Le hasard maîtrisé, la société mesurée

Une cartographie des probabilités, des statistiques et de l'art de décider dans l'incertitude.

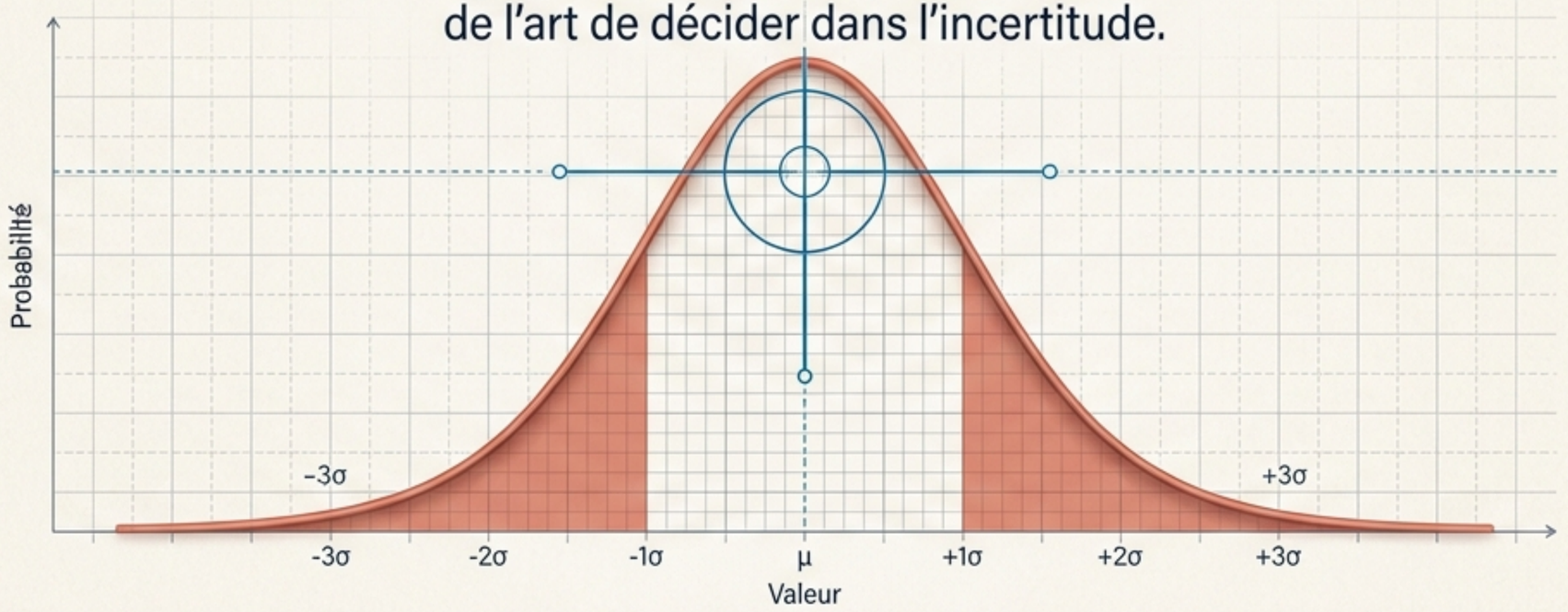
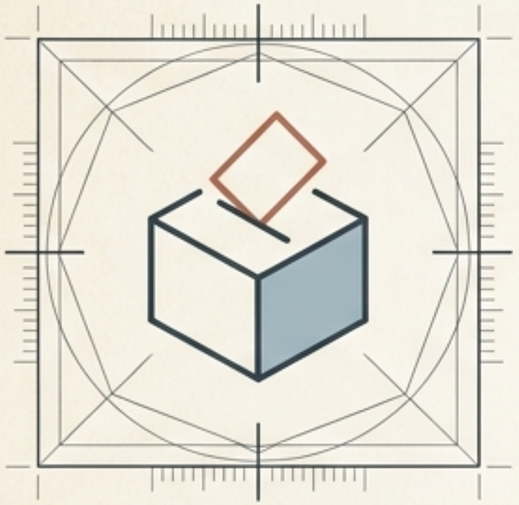


Figure I. La Courbe de Gauss : Instrument de la mesure de l'incertitude.

Gemini Notebook

La vie moderne exige de raisonner constamment sur l’incertain.



Un candidat à 52 % (± 3 points de marge d’erreur).



Un dépistage déclaré fiable à 99 %.



Un juré évaluant le poids d’une preuve ADN.



Un assureur fixant le montant d’une prime.

L’ignorance de ces principes mathématiques est la source la plus courante de manipulations, d’erreurs et d’injustices.

Gemini Notebook

Deux disciplines distinctes ont forgé notre compréhension du hasard.

Les Probabilités (Théorie du Hasard)

1654



Pionniers : Pascal, Fermat, Bernoulli.

Origine : Les jeux de hasard et la correspondance mathématique.

Mécanisme Central : De la théorie mathématique pure vers les fréquences attendues.

Les Statistiques (Science des Données)

1662



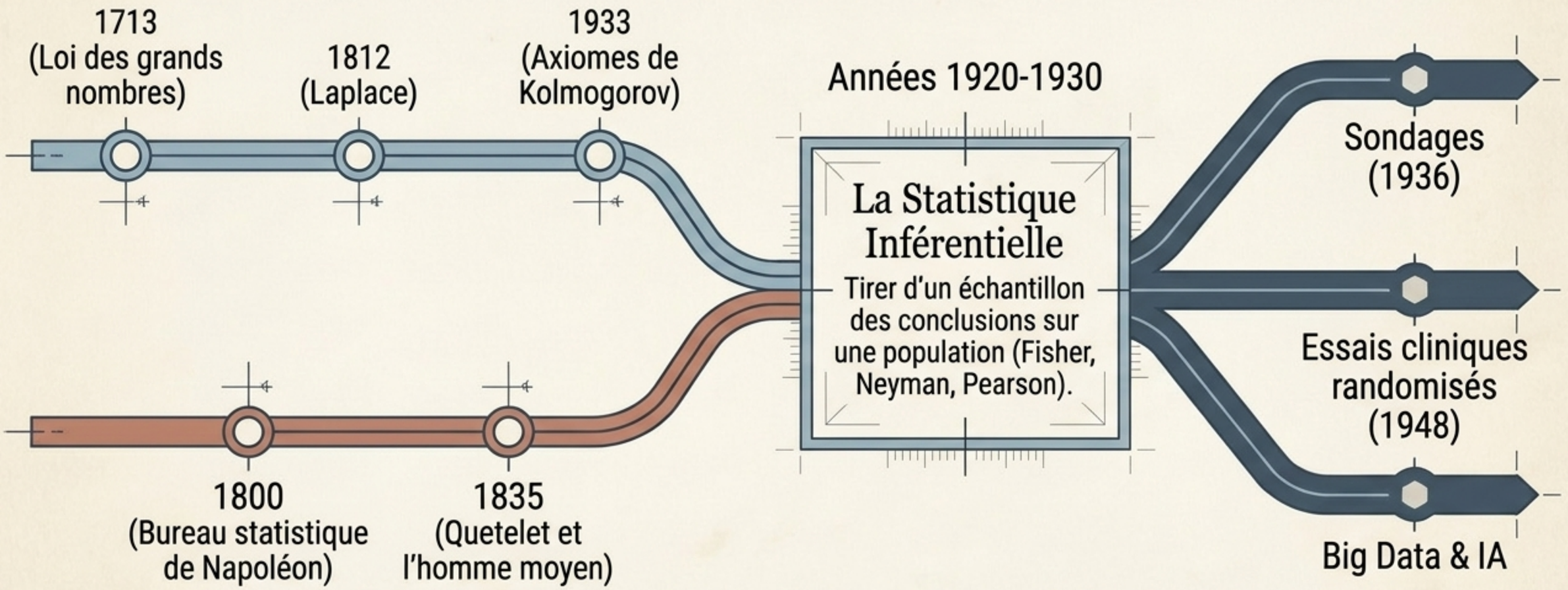
Pionniers : John Graunt, Adolphe Quetelet.

Origine : L'État (statistik), les recensements et les tables de mortalité de Londres.

Mécanisme Central : Des données observées empiriquement vers des conclusions globales.

Gemini Notebook

La convergence de ces deux mondes a créé l'infrastructure de la décision moderne.



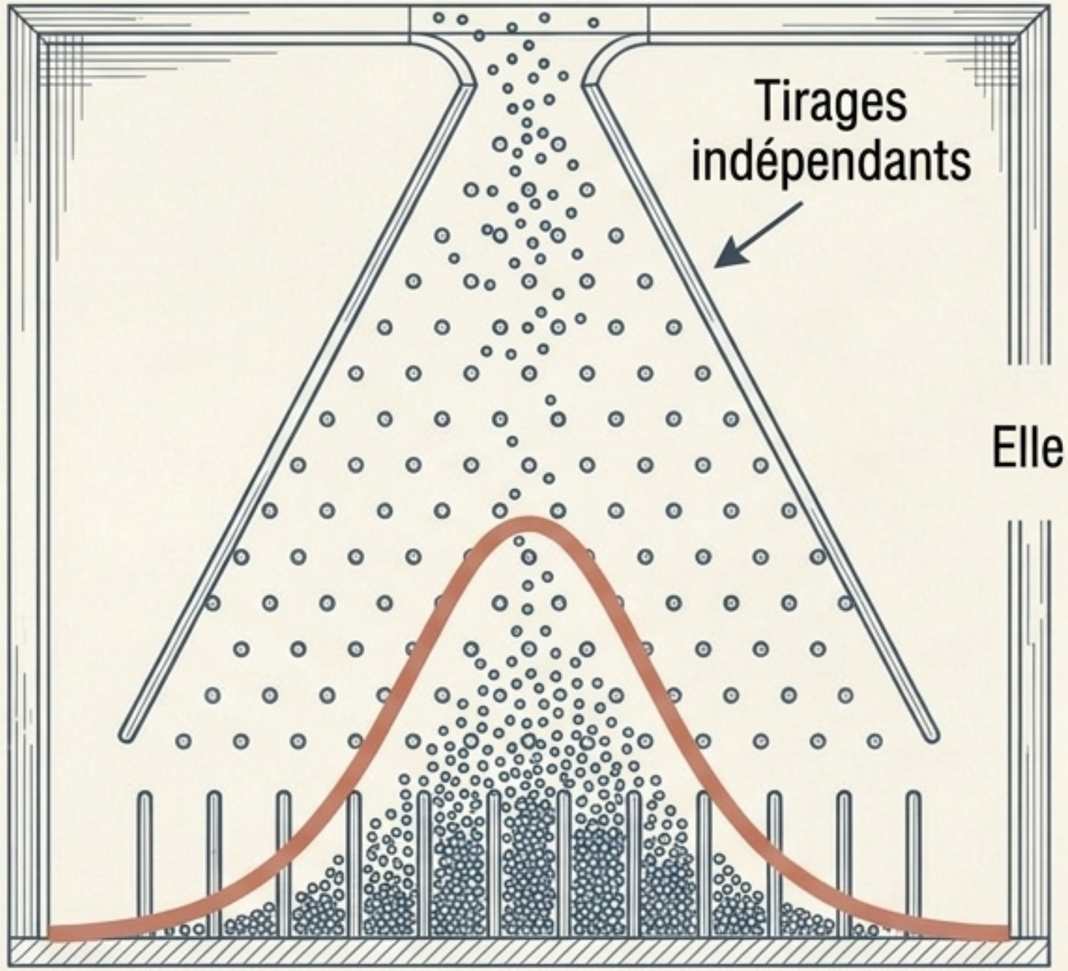
Gemini Notebook

Le paradoxe fondamental : imprévisible à l'unité, prévisible en masse.

La loi des grands nombres

Formulée par Jacques Bernoulli (1713).

La moyenne d'un grand nombre de tirages se rapproche de l'espérance mathématique.
C'est pourquoi le casino gagne toujours à long terme.



La loi normale

La courbe en cloche (Gauss, Laplace).

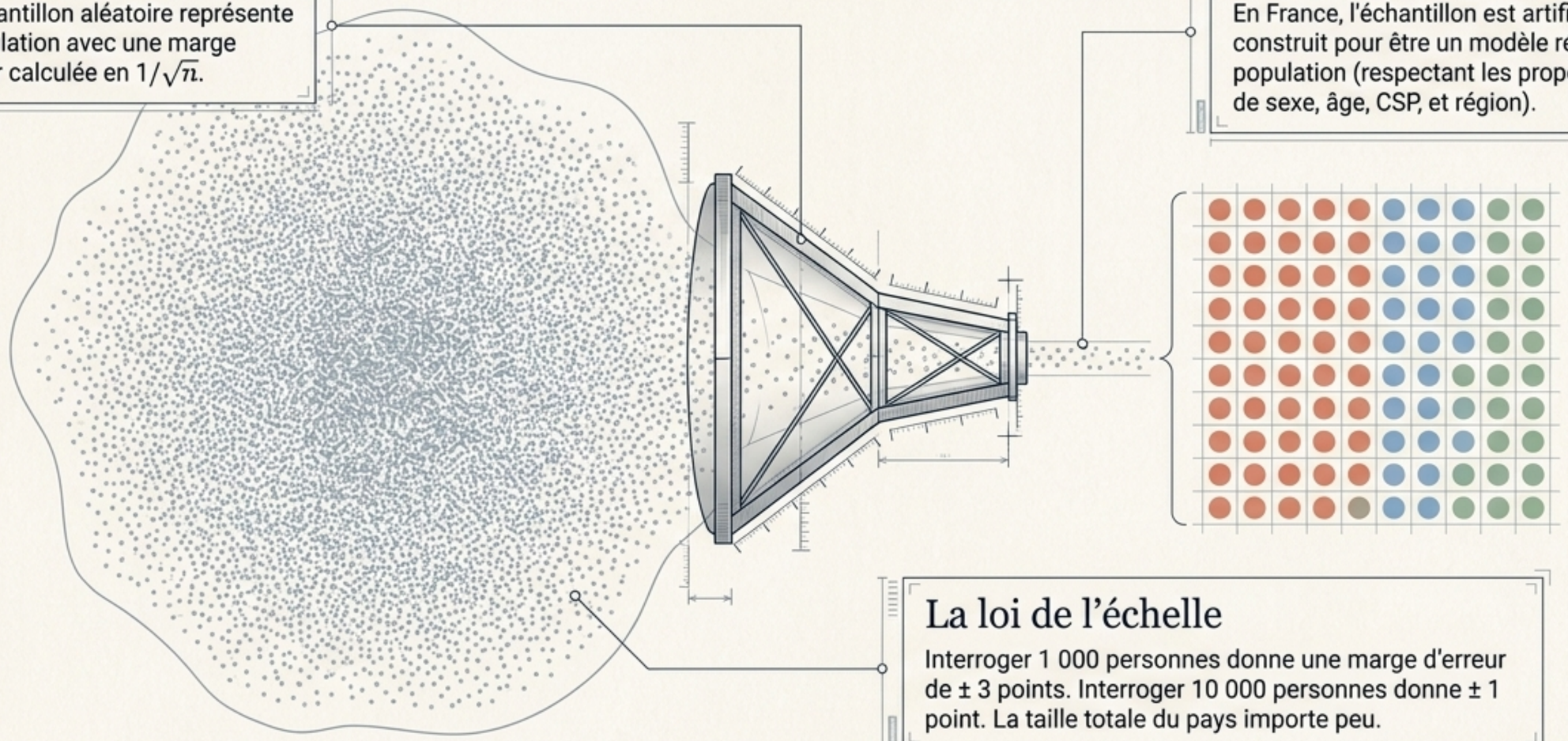
Elle décrit la répartition naturelle de nombreuses grandeurs.
C'est le pont mathématique entre le hasard individuel et la régularité collective (popularisé par Quetelet).

Gemini Notebook

La précision d’un sondage dépend de sa méthode, pas de la taille de la population.

L’échantillonnage

Un échantillon aléatoire représente la population avec une marge d'erreur calculée en $1/\sqrt{n}$.



La méthode des quotas

En France, l'échantillon est artificiellement construit pour être un modèle réduit de la population (respectant les proportions de sexe, âge, CSP, et région).

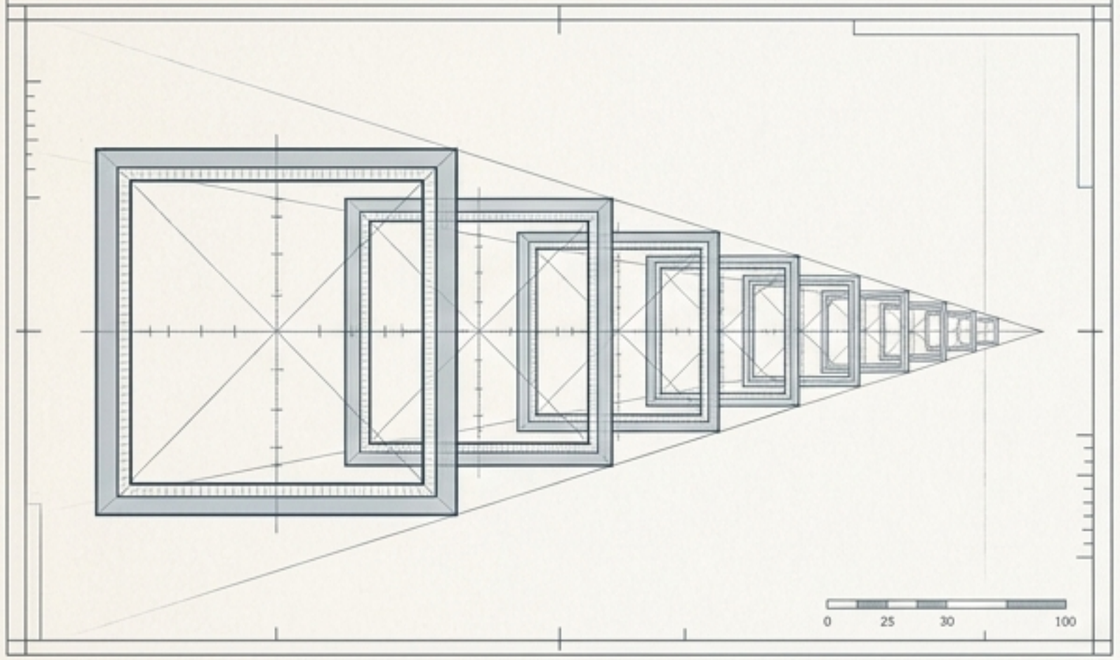
La loi de l’échelle

Interroger 1 000 personnes donne une marge d'erreur de ± 3 points. Interroger 10 000 personnes donne ± 1 point. La taille totale du pays importe peu.

Gemini Notebook

Deux visions philosophiques s’affrontent pour définir la probabilité.

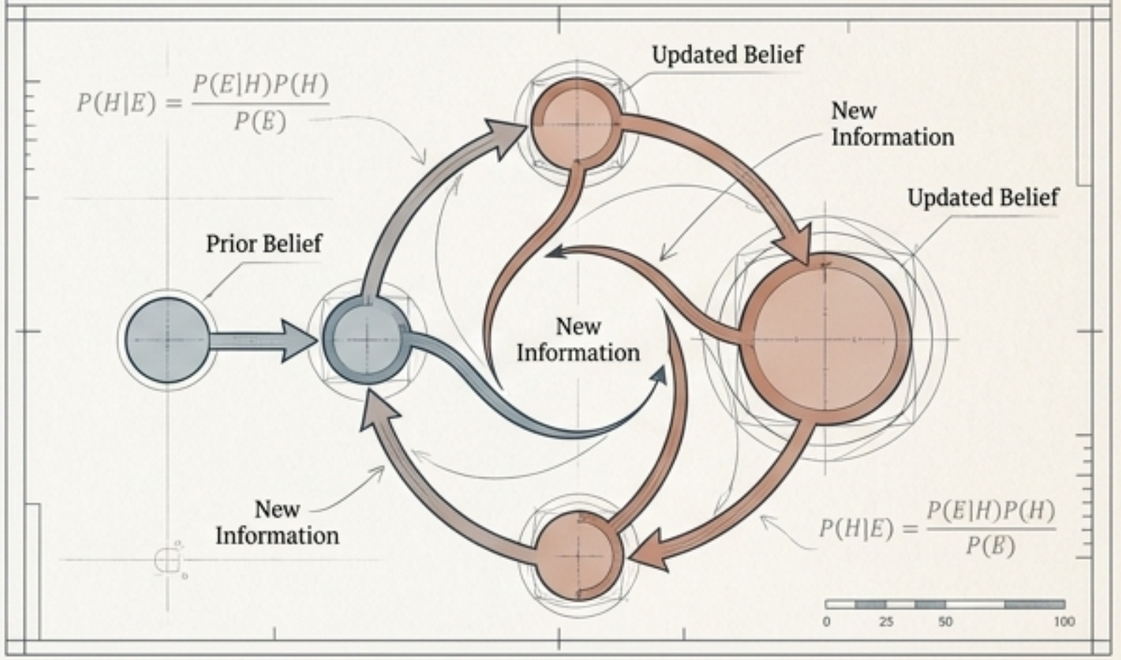
L’École Fréquentiste



Définition : La probabilité est la fréquence limite d’un événement quand on répète l’expérience un très grand nombre de fois.

Nature : Objective. Le hasard est une propriété du monde physique.

L’École Bayésienne

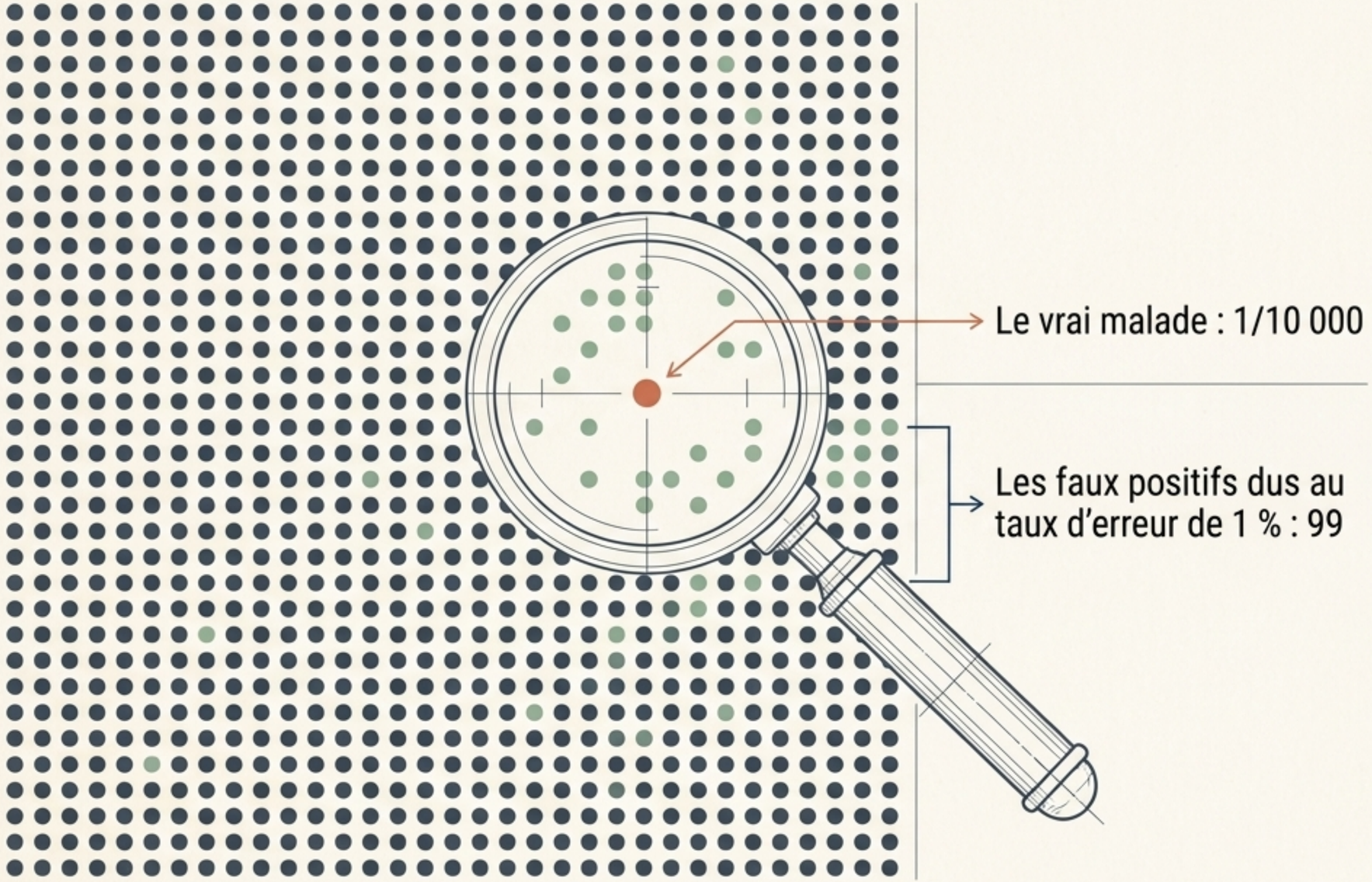


Définition : La probabilité est un degré de croyance, révisé continuellement à mesure que l’on reçoit de nouvelles informations (Théorème de Bayes, 1763).

Nature : Subjective. Le hasard est la mesure de notre manque d’information.

Gemini Notebook

L’intuition humaine échoue face aux probabilités conditionnelles.



Le Cas : Un test médical est fiable à 99 % pour une maladie touchant 1 personne sur 10 000.

Le Résultat : Vous êtes testé positif.

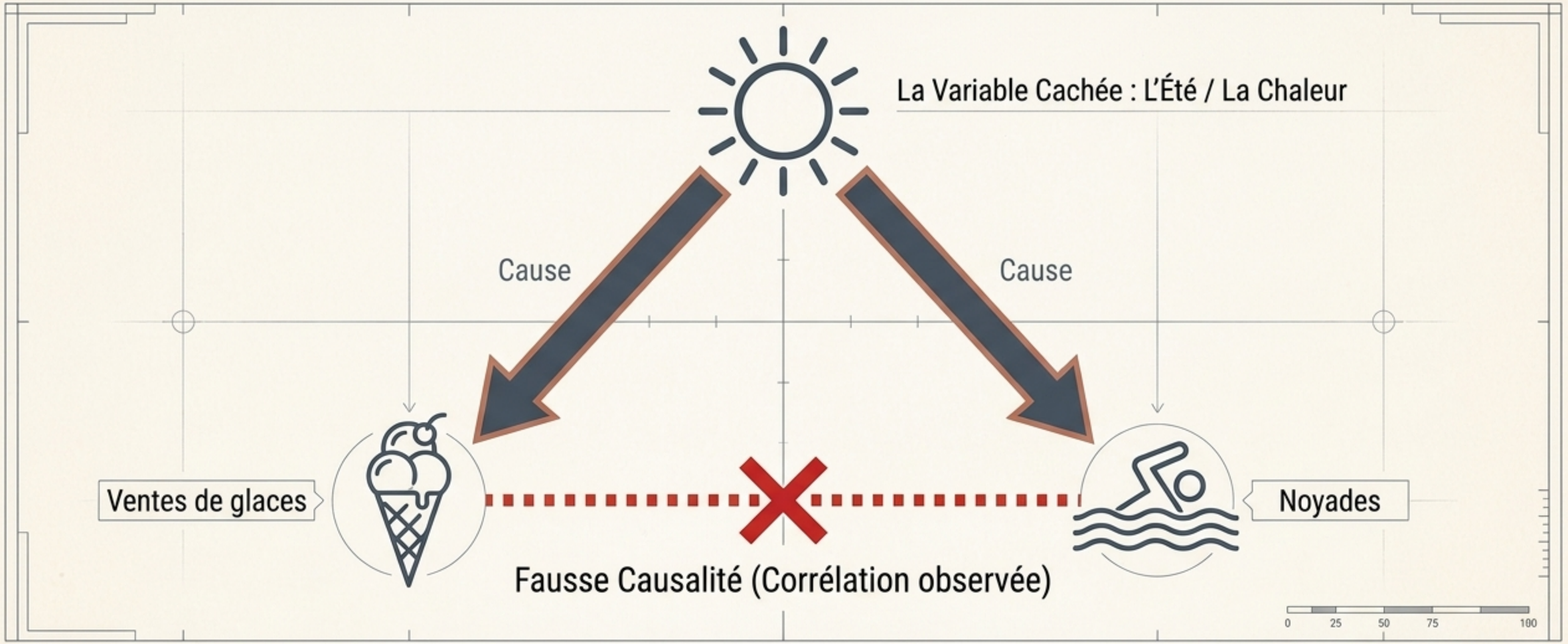
Le Paradoxe : Vous avez en réalité moins de 1 % de chance d'être malade.

Pourquoi ? Parce que sur 10 000 personnes, le test détecte correctement le seul malade, mais génère aussi 99 faux positifs.

Vous êtes très probablement l’un des 99 faux positifs.

Gemini Notebook

Le danger mortel des variables cachées : Corrélation ≠ Causalité.



Key Insight: C'est la distinction statistique la plus importante. Deux variables évoluant ensemble n'impliquent pas que l'une cause l'autre. Cherchez toujours le facteur tiers.

Gemini Notebook

Une taille d’échantillon massive ne compense jamais un biais de sélection.

L’Échec du Literary Digest (1936)

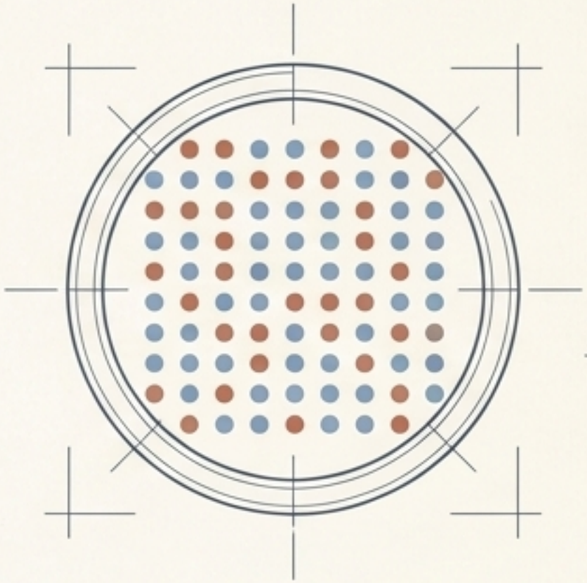


Taille : 2,4 millions de réponses.

Prédiction : Défaite écrasante de Roosevelt.

L’Erreur Fatale : Biais de sélection. Ils ont interrogé leurs lecteurs, des propriétaires de téléphones et de voitures (classes aisées) en pleine Grande Dépression.

Le Triomphe de Gallup (1936)



Taille : Seulement 50 000 personnes.

Prédiction : Victoire de Roosevelt.

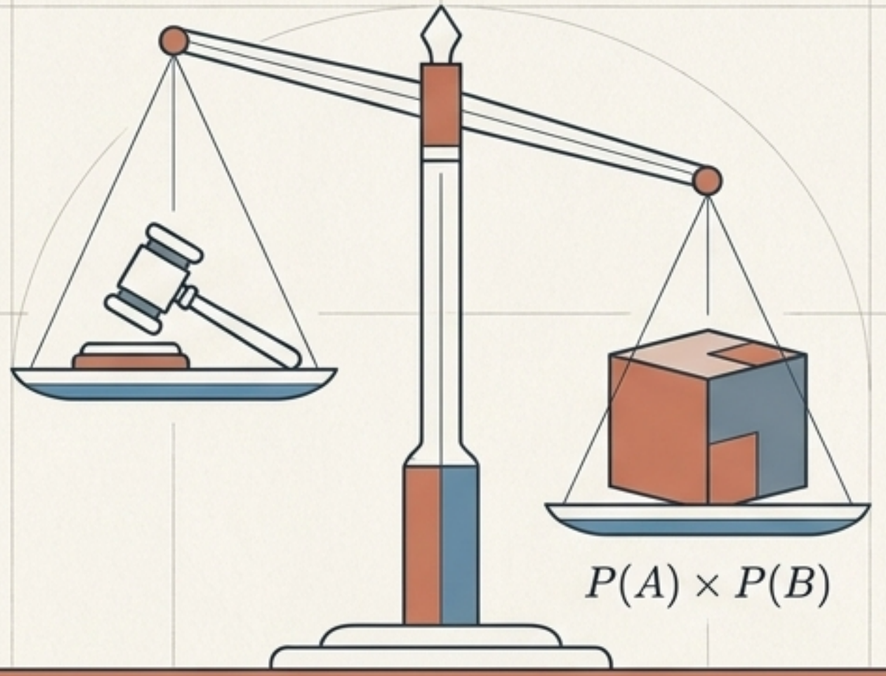
Le Secret : Échantillon scientifique restreint mais parfaitement représentatif de l’électorat réel. La représentativité compte plus que la masse.

Gemini Notebook

L’indépendance statistique est une hypothèse qui peut coûter des vies.

L’Affaire Sally Clark (1999-2003)

Une mère britannique est condamnée pour le meurtre de ses deux bébés sur la foi d’un expert.



$$P(A) \times P(B)$$

L’Erreur de l’Expert

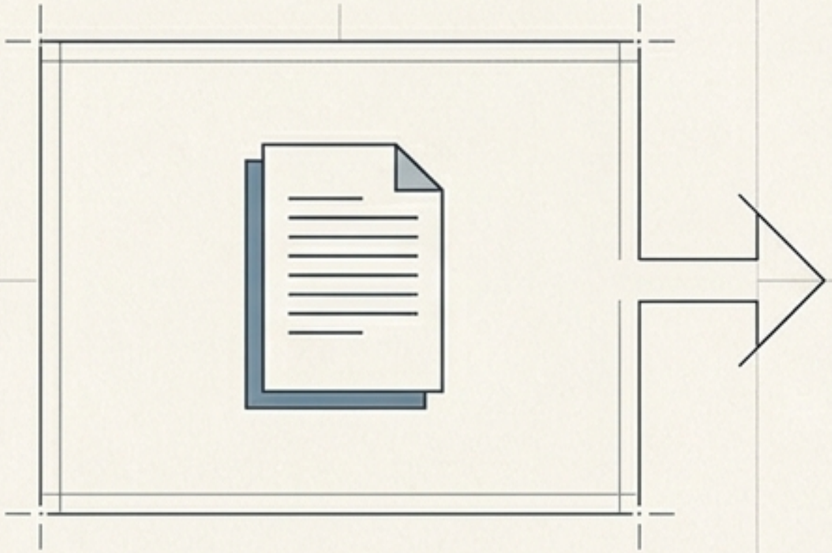
Il affirme que la probabilité d’une double mort subite est de 1 sur 73 millions. Il a simplement multiplié la probabilité d’une mort subite par elle-même.

Le Sophisme du Procureur

Ce calcul présume faussement l’indépendance totale des deux événements, ignorant les facteurs génétiques ou environnementaux partagés. Libérée grâce à la mobilisation des statisticiens, c’est le cas d’école des dangers du mauvais raisonnement probabiliste.

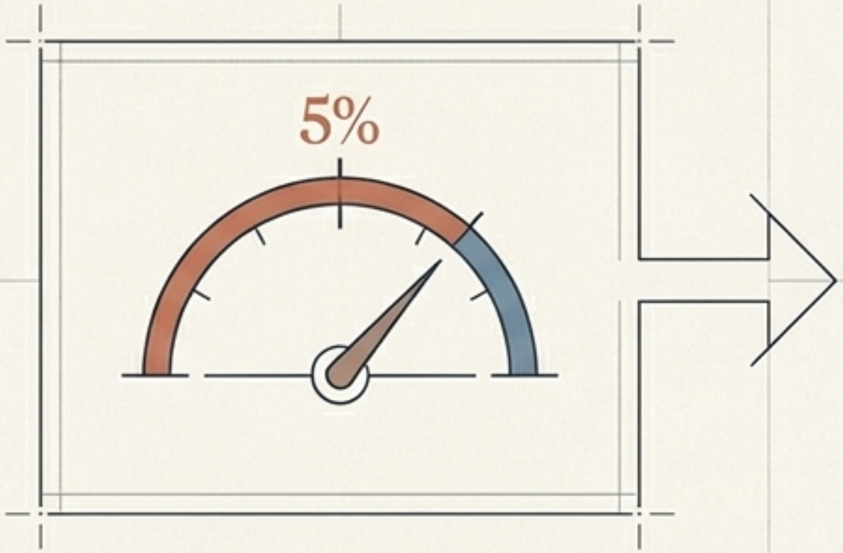
Gemini Notebook

Un seuil conventionnel est devenu la source d'une crise scientifique majeure.



Le Test Statistique

On pose une hypothèse nulle (ce médicament n'a pas d'effet). La valeur-p mesure la probabilité d'observer les données si l'hypothèse était vraie.



L'Illusion du 5 %

Si p < 5 %, on rejette l'hypothèse. Mais une valeur-p n'est pas la probabilité que l'hypothèse soit vraie.

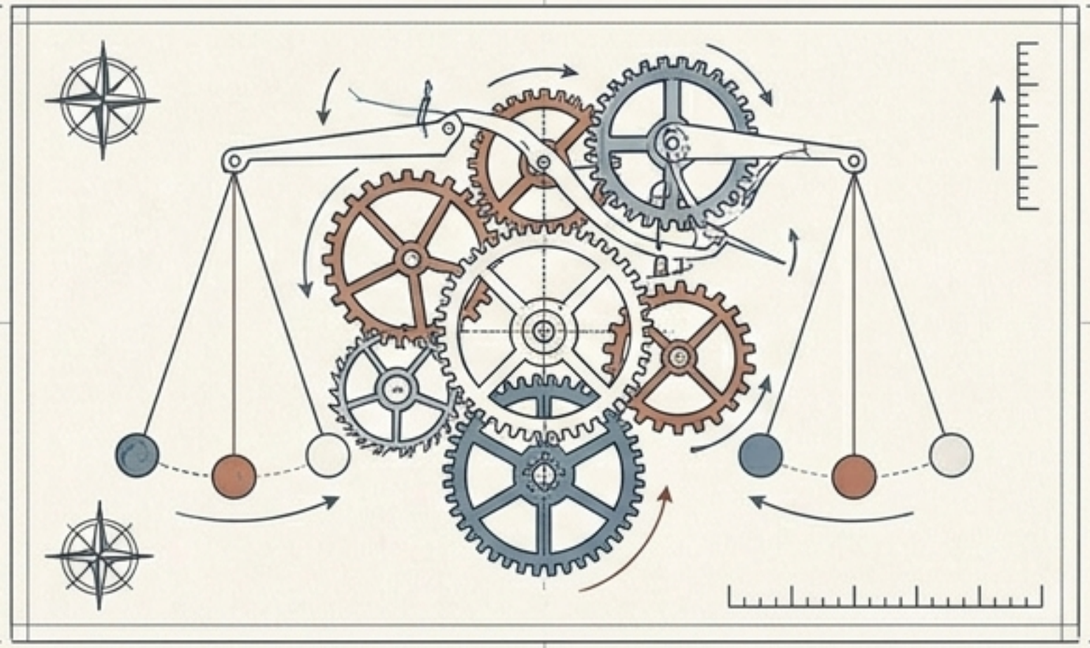


La Crise de la Reproductibilité

Depuis 2011, on découvre qu'une grande partie des études (seulement 36 % reproduites en psychologie) sont fausses, souvent à cause d'échantillons trop petits ou de manipulations des données (p-hacking) pour passer sous le seuil magique des 5 %.

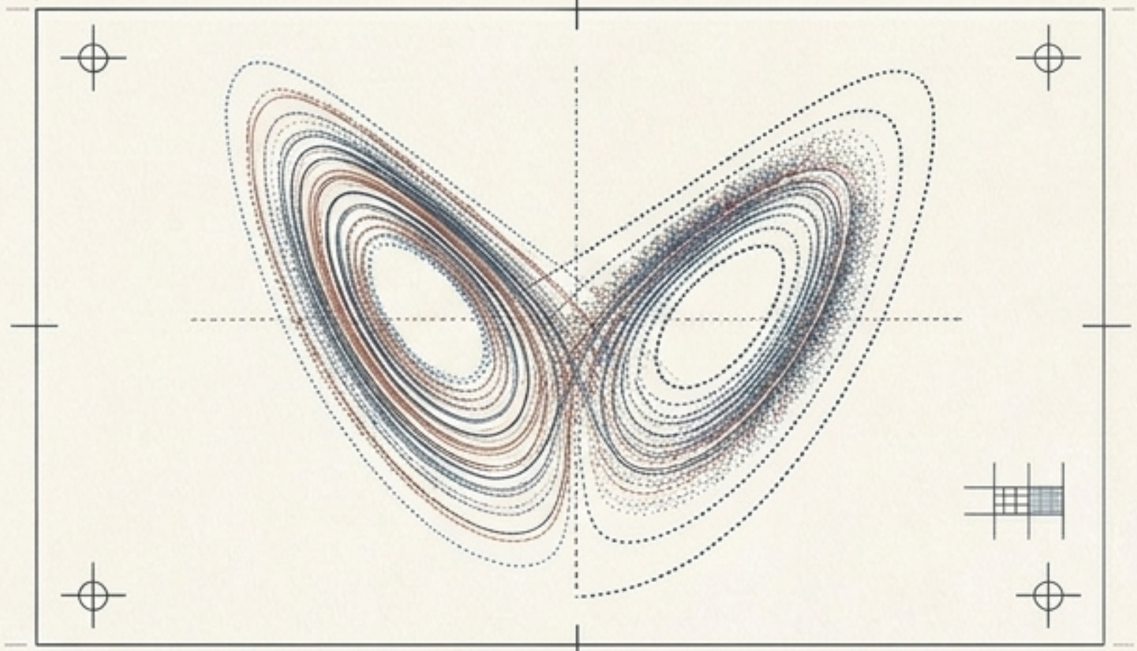
Gemini Notebook

Le hasard est-il une loi de l'univers ou la simple mesure de notre ignorance ?



Le Déterminisme (*Le Démon de Laplace*, 1812)

Une intelligence connaissant toutes les positions et vitesses prévoirait tout. Pour Laplace, l'univers est prévisible ; le hasard n'existe pas, il n'est que le reflet de notre ignorance des causes.



Le Hasard Fondamental (XXe siècle)

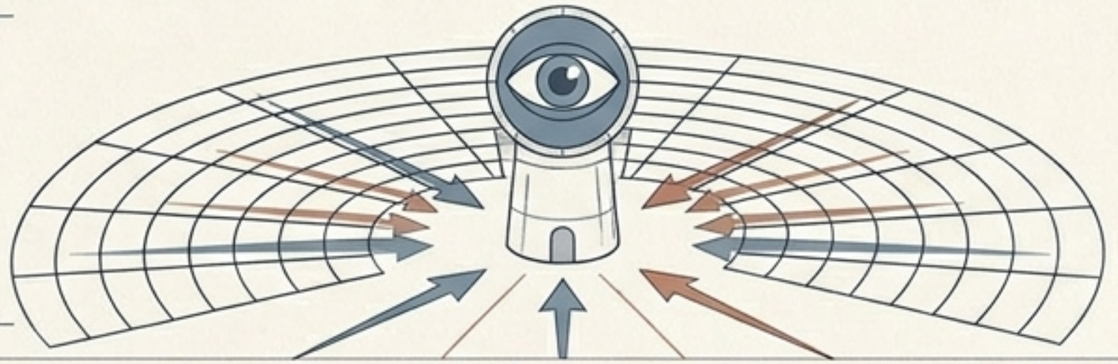
La Mécanique Quantique : Introduit un hasard intrinsèque à la matière (malgré Einstein : Dieu ne joue pas aux dés).
La Théorie du Chaos (1963) : L'effet papillon. Des systèmes parfaitement déterministes deviennent mathématiquement imprévisibles sur le long terme.

1812

XX[e]

Gemini Notebook

La statistique : Technologie de contrôle ou outil d'émancipation ?



L'Instrument de Pouvoir (Foucault / Desrosières)

La statistique naît comme outil de gouvernement. Elle sert à recenser, catégoriser et normaliser la population (création de l'homme moyen et des populations à risque).



Le Contre-Pouvoir (L'Indépendance)

Sans l'INSEE, impossible de prouver ou mesurer les inégalités. L'œuvre de Thomas Piketty, par exemple, repose entièrement sur l'exploitation de séries statistiques pour formuler une critique sociale étayée.

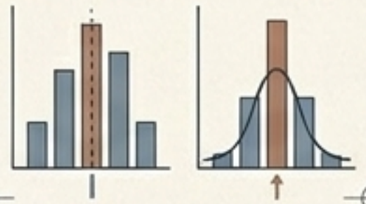
Gemini Notebook

Le Citoyen Statistique : Tableau de bord pour naviguer dans l'incertitude.

Réflexe 1 : Moyenne vs Médiane

Ne vous laissez pas tromper par les extrêmes. Les hauts revenus tirent le salaire moyen à la hausse ; le salaire médian est le vrai reflet de la société.





Réflexe 2 : Corrélation n'est pas Causalité

Cherchez toujours la variable cachée.

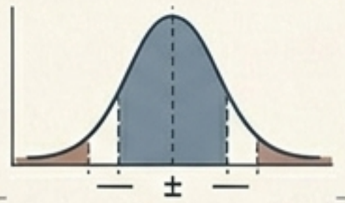




Réflexe 3 : Cherchez la Marge d'Erreur

Un chiffre sans intervalle de confiance est une opinion, pas une mesure.





Réflexe 4 : Méfiez-vous de l'Échantillon

Qui a été interrogé ? La représentativité (quotas) primera toujours sur le volume brut.





La culture statistique n'est pas qu'une compétence mathématique, c'est l'armure intellectuelle indispensable de la démocratie moderne.

Gemini Notebook