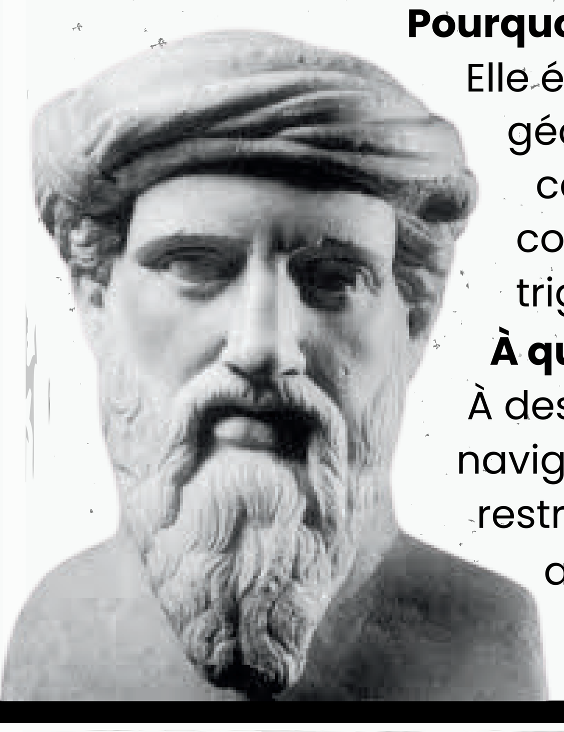
THÉORÈME DE PYTHAGORE

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Que nous dit-elle ?
Elle montre comment les trois côtés d'un triangle rectangle sont liés.

Pourquoi est-ce important
Elle établit un lien fondamental entre la géométrie et l'algèbre, ce qui permet de calculer des distances à partir de coordonnées. Elle a également inspiré la trigonométrie.

À quoi cela a-t-il conduit ?
À des avancées comme la topographie, la navigation, et plus récemment la relativité restreinte et générale — les meilleures théories actuelles sur l'espace, le temps et la gravité.



PYTHAGORE

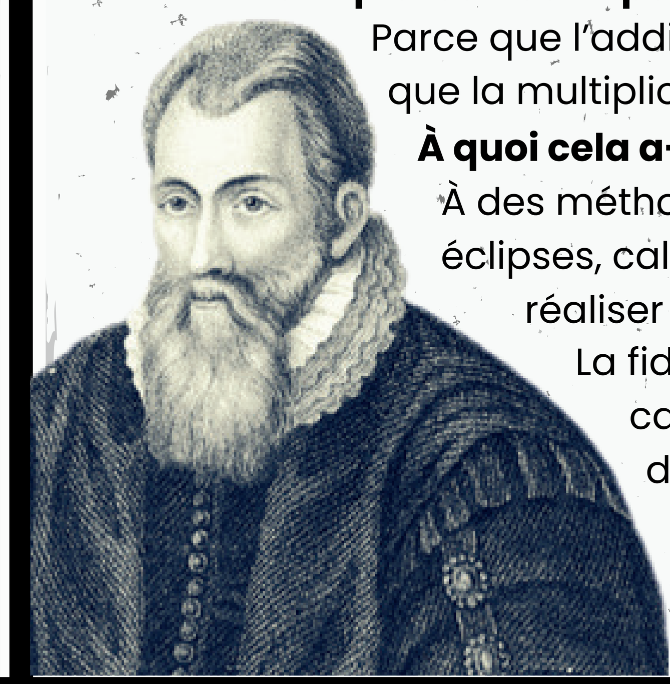
LOGARITHMES

$$\log xy = \log x + \log y$$

Que nous dit-elle ?
Comment multiplier des nombres en utilisant plutôt des additions de nombres associés.

Pourquoi est-ce important ?
Parce que l'addition est bien plus simple que la multiplication.

À quoi cela a-t-il conduit ?
À des méthodes rapides pour prédire les éclipses, calculer les orbites planétaires, ou réaliser des calculs scientifiques
La fidèle alliée des ingénieurs : la règle à calcul. Elle est aussi à la base de la décroissance radioactive et de la perception humaine des sons et de la lumière.



JOHN NAPIER

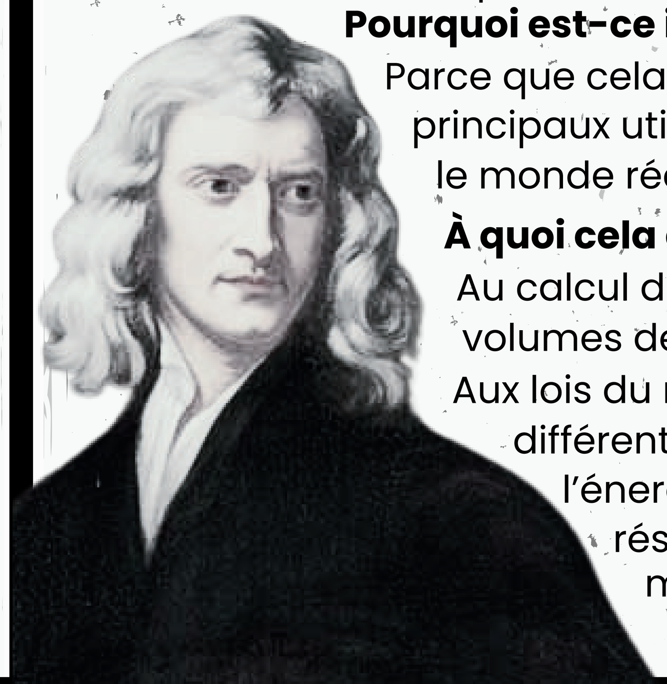
CALCUL DIFFÉRENTIEL

$$\frac{df}{dx} = \lim_{h \to 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

Que nous dit-elle ?
Pour trouver la vitesse instantanée de variation d'une grandeur qui change dans le temps, on regarde comment sa valeur évolue sur un petit intervalle de temps, puis on divise par la durée cet intervalle. Ensuite, on laisse cet intervalle devenir arbitrairement petit.

Pourquoi est-ce important ?
Parce que cela fonde le calcul différentiel, l'un des outils principaux utilisés par les scientifiques pour modéliser le monde réel.

À quoi cela a-t-il conduit ?
Au calcul des tangentes, des aires. Aux formules de volumes de solides, et des longueurs de courbes. Aux lois du mouvement de Newton, aux équations différentielles, aux lois de conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement. En résumé, à une grande partie de la physique mathématique.



NEWTON

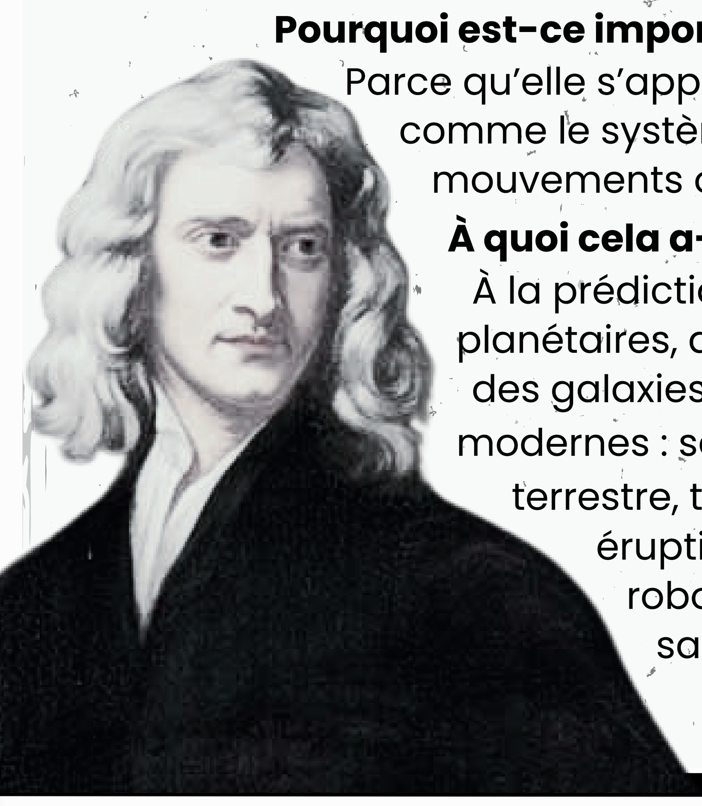
LOI DE GRAVITATION UNIVERSELLE

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Que nous dit-elle ?
Elle détermine la force d'attraction gravitationnelle entre deux corps en fonction de leur masse et de la distance qui les sépare.

Pourquoi est-ce important ?
Parce qu'elle s'applique à tout système soumis à la gravité, comme le système solaire. Elle montre que leurs mouvements obéissent à une loi mathématique simple.

À quoi cela a-t-il conduit ?
À la prédiction précise des éclipses, des orbites planétaires, du retour des comètes ou de la rotation des galaxies. Mais aussi à des technologies modernes : satellites artificiels, cartographie terrestre, télescope Hubble, observation des éruptions solaires, sondes interplanétaires, robots sur Mars, communications par satellite, télévision et GPS.



NEWTON

17 équations

QUI ONT CHANGÉ LE MONDE !

$i^2 = -1$

AUTEUR : IAN STEWART

TerangaMath

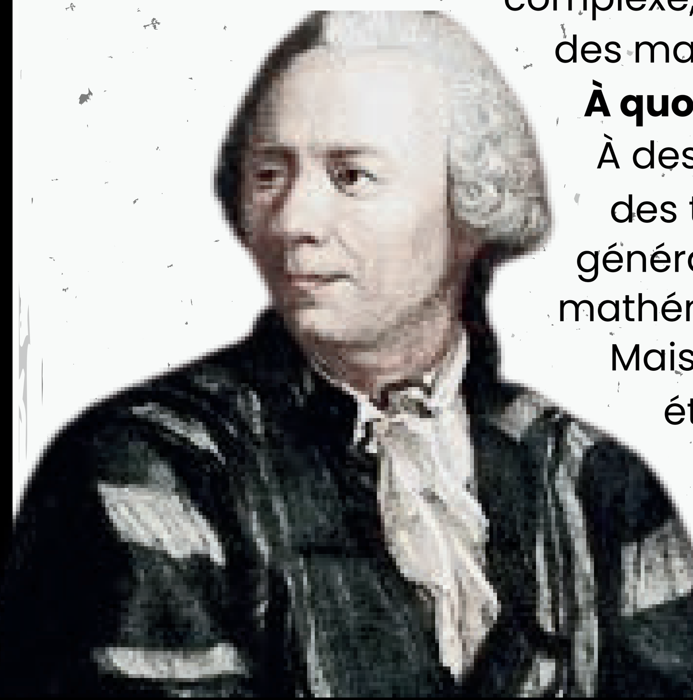
NOMBRES COMPLEXES

$$i^2 = -1$$

Que nous dit-elle ?
Même si cela semble impossible, le carré du nombre i est égal à -1.

Pourquoi est-ce important ?
Parce que cela a conduit à la création des nombres complexes, qui ont donné naissance à l'analyse complexe, l'un des domaines les plus puissants des mathématiques.

À quoi cela a-t-il conduit ?
À des méthodes plus précises pour calculer des tables trigonométriques, à la généralisation de presque toutes les mathématiques dans le monde complexe. Mais aussi à des outils plus puissants pour étudier les ondes, la chaleur, l'électricité, le magnétisme… et même à la base mathématique de la mécanique quantique.



EULER

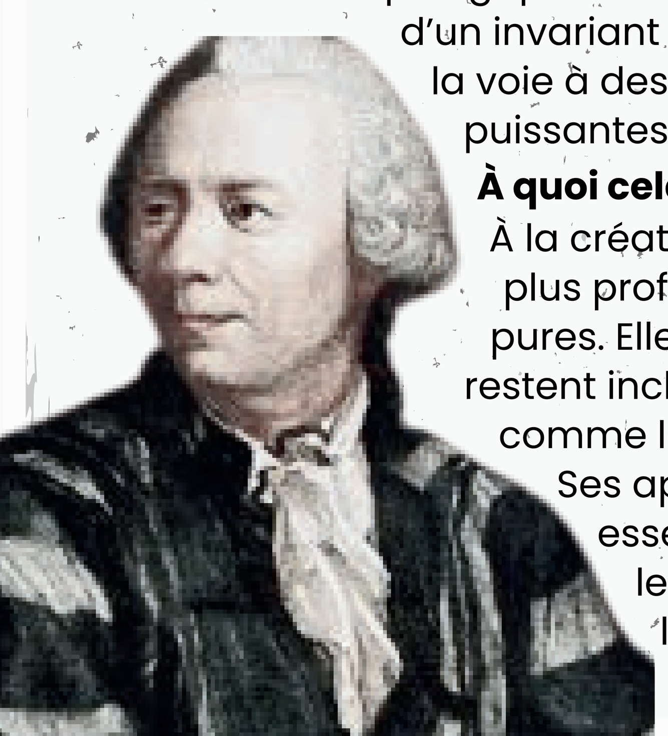
FORMULE D'EULER POUR LES POLYÈDRES

$$F - E + V = 2$$

Que nous dit-elle ?
Les nombres de faces, d'arêtes et de sommets d'un solide ne sont pas indépendants : ils sont liés par une relation simple.

Pourquoi est-ce important ?
Parce qu'elle permet de distinguer les solides selon leur structure topologique : c'est le premier exemple d'un invariant topologique, une idée qui a ouvert la voie à des techniques plus générales et puissantes. C'est la naissance de la topologie.

À quoi cela a-t-il conduit ?
À la création de la topologie, une des branches les plus profondes et influentes des mathématiques pures. Elle étudie les propriétés géométriques qui restent inchangées lors de déformations continues, comme les surfaces, les nœuds et les entrelacs. Ses applications sont souvent invisibles, mais essentielles : elle aide à comprendre comment les enzymes agissent sur l'ADN ou pourquoi les mouvements célestes peuvent être chaotiques.



EULER

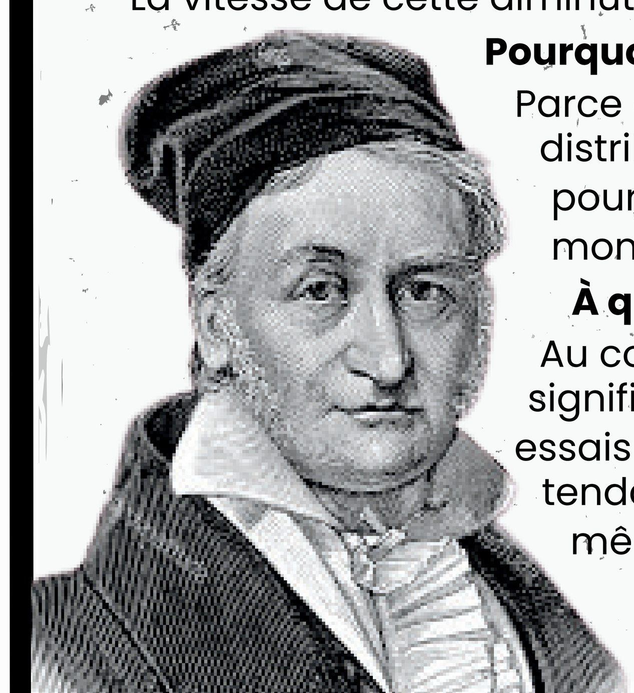
DISTRIBUTION NORMALE

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Que nous dit-elle ?
La probabilité d'observer une valeur est plus forte près de la moyenne, et diminue rapidement à mesure qu'on s'en éloigne. La vitesse de cette diminution dépend de l'écart-type.

Pourquoi est-ce important ?
Parce qu'elle définit une famille spéciale de distributions en cloche, souvent de bons modèles pour décrire des phénomènes observés dans le monde réel.

À quoi cela a-t-il conduit ?
Au concept de "l'homme moyen", aux tests de signification statistique (par exemple dans les essais médicaux), et malheureusement, à une tendance à tout ramener à la courbe en cloche, même quand ce n'est pas justifié.



C.F. GAUSS

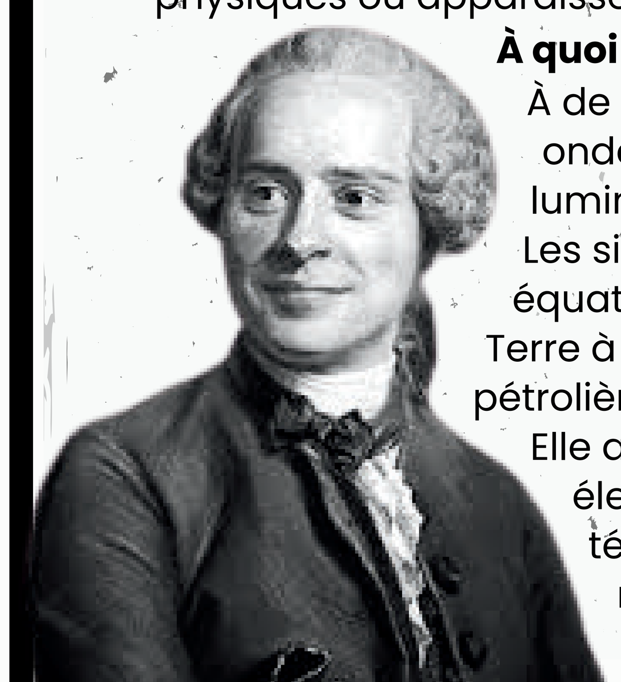
ÉQUATION DES ONDES

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

Que nous dit-elle ?
L'accélération d'un petit segment d'une corde de violon est proportionnelle au déplacement moyen de ses segments voisins.

Pourquoi est-ce important ?
Parce qu'elle montre que la corde se déplace en ondes, et qu'elle se généralise à d'autres systèmes physiques où apparaissent des ondes.

À quoi cela a-t-il conduit ?
À de grands progrès dans la compréhension des ondes sur l'eau, des ondes sonores, des ondes lumineuses, des vibrations élastiques…
Les sismologues utilisent des variantes de cette équation pour déduire la structure interne de la Terre à partir de ses vibrations. Les compagnies pétrolières s'en servent pour localiser des gisements. Elle a même prévu l'existence des ondes électromagnétiques, menant à la radio, la télévision, le radar, et les communications modernes.



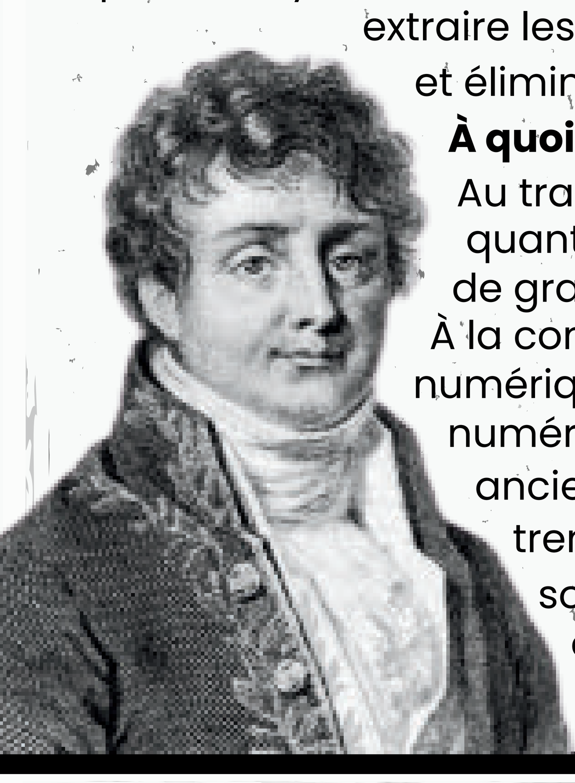
J. D'ALEMBERT

TRANSFORMÉE DE FOURIER

$$\hat{f}(\xi) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)\, e^{-2\pi i x \xi}\, dx$$

Que nous dit-elle ?
Tout motif dans l'espace et dans le temps peut être considéré comme une superposition de motifs sinusoïdaux de différentes fréquences.

Pourquoi est-ce important
Les fréquences composantes peuvent être utilisées pour analyser les motifs, les créer à la demande, extraire les caractéristiques importantes et éliminer le bruit aléatoire.



À quoi cela a-t-il conduit ?
Au traitement d'images et à la mécanique quantique. À la découverte de la structure de grandes molécules biologiques comme l'ADN. À la compression d'images en photographie numérique, au nettoyage d'enregistrements audio numérique, au nettoyage d'enregistrements audio anciens ou endommagés, à l'analyse des tremblements de terre. Des variantes modernes sont utilisées pour stocker efficacement les données d'empreintes digitales et améliorer les scanners médicaux.

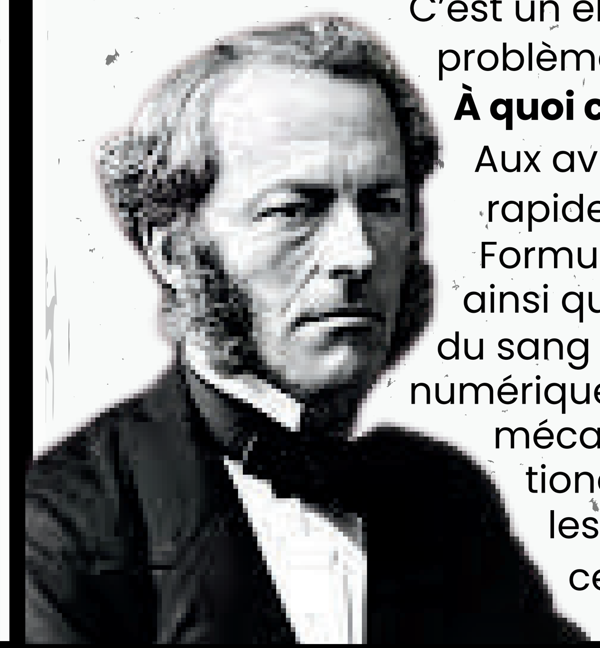
J. FOURIER

ÉQUATION DE NAVIER-STOKES

$$\rho\left(\frac{\partial v}{\partial t} + v \cdot \nabla v\right) = -\nabla p + \nabla \cdot T + f$$

Que nous dit-elle ?
C'est la deuxième loi du mouvement de Newton déguisée. Le membre de gauche représente l'accélération d'une petite région de fluide. Le membre de droite correspond aux forces qui agissent sur elle : pression, contrainte et forces internes.

Pourquoi est-ce important ?
Elle fournit un moyen extrêmement précis de calculer le mouvement des fluides. C'est un élément clé dans d'innombrables problèmes scientifiques et technologiques.



À quoi cela a-t-il conduit ?
Aux avions de ligne modernes, aux sous-marins rapides et silencieux, aux voitures de course de Formule 1 qui restent sur la piste à grande vitesse, ainsi qu'à des avancées médicales sur l'écoulement du sang dans les veines et les artères. Les méthodes numériques pour résoudre ces équations, appelées mécanique des fluides numérique (CFD – Computational Fluid Dynamics), sont largement utilisées par les ingénieurs pour améliorer la technologie dans ces domaines.

NAVIER, STOKES

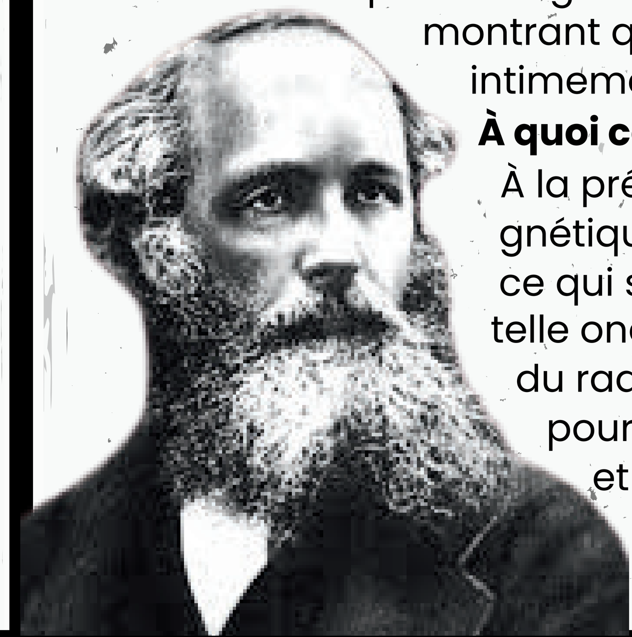
LES ÉQUATIONS DE MAXWELL

$$\nabla \cdot E = 0 \qquad \nabla \times E = -\frac{1}{c}\frac{\partial H}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot H = 0 \qquad \nabla \times H = \frac{1}{c}\frac{\partial E}{\partial t}$$

Que nous dit-elle ?
L'électricité et le magnétisme ne peuvent pas simplement « fuir ». Une région tournante de champ électrique crée un champ magnétique perpendiculaire à la rotation. Une région tournante de champ magnétique crée un champ électrique perpendiculaire à la rotation, mais dans la direction opposée.

Pourquoi est-ce important ?
Cela a été la première grande unification des forces physiques, montrant que l'électricité et le magnétisme sont intimement liés.



À quoi cela a-t-il conduit ?
À la prédiction de l'existence des ondes électromagnétiques,voyageant à la vitesse de la lumière — ce qui signifie que la lumière elle-même est une telle onde. Cela a motivé l'invention de la radio, du radar, de la télévision, des connexions sans fil pour les équipements informatiques, et de la plupart des communications modernes.

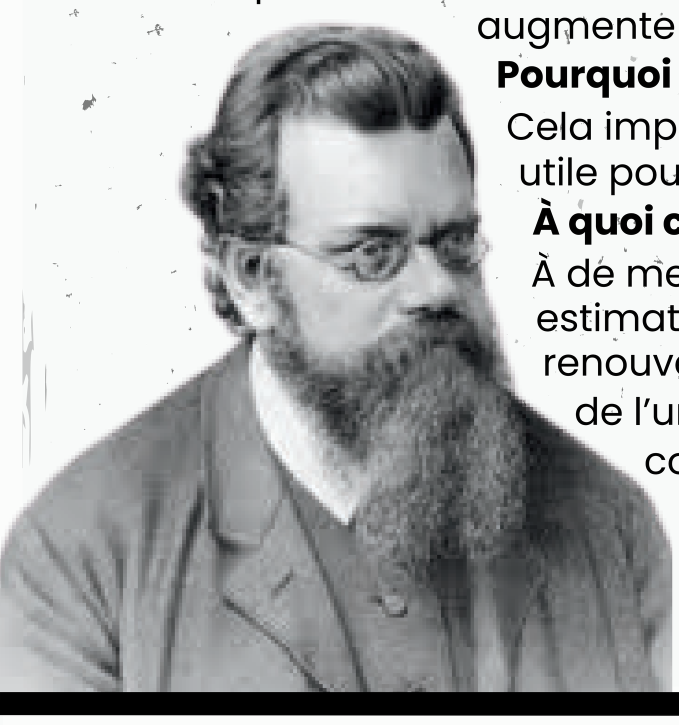
J.C. MAXWELL

DEUXIÈME LOI DE LA THERMODYNAMIQUE

$$dS \geq 0$$

Que nous dit-elle ?
La quantité de désordre dans un système thermodynamique augmente toujours.

Pourquoi est-ce important ?
Cela impose des limites à la quantité de travail utile pouvant être extraite de la chaleur.



À quoi cela a-t-il conduit ?
À de meilleures machines à vapeur, à des estimations de l'efficacité des énergies renouvelables, au scénario de la « mort thermique de l'univers », à la preuve que la matière est constituée d'atomes, et à des connexions paradoxales avec la flèche du temps.

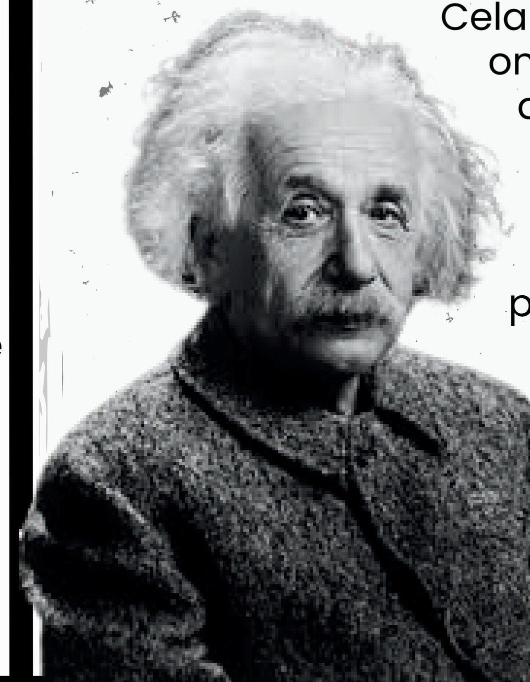
L. BOLTZMANN

RELATIVITÉ

$$E = mc^2$$

Que nous dit-elle ?
La matière contient une énergie égale à sa masse multipliée par le carré de la vitesse de la lumière.

Pourquoi est-ce important ?
La vitesse de la lumière est énorme, et son carré est absolument gigantesque. Un kilogramme de matière libérerait environ 40 % de l'énergie de la plus grande arme nucléaire jamais explosée. Cela fait partie d'un ensemble d'équations qui ont changé notre vision de l'espace, du temps, de la matière et de la gravité.



À quoi cela a-t-il conduit ?
À une physique radicalement nouvelle, sans aucun doute. Aux armes nucléaires… peut-être — mais pas aussi directement ni aussi sûrement que ne le prétendent certaines légendes urbaines. Aux trous noirs, au Big Bang, au GPS et à la navigation par satellite (SatNav).

A. EINSTEIN

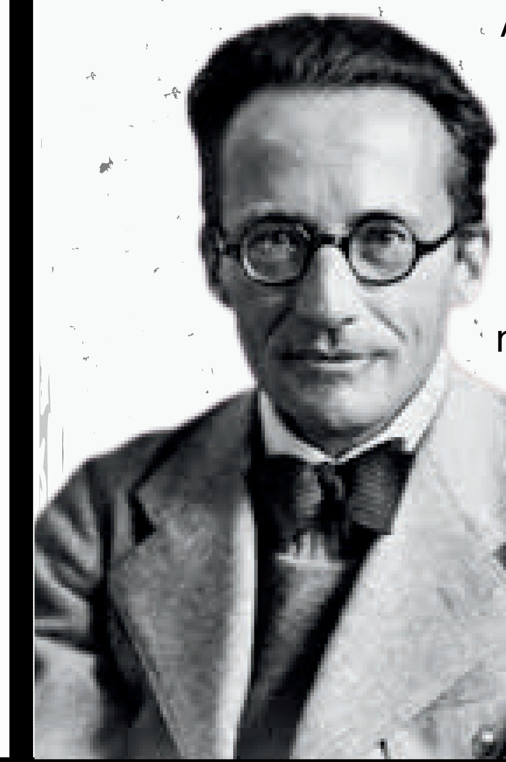
ÉQUATION DE SCHRÖDINGER

$$i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\Psi = \hat{H}\Psi$$

Que nous dit-elle ?
L'équation modélise la matière non pas comme une particule, mais comme une onde, et décrit comment une telle onde se propage..

Pourquoi est-ce important ?
L'équation de Schrödinger est fondamentale pour la mécanique quantique, qui, avec la relativité générale, constitue aujourd'hui l'une des théories les plus efficaces de l'univers physique.

À quoi cela a-t-il conduit ?
À une révision radicale de la physique à très petite échelle, où chaque objet possède une « fonction d'onde » qui décrit un nuage de probabilité des états possibles. À ce niveau, le monde est fondamentalement incertain. Les tentatives de relier le monde quantique microscopique à notre monde classique macroscopique ont soulevé des questions philosophiques qui résonnent encore aujourd'hui. Mais expérimentalement, la théorie quantique fonctionne remarquablement bien, et les puces informatiques ainsi que les lasers modernes n'existeraient pas sans elle.



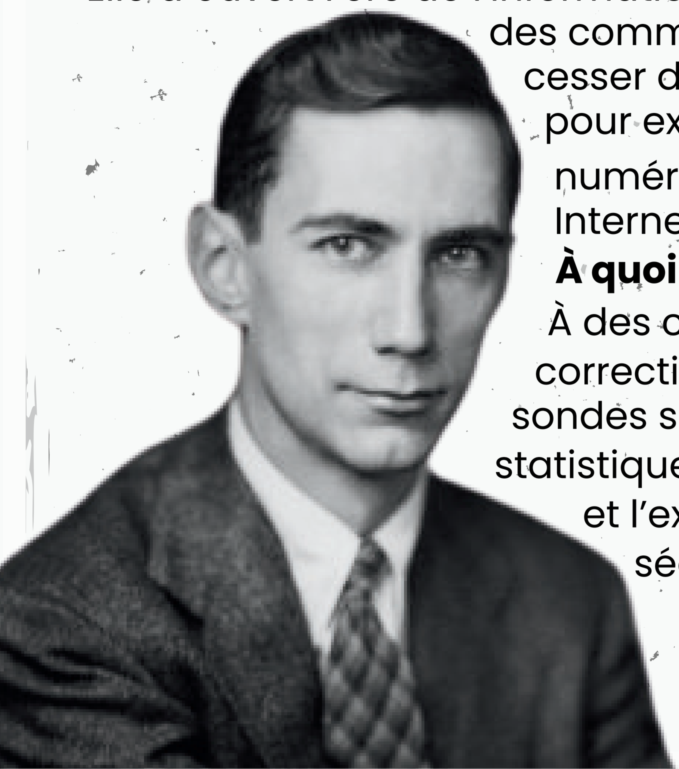
E. SCHRÖDINGER

THÉORIE DE L'INFORMATION

$$H = -\sum_{x} p(x) \log p(x)$$

Que nous dit-elle ?
Elle définit la quantité d'information contenue dans un message, en fonction des probabilités d'apparition des symboles qui le composent.

Pourquoi est-ce important ?
Elle a ouvert l'ère de l'information. Elle a établi des limites à l'efficacité des communications, permettant aux ingénieurs de cesser de chercher des codes trop efficaces pour exister. C'est la base des communications numériques actuelles — éléphones, CD, DVD, Internet.



À quoi cela a-t-il conduit ?
À des codes efficaces de détection et de correction d'erreurs, utilisés dans tout, des CD aux sondes spatiales. Les applications incluent la statistique, l'intelligence artificielle, la cryptographie, et l'extraction d'informations à partir de séquences d'ADN.

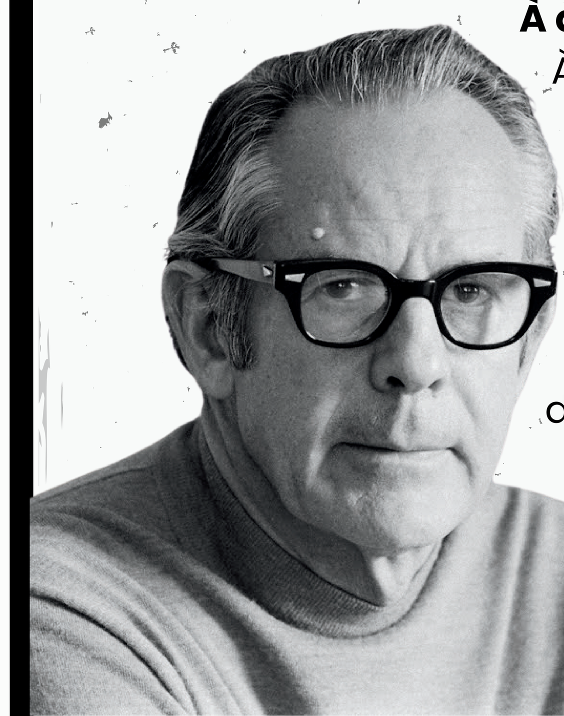
C. SHANNON

THÉORIE DU CHAOS

$$x_{t+1} = kx_t(1 - x_t)$$

Que nous dit-elle ?
Elle modélise comment une population d'êtres vivants évolue d'une génération à l'autre, lorsqu'il existe des limites aux ressources disponibles.

Pourquoi est-ce important ?
C'est l'une des équations les plus simples capables de générer du chaos déterministe — un comportement apparemment aléatoire sans cause aléatoire.



À quoi cela a-t-il conduit ?
À la prise de conscience que des équations non linéaires simples peuvent produire des dynamiques très complexes, et que l'apparente imprévisibilité peut cacher un ordre sous-jacent. Connue sous le nom de théorie du chaos, cette découverte a d'innombrables applications, notamment dans le mouvement des planètes du système solaire, la prévision météorologique, la dynamique des populations en écologie, les étoiles variables, la modélisation des tremblements de terre, et l'optimisation des trajectoires des sondes spatiales.

R. MAY

ÉQUATION DE BLACK-SCHOLES

$$\frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS\frac{\partial V}{\partial S} + \frac{\partial V}{\partial t} - rV = 0$$

Que nous dit-elle ?
Elle décrit comment le prix d'un produit financier dérivé évolue au fil du temps, en se basant sur le principe que, lorsque le prix est correct, le dérivé ne présente aucun risque et personne ne peut réaliser de profit en le vendant à un prix différent.

Pourquoi est-ce important ?
Cela permet d'échanger un dérivé avant son échéance en lui attribuant une valeur « rationnelle » convenue, faisant de lui une marchandise virtuelle à part entière.

À quoi cela a-t-il conduit ?
À une croissance massive du secteur financier, à la création d'instruments financiers de plus en plus complexes, à des périodes d'essor économique suivies de krachs, aux turbulences des marchés boursiers des années 1990, à la crise financière de 2008-2009, et à la récession économique persistante qui a suivi.

BLACK, SCHOLES