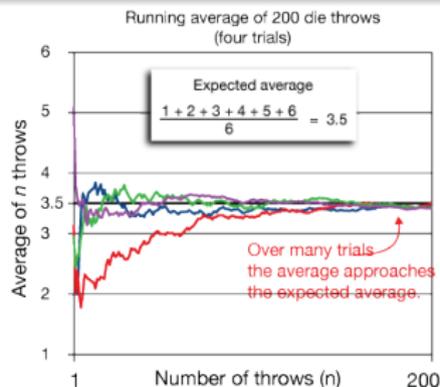
L'astronome et le juge : Probabilité et fréquence objective (liée à un phénomène physique) ou degré de certitude subjective ou de croyance (l'intime conviction juridique)

Statistique et probabilité

Arbutnot's (SC, LP) 1710 : test du signe pour prouver que le taux de natalité des femmes n'est pas $1/2$.

La loi des grands nombres (Bernoulli, 1713)

$$\begin{array}{ccc} \text{La moyenne} & \text{converge vers} & \text{l'espérance} \\ \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i & \xrightarrow{n \rightarrow \infty} & \mathbb{E}(X) \end{array}$$



le taux de natalité des femmes est il 1/2 ?

on a observé $n_f = 342986$ naissances de filles sur $n = 701819$ naissances

$$\hat{p} = \frac{n_f}{n} = 0,49$$

C'est une moyenne avec $B_i = 1$ pour une fille et $B_i = 0$ pour un garçon

$$\hat{p} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_i$$

Peut-on en déduire raisonnablement que $p = 1/2$?

L'écart observé entre 0,49 et 0,5 est-il dû au hasard ou au fait que $p \neq 1/2$

Le théorème central limite (De Moivre, 1733)

La moyenne	converge vers	la loi normale
$\sqrt{n} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_i - p \right)$	$\xrightarrow[n \rightarrow \infty]{(d)}$	$\mathcal{N}(0, \sigma^2)$

$$\mathbb{P} \left(-2,57 \leq \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{p(1-p)}} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_i - p \right) \leq 2,57 \right) = 0,99$$

avec $\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_i - p \right) = -0.011$ et $\frac{2,57}{2\sqrt{701819}} = 0.0000018$

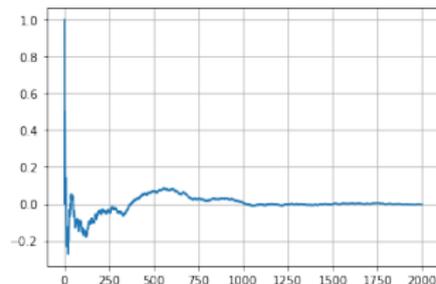
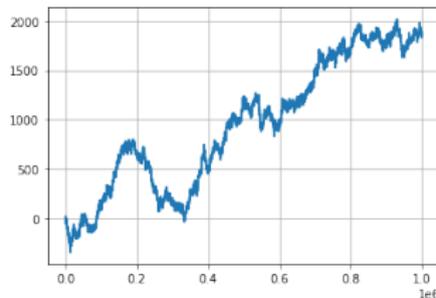
18ème siècle : une histoire de convergence

Soit X une variable aléatoire $\mathbb{E}(X) = 0$ et $V(X) = 1$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n X_i$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=1}^n X_i$$



Physique statistique

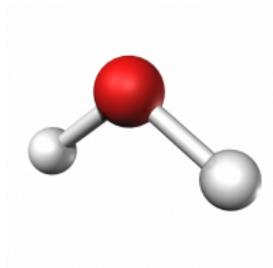
Boltzmann et Gibbs développent la mécanique statistique (1860)

Perception macroscopique $n = 10^{23}$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \mathbb{E}(X)$$

Ca marche !

- Pression = somme des chocs des molécules
- Déterministe mécanique \rightarrow distribution probabiliste
- Pont entre micro et macroscopique : capacité à modéliser



de la physique statistiques vers les autres sciences

- Biologie
 - ▶ santé - médecine
 - ▶ génomique
 - ▶ ...
- Chimie
 - ▶ PSL
- dans l'industrie
 - ▶ contrôle qualité
- Sciences sociales
 - ▶ économie
 - ▶ sondages
 - ▶ langage
 - ▶ ...
- ...

Enjeux actuels des statistiques

- Big data (IA) pour quoi faire : prédiction du jour de sa mort (Don't look up et Abraham de Moivre)
- réduire l'individu à ses propres chiffres (Google)
- les stat pour décrire le monde Robert C. Camp le père du benchmarking (Xerox). La quantification transforme le monde
- Statistiques et IA
→ ChatGPT



BRONTEROC

Bronteroc is a bird-headed bipedal carnivore creature with front legs like human hands, hind legs like horse legs, and a body like a zebra.

Facebook Instagram Twitter YouTube

DÉTECTER LA LANGUE

ANGLAIS

FRANÇAIS

ARABE



FRANÇAIS

ANGLAIS

ARABE



La femme a arrêté de prendre la pilule parce qu'elle était enceinte.



The woman stopped taking the pill because she was pregnant.

La femme a arrêté de prendre la pilule parce qu'elle était périmée.

The woman stopped taking the pill because it had expired.

Enjeux de toujours des statistiques

Quelles sont les données justes pour la question que je me pose ?

Produire de la connaissance à partir de données est un problème mal posé.

Pour le résoudre il faut des a = **Un modèle statistique**

Statistique = probabilité⁻¹

Proba

Inférence

Loi de probabilités

La variable aléatoire X à valeur dans Ω suit une loi \mathcal{P} de paramètre(s) θ .

$$X \sim \mathcal{P}(\theta)$$

Loi	\mathcal{P}	Paramètres θ	Exemple de phénomène
Lois Discrètes : Ω dénombrable et probabilité $\mathbb{P}(x)$			
Bernoulli	$\mathcal{B}(p)$	$p \in [0, 1]$ (succès)	Succès ou échec d'un seul lancer de pièce.
Binomiale	$\mathcal{B}(n, p)$	$n \in \mathbb{N}$ (essais), p	Nombre de faces obtenues en lançant 10 fois une pièce.
Poisson	$\mathcal{P}(\lambda)$	$\lambda > 0$ (taux moyen)	Nombre d'appels reçus par un standard en une heure.
Géométrique	$\mathcal{G}(p)$	$p \in [0, 1]$	Nombre d'essais nécessaires pour obtenir le premier succès.
Lois Continues : Ω continu et densité $f(x)$			
Uniforme	$\mathcal{U}(a, b)$	$a, b \in \mathbb{R}$ (bornes)	Position d'une cassure aléatoire sur une règle de 30 cm.
Exponentielle	$\mathcal{E}(\lambda)$	$\lambda > 0$	Temps d'attente entre deux arrivées.
Normale	$\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$	$\mu \in \mathbb{R}, \sigma^2 > 0$	Taille des individus d'une population.
Log-normale	$LN(\mu, \sigma^2)$	μ, σ^2	Répartition des revenus ou prix des actifs financiers.

Lois de probabilités, suite...

Loi	\mathcal{P}	Paramètres θ	Exemple de phénomène
Lois Discrètes			
Uniforme Discrète	$\mathcal{U}(n)$	$n \in \mathbb{N}^*$	Résultat d'un dé à 6 faces équilibré.
Hypergéométrique	$\mathcal{H}(N, n, p)$	N, n, p	Tirage sans remise d'un échantillon dans une population.
Binomiale Négative	$\mathcal{NB}(r, p)$	$r \in \mathbb{N}^*, p$	Nombre d'essais pour réaliser r ventes.
Multinomiale	$\mathcal{M}(n, p_1 \dots p_k)$	n, p_i	Répartition des votes entre k candidats.
Rademacher	$2\mathcal{B}(p) - 1$	$p = 0.5$	Pas à gauche ou à droite dans une marche aléatoire.
Lois Continues			
Gamma	$\Gamma(k, \theta)$	$k, \theta > 0$	Temps d'attente total avant de recevoir k appels.
Bêta	$Beta(\alpha, \beta)$	$\alpha, \beta > 0$	Modélisation d'une proportion ou d'un taux d'intérêt.
Weibull	$W(\lambda, k)$	$\lambda, k > 0$	Durée de vie d'un composant soumis à l'usure.
Chi-deux	$\chi^2(k)$	$k \in \mathbb{N}^*$	Tests d'indépendance et d'adéquation statistique.
Student	$t(k)$	$k \in \mathbb{N}^*$	Estimation d'une moyenne sur de petits échantillons.

...et bien d'autres encore (Pareto, Cauchy, Laplace, Gumbel, Dirichlet...)

Objectifs du cours de statistiques pour l'ingénieur

Objectifs

- introduire les principales méthodes statistiques utilisées en ingénierie ;
- donner une introduction à la théorie mathématique derrière les méthodes statistiques ;
- donner des garanties théoriques sur les méthodes statistiques que vous pourrez utiliser pour certaines applications.

A la fin de ce cours, vous devriez être en mesure de :

- à partir d'une situation réelle, formuler un problème statistique en termes mathématiques
- sélectionner les méthodes statistiques appropriées à votre problème
- comprendre les implications et les limites des différentes méthodes