



HAL
open science

Comment calculer un risque ?

Daniel Bloch

► **To cite this version:**

Daniel Bloch. Comment calculer un risque ?. "Festival des Idées Paris" de USPC (Université Sorbonne-Paris-Cité) seconde édition, USPC, Nov 2017, Paris, France. hal-01661876

HAL Id: hal-01661876

<https://hal.science/hal-01661876>

Submitted on 12 Dec 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

COMMENT CALCULER UN RISQUE ?

Daniel BLOCH

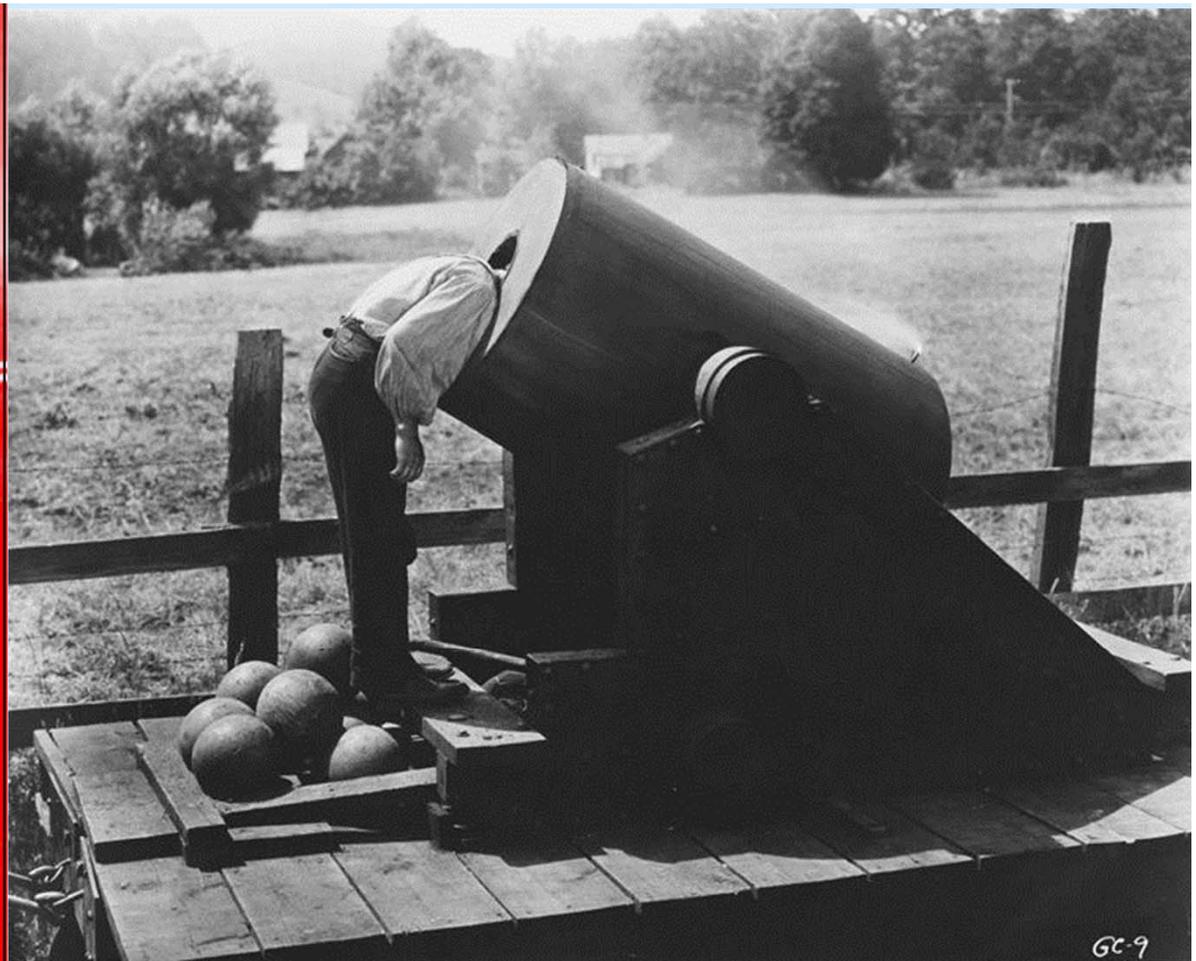
CNRS

Laboratoire de Physique des Lasers

Université Paris13- Université Sorbonne Paris-Cité
campus de Villetaneuse 93430

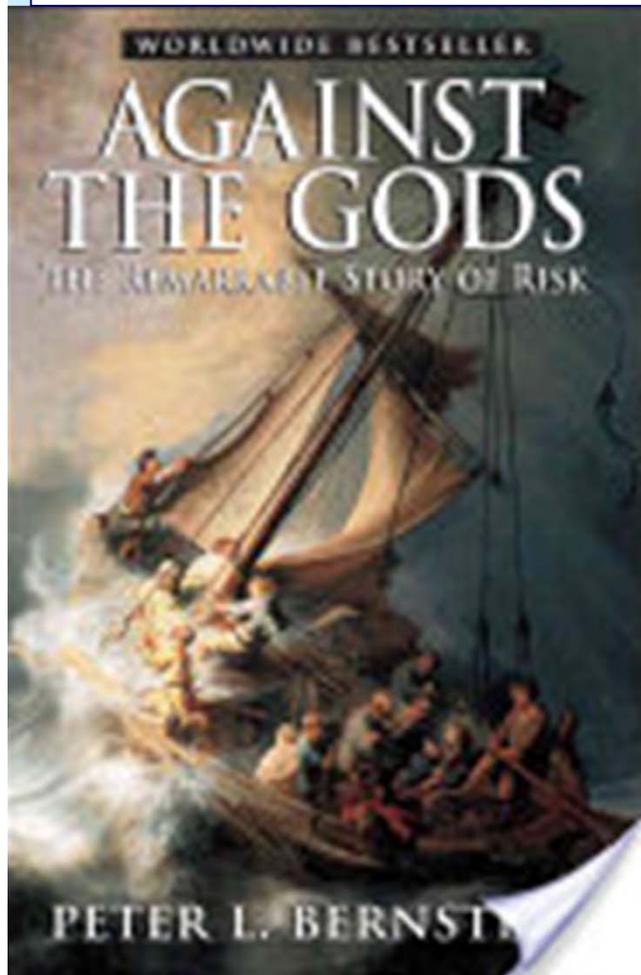
*et mes remerciements à JR Rios Leite (Recife, Brésil)
et à CAPES-COFECUB (Ph740-12)*





En 1917, il entre dans le cinéma par vocation, passionné par les techniques de mise en scène. Fatty Arbuckle sera son complice plusieurs années. Sa nature burlesque est basée sur une concentration physique et morale qui passe par un regard dénué de toute préméditation : il s'agit d'agir, d'échouer et de recommencer. **C'est la « mécanique » qui fonde tous les gags de Keaton. Buster Keaton utilise la technique de l'« infiniment probable » : s'il y a une chance sur un million que cela arrive, cela lui arrive !** Au contraire d'autres comiques qui se basent sur le surréalisme, il n'y a aucune réflexion politique ou une quelconque conscience morale dans ses films. Ses grands chefs-d'oeuvres sont La Croisière du Navigator, en 1924, **Le Mécano de la General**, en 1926, et **Le Caméraman**, en 1928. *(extrait de Acad Créteil)*

Peter L Bernstein (1919-2009)



parution 1996 .

Prix Edwin G. Booz

+Clarence Arthur Kulp/Elizur Wright Memorial Book Award par "The American Risk and Insurance Association" (ARIA)

+ 500.000 exemplaires dans le monde



Peter L. Bernstein

Des idées capitales

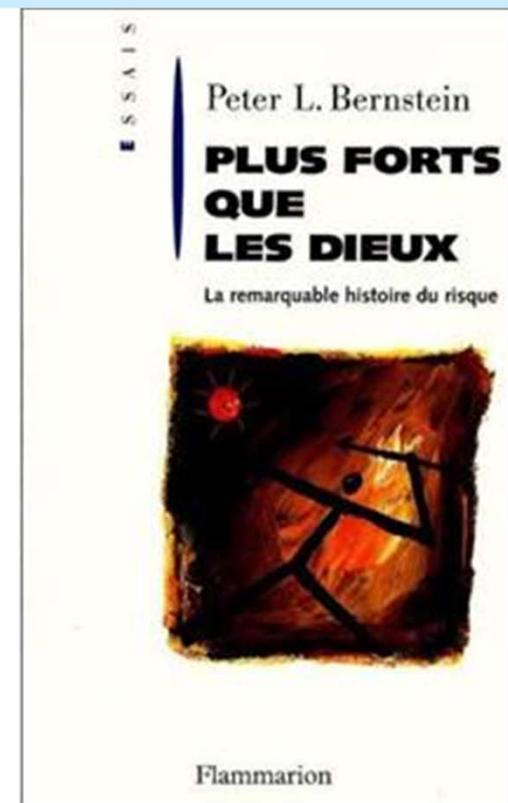
préface de Bertrand Jacquillat

puf

Les origines improbables
du Wall Street moderne



New York Times ,sans date



histoire du
jeu

casino et
martingale

le pari de
Pascal

**principe de
précaution**

Assurance
sur la vie
démographie

**aversion
au risque**

vagues
scélérates

le Chaos ?
effet papillon

lois
"normales"
*évènements
rares*

le théâtre de la
Reine-Blanche

	Formule PRIMORDIALE	Formule ARBITRAGE	Formule EQUILIBRE	Formule SÉRÉNITÉ
PROTECTION DE VOS BIENS				
Garantie incendie, explosion	✓	✓	✓	✓
Garantie dégâts des eaux	✓	✓	✓	✓
Garantie événements climatiques (tempête, neige, grêle, foudre...) <u>et catastrophes naturelles</u>	✓	✓	✓	✓
Garantie des risques de <u>catastrophes technologiques</u>	✓	✓	✓	✓
Garantie attentats	✓	✓	✓	✓
Garantie vol	✓	✓	✓	✓
Garantie autres dommages accidentels i			✓	✓
<p>Equilibre et Sérénité :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tous dommages accidentels occasionnés ou subis, y compris le bris et les actes de vandalisme. Exemples : une pierre projetée par votre tondeuse brise une de vos baies vitrées, un lampadaire bascule sur votre téléviseur et le casse... 				
Service d'urgence	✓	✓	✓	✓
Valeur de reconstruction des biens immobiliers ⁽²⁾	✓	✓	✓	✓
Indemnisation minimale des biens mobiliers ⁽²⁾	✓	✓	✓	✓
Indemnisation en - Des meubles ⁽²⁾ - Des autres ⁽²⁾ i	✓	✓	✓	✓



D Bloch. Comment calculer un risque? Festival des idées Paris 2017

J Les exclusions communes à toutes les garanties

article 18

Sont exclus des garanties:

18.1 - Les sinistres de toute nature:

18.11 - provenant de guerre civile ou étrangère.

Aux termes de l'article L 121-8 du Code des assurances, l'assuré doit prouver que le sinistre résulte d'un fait autre que le fait de guerre étrangère; il appartient à la société de prouver que le sinistre résulte de la guerre civile,

18.12 - résultant de la dessiccation et/ou de la réhydratation des sols, tremblements de terre, éruptions volcaniques, raz-de-marée et autres cataclysmes, exception faite des événements entrant dans le champ d'application de la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles,

18.13 - causés ou aggravés par des armes ou engins destinés à exploser par modification de structure du noyau de l'atome, ou par tout combustible nucléaire, produit ou déchet radioactif, ou par toute autre source de rayonnement ionisant.

18.2 - Les dommages résultant:

- pour lui-même ou pour toute autre personne de la faute intentionnelle ou dolosive de l'assuré,

- de la participation active de l'assuré à un acte illicite constituant un crime ou un délit intentionnel.

Restent toutefois acquises:

18.21 - les garanties indemnisation des dommages corporels et dommages aux biens, à tout autre assuré que l'auteur des dommages,

18.22 - la garantie responsabilité civile - défense, à tout assuré dont la responsabilité est retenue en sa qualité de civilement responsable de l'auteur des dommages, quelles que soient la nature et la gravité de la faute commise par ce dernier.

18.3 - Les biens immobiliers édifiés en infraction avec un plan de prévention des risques naturels, conformément aux dispositions légales en vigueur.

18.4 - tous dommages ou litiges relatifs.

- à une activité professionnelle autre que l'une de celles qui, aux termes de l'article 6 des statuts, autorisent l'adhésion à la société et aux biens utilisés pour l'exercice de cette profession,

- à des unités d'habitation (et leurs dépendances) non déclarées à la société, ainsi qu'à tous biens immobiliers dont plus du quart de la surface totale est occupé par une activité agricole, commerciale, industrielle ou libérale, et plus généralement, à tout bien mobilier ou immobilier non assuré par la société.

Demeurent toutefois assurables les immeubles occupés par une activité professionnelle qui excède le quart de leur surface à la double condition que l'activité professionnelle ait été déclarée et que la société ait accepté d'assurer le risque après délivrance d'un avenant.

en anglais "act of God"

legal usage throughout the English-speaking world, an **act of God**^[1] is a natural disaster outside human control, such as an earthquake or tsunami, for which no person can be held responsible

le CHAOS (wiki)

Selon la [Théogonie](#) d'[Hésiode](#), **il précède non seulement l'origine du monde, mais celle des dieux. Chaos** précède ainsi [Gaïa](#) (la Terre), [Érèbe](#) (les Ténèbres souterraines) et [Nyx](#) (la Nuit). Dans la phase suivante de la Création, Gaïa devait donner naissance à [Ouranos](#) (le Ciel et la Vie) et à [Pontos](#) (les Flots).

L'antique tradition rapportée par [Hésiode] dans sa [Théogonie](#) énonce une autre généalogie : **Chaos** engendre tout d'abord [Gaïa](#), [Tartare](#) (Abîme insondable) et [Éros](#) (le Désir). C'est ensuite qu'[Érèbe](#) et Nyx émergent de Chaos, et plus tard encore que naîtront l'[Éther](#) et le [Jour](#), fruits des amours de la Nuit et des Ténèbres.

« Donc, au commencement, fut Chaos, et puis la Terre au vaste sein et le Tartare sombre dans les profondeurs de la vaste terre, et puis Amour, le plus beau des immortels, qui baigne de sa langueur et les dieux et les hommes, dompte les cœurs et triomphe des plus sages vœux.

Alea jacta est

"Goudurix" et son char
Asterix chez les Normands
(1967)



File:LocationRubicon.PNG sur Wikimedia Commons



osselets antiques



dés romains

"dice" (wiki)

"Hasard":
arabe : "al-zahr"
le jeu de dés

un marivaudage autour des jeux de l'amour et du hasard ?

"**Les Innocents charmeurs**" (Niewinni Czarodzieje)

Comédie d'**Andrzej Wajda**, avec Tadeusz Lomnicki (Andrzej), Krystyna Stypułkowska (Magda), Zbigniew Cybulski (Edmund), Wanda Koczewska (Mirka).

- **Scénario** : **Jerzy Skolimowski**, Jerzy Andrzejewski **Photographie** : Krzysztof Wieniewicz
- **Décor** : Leszek Wajda **Musique** : Krzysztof T. Komeda **Montage** : Aurelia Rut, W. Otocka
- **Pays** : Pologne **Date de sortie** : 1960 **Durée** : 1 h 26

•Résumé

Andrzej, jeune médecin et batteur de jazz, s'ennuie ferme dans sa banlieue en compagnie de camarades aussi cyniques et désenchantés que lui. Il rencontre Magda avec qui il passe une soirée. Elle rate son dernier train et vient dans la chambre d'Andrzej. Ils jouent au jeu de la séduction avec désinvolture, mais doivent bien finir par avouer qu'ils ne sont pas si indifférents et malins qu'ils veulent le faire croire.

Commentaire

Wajda, voulant renouveler l'univers héroïque de ses premiers films, se penche sur la jeunesse des années 1960. Son film est une sorte de **Vitelloni** polonais où se fait sentir, à travers le scénario de Skolimowski, l'influence de la Nouvelle Vague française dont il retrouve la désinvolture un peu informelle, mais fraîche. **Le film est dominé par la longue séquence où le couple joue au jeu stupide et obsessionnel qui consiste à faire retomber une boîte d'allumettes sur son tranchant. Celui qui perd enlève un vêtement.** On retrouvera ce ludisme d'autant plus « grave » qu'il paraît superficiel dans toute l'œuvre future de Skolimowski.

http://www.larousse.fr/encyclopedie/film/les_Innocents_charmeurs/5475

D Bloch. Comment calculer un risque? Festival des Idées Paris 2017

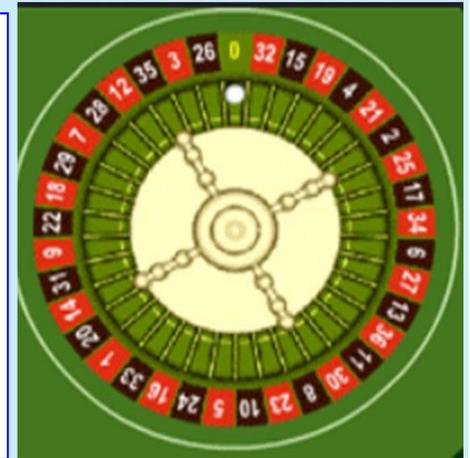
Le "hasard" et le jeu de dés !

ou... des dés pipés ?... ou l'habileté des joueurs ?

MARTINGALE

*Faire que les gains dépassent les pertes
"systématiquement" malgré une "espérance
mathématique" négative*

*La "banque" a l'avantage par construction :
la roulette et son zéro... 18 chances sur .. 37*



D Bloch. Comment calculer un risque? Festival des idées Paris 2017

jouer 1 et gagner (1) → on recommence

et perdre 1 → doubler → et gagner 1 (= 2 - 1)

→ on recommence

→ et perdre → redoubler

→ et gagner 1 (= 4 - 2 - 1)

→ on recommence

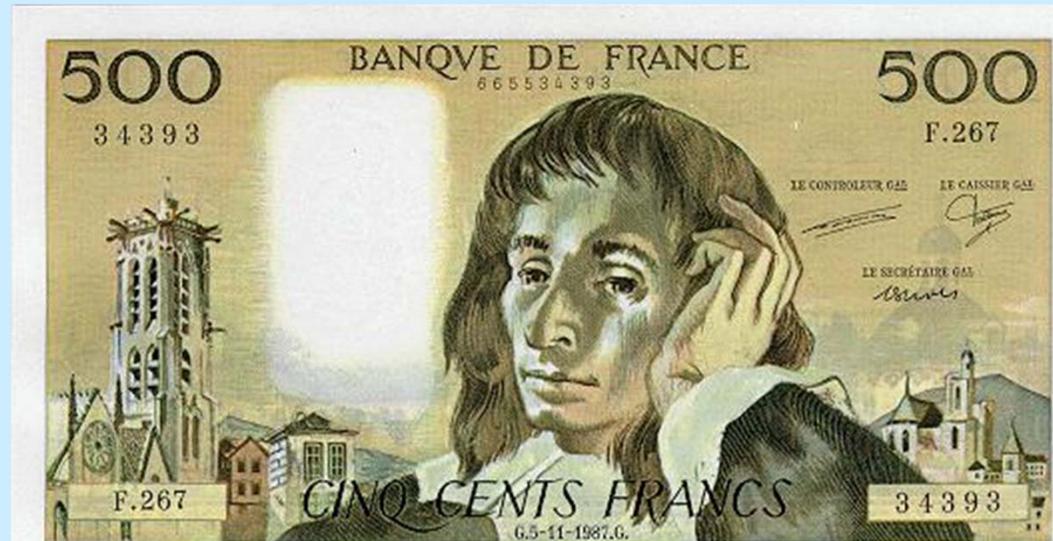
problème : si on manque de chance 10 fois de suite, **il faut risquer** $2^{10} =$

1024 pour gagner 1 en tout, ou perdre 1023, et ...rejouer 2048

et ça reste à 1 chance sur 2 (**le passé ne garantit pas l'avenir !**)

Solution anti-martingale du casino : **mises plafonnées** (à 100 ou 1000)

Le pari de Pascal



D Bloch. Comment calculer un risque? Festival des idées Paris 2017

« — Examinons donc ce point, et disons : « Dieu est, ou il n'est pas. » Mais de quel côté pencherons-nous ? La raison n'y peut rien déterminer : il y a un **chaos infini** qui nous sépare. **Il se joue un jeu, à l'extrémité de cette distance infinie, où il arrivera croix ou pile.** Que gagnerez-vous ? Par raison, vous ne pouvez faire ni l'un ni l'autre; par raison, vous ne pouvez défaire nul des deux. Ne blâmez donc pas de fausseté **ceux qui ont pris un choix ; car vous n'en savez rien.** — Non ; mais je les blâmerai d'avoir fait, non ce choix, mais un choix; car, encore que celui qui prend croix et l'autre soient en pareille faute, ils sont tous deux en faute : le juste est de ne point parier. — **Oui, mais il faut parier ; cela n'est pas volontaire, vous êtes embarqué.** Lequel prendrez-vous donc ? Voyons. Puisqu'il faut choisir, voyons ce qui vous intéresse le moins. (...). Votre raison n'est pas plus blessée, en choisissant l'un que l'autre, puisqu'il faut nécessairement choisir. Voilà un point vidé. Mais votre béatitude ? **Pesons le gain et la perte, en prenant croix que Dieu est. Estimons ces deux cas : si vous gagnez, vous gagnez tout; si vous perdez, vous ne perdez rien. Gagez donc qu'il est, sans hésiter. »**

— [Blaise Pascal](#), [Pensées](#) fragment (Lafuma 418 - Brunschvicg 233)

Paradoxe de Saint Pétersbourg Bernoulli 1713(?) 1738 ?
de l'espérance d'un gaininfini ?

A pile ou face: le souverain m'offre 1 ducat si je perds
 si je gagne puis perds, il m'offre **2** ducats

si je gagne 2 fois de suite puis perds ...**4** ducats

si je gagne 3 fois de suite puis perds ...**8** ducats

si je gagne 4 fois de suite puis perds ...**16** ducats

si je gagne 5 fois de suite puis perds ...**32** ducats

si je gagne **10 fois** de suite puis perds ...**1024** ducats

Une anecdote célèbre s'est déroulée au **casino Monte-Carlo** à Monaco le **18 août 1913** qui a été désignée par la suite sous le terme d'erreur du parieur. À cette occasion, **la couleur noire est sortie 26 fois de suite à la roulette**, ce qui a entraîné d'énormes pertes pour les joueurs qui misaient systématiquement sur le rouge en pensant que la probabilité d'une telle série est très faible.

*si je gagne **30 fois** de suite puis perds ...**2³⁰** ducats*
*(**des milliards !**)*

L'espérance mathématique est ..infinie !

$$E = (1/2) \times 1 + (1/2)^2 \times 2 + (1/2)^3 \times 4 + (1/2)^4 \times 8 + \dots + (1/2)^n \times 2^{n-1} + \dots$$

$$= 1/2 + 1/2 + 1/2 + 1/2 + \dots + 1/2 + \dots$$

D Bloch. Comment calculer un risque? Festival des idées Paris 2017

Combien vous payez pour être à ma place ?

Peter L Bernstein dit que personne ne paiera plus de 20 ducats !

"Ça ne changera pas ma vie..."

Goût/ aversion.. "utilité" du risque ?

Assurance ou casino ?

30 coups → 10 milliards de ducats....
ou (60 coups)

100 milliards de milliards de ducats ?

Quelle "utilité" ?...

D Bloch. Comment calculer un risque? Festival des idées Paris 2017

Bernoulli : une utilité "inverse" avec la fortune

Aversion au risque parce que :

il y a toujours plus à perdre qu'à gagner !

sauf si la situation est désespérée

ou si les effets de la perte ne seront que très modérés

« *Le simple calcul nous dissuaderait d'investir, si le goût du risque n'était pas inscrit dans la nature humaine* » (John Maynard Keynes).

Faire sauter la banque !!

Ruiner son assureur ??

ou l'Etat ? !

**La Lloyds... assurance maritime,
réassurance...**

un "**Café de la marine**" qui donne les
meilleures informations...

ANTONIO

Believe me, no. I thank my fortune for it—
My ventures are not in one bottom trusted,
Nor to one place, nor is my whole estate
Upon the fortune of this present year.
Therefore my merchandise makes me not sad.

Croyez-moi, non. Je remercie ma fortune pour cela ...

Mes entreprises ne sont pas dans un fond de confiance,

Ni à un endroit, ni toute ma succession

Sur la fortune de cette année.

Donc ma marchandise ne me rend pas triste

D Bloch. Comment calculer un risque? Festival des idées Paris 2017

Le Marchand de Venise (1598)

L'agriculture aussi est une activité assurable... **Monte dei Paschi -Siena**

17^{ème} siècle et + : besoin de prédictions pour un monde marchand où les
communications et échanges sont des aventures

Annuités selon Ulpien (Rome 3ème siècle)

rente viagère et impôts successoraux, selon l'âge

D Bloch. Comment calculer un risque? Festival des idées Paris 2017



Ulpian Statue 19^{ème} siècle
Palais de Justice / Bruxelles wiki/Ulpian

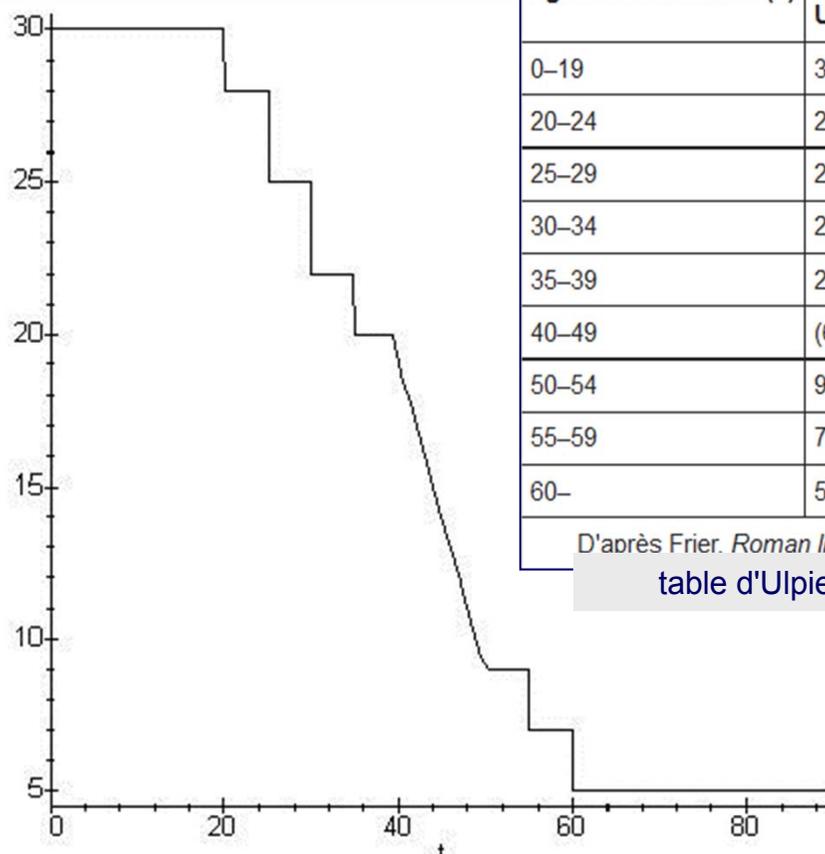


Table de mortalité d'Ulpien et table coutumière		
Âge du bénéficiaire (x)	Prix d'une rente viagère unitaire	
	Ulpien	Coutume
0-19	30	30
20-24	28	
25-29	25	
30-34	22	(60-x)
35-39	20	
40-49	(60-x-1)	
50-54	9	
55-59	7	
60-	5	0 (?)

D'après Frier. *Roman life expectancy* v. p. 217. table 1.

table d'Ulpien wikimonde

Tort reform /Ulpian annuities

John Graunt (1620-1674)

le premier des **démographes** (+épidémiologie)
un **commerçant** qui se passionne pour les effectifs de "clientèle"
après la peste de Londres

Natural and Political **OBSERVATIONS**

Mentioned in a following INDEX,
and made upon the
Bills of Mortality.

By *JOHN GRAUNT*,
Citizen of
LONDON.

With reference to the *Government, Religion, Trade,*
Growth, Age, Diseases, and the several Changes of the
said **CITY.**

— *Nec, mihi in miratur Turba, labere.*
Contentus paucis Libellus —

LONDON,

Printed by *Tho: Roycroft*, for *John Martin, James Allcock,*
and Tho: Dineen, at the Sign of the Bell in *St. Paul's*
Church-yard, MDCLXII.

1662

Survivants pour 100 naissances

longévité	Graunt/ (USA 1993)
...6 ans	64 (99)
...16 ans	40 (99)
...26 ans	25 (98)
...36 ans	16 (97)
...46 ans	10 (95)
...56 ans	6 (92)
...66 ans	3 (84)
...76 ans	1 (70)
...86 ans	0

inventeur des **statistiques**

Vers 1785: de l'allemand Statistik, forgé par l'économiste Gottfried Achenwall, dérivé de l'italien statista (« homme d'État, statiste »), la statistique représentant pour lui l'ensemble des connaissances que doit posséder un homme d'État.

Une **rente viagère** (cf. wiki) (ou rente de mortalité) est une rente versée jusqu'au décès du bénéficiaire.

Ces dernières sont évaluées conventionnellement par une loi **d'Ulpien** mais c'est **Johan de Witt** qui, le premier, les a évaluées par l'espérance mathématique des **valeurs actuelles des sommes futures à payer**. Les premiers prix calculés d'après une table empirique sont dus à **Edmond Halley**, mais déjà l'Hôtel-Dieu de Paris offrait dès 1668 des rentes correctement évaluées, comme en témoigne la proximité avec la table de **Deparcieux** actualisée à 5 %. **Tetens** s'est intéressé à la dispersion des résultats qu'il appelle risque de la caisse, et **Laplace**, après **Condorcet** a montré comment **charger en conséquence les primes afin d'assurer la solvabilité de la compagnie d'assurance**. Depuis cette époque, la plupart des pays ont réglementé les tables de mortalité et les méthodes de calcul des provisions.

La **coutume** était que l'emprunteur servait un **intérêt double du taux des rentes perpétuelles**.... *rente perpétuelle ... au denier vingt* , *rente viagère ... au denier dix*.

(1671) Johan de Witt (...) a observé «**le plus souvent**» les rentes viagères sur des «**jeunes têtes** », à peine remises des maladies de l'enfance. ... Or de Witt se demande **ce qui est le plus coûteux pour l'Etat : d'emprunter à rentes viagères ou perpétuelles?**

D Bloch. Comment calculer un risque? Festival des idées Paris 2017



Portrait by Adriaen Hanneman, 1652

Une **rente viagère** (cf. wiki) (ou rente de mortalité) est une rente versée jusqu'au décès du bénéficiaire.

Ces dernières sont évaluées conventionnellement par une loi **d'Ulpien** mais c'est **Johan de Witt** qui, le premier, les a évaluées par l'espérance mathématique des **valeurs actuelles des sommes futures à payer**. Les premiers prix calculés d'après une table empirique sont dus à **Edmond Halley**, mais déjà l'Hôtel-Dieu de Paris offrait dès 1668 des rentes correctement évaluées, comme en témoigne la proximité avec la table de **Deparcieux** actualisée à 5 %. **Tetens** s'est intéressé à la dispersion des résultats qu'il appelle risque de la caisse, et **Laplace**, après **Condorcet** a montré comment **charger en conséquence les primes afin d'assurer la solvabilité de la compagnie d'assurance**. Depuis cette époque, la plupart des pays ont règlementé les tables de mortalité et les méthodes de calcul des provisions.

La **coutume** était que l'emprunteur servait un intérêt double **du taux des rentes perpétuelles**.... *rente perpétuelle ... au denier vingt*, *rente viagère ... au denier dix*.

(1671) Johan de Witt (...) a observé «**le plus souvent**» les rentes viagères sur des «**jeunes têtes**», à peine remises des maladies de l'enfance. ... Or de Witt se demande **ce qui est le plus coûteux pour l'Etat : d'emprunter à rentes viagères ou perpétuelles?**



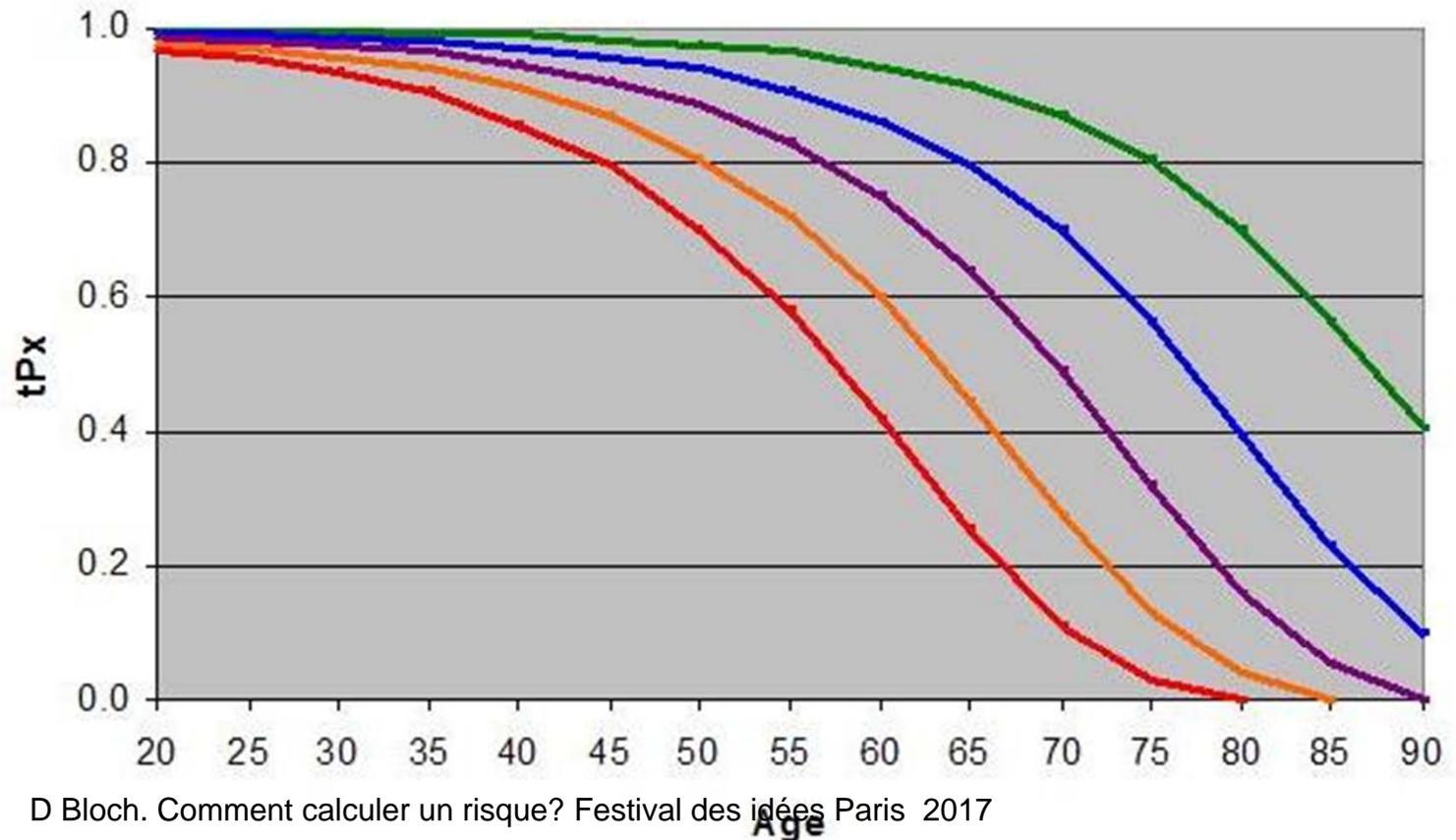
Halley (1652-1746): celui qui prédit le retour de la **comète**... et les **premières tables de mortalité** → **assurance-vie** + "**Amour du risque**": plongée sous-marine !



Buste de Halley



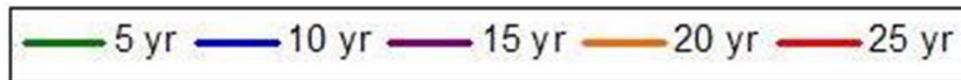
La Celestine



D Bloch. Comment calculer un risque? Festival des idées Paris 2017

https://en.wikipedia.org/wiki/Life_table

USA 2003



"Nul n'est si vieux qu'il ne puisse vivre encore une année" (1499)

Probabilités conditionnelles: inférence de Bayes / estimation a posteriori

théorème posthume (Price 1763)

Des probabilités aux statistiques

Le problème des faux positifs (maladies rares)

1 malade sur 1000

avec le test : 90% des malades sont détectés

mais 1% des bien-portants sont "détectés"

Combien de malades parmi les positifs au test ?

→ risque de **surdiagnostic** → évaluer les populations à risques

Les sondages

Les détecteurs de spam

Notre machinerie cérébrale

<https://sciencetonnante.wordpress.com/2012/10/08/les-probabilites-conditionnelles-bayes-level-1/>

+ théorème de Bayes wiki



Bayes (1702-1761)

Il y a trois sortes de **mensonges**: le mensonge ordinaire, le parjure et **les statistiques**.”

attribué à Benjamin Disraeli

selon QQ Citations - <https://qqcitations.com/citation/163968>

Il y a trois sortes de mensonges : les mensonges, les sacrés mensonges et **les statistiques**

attribué à Mark Twain ?

<http://www.maphilo.net/citations.php?cit=4769>

la tête dans le four

les pieds dans le congélateur

Tout va bien (la température moyenne est à 37°)

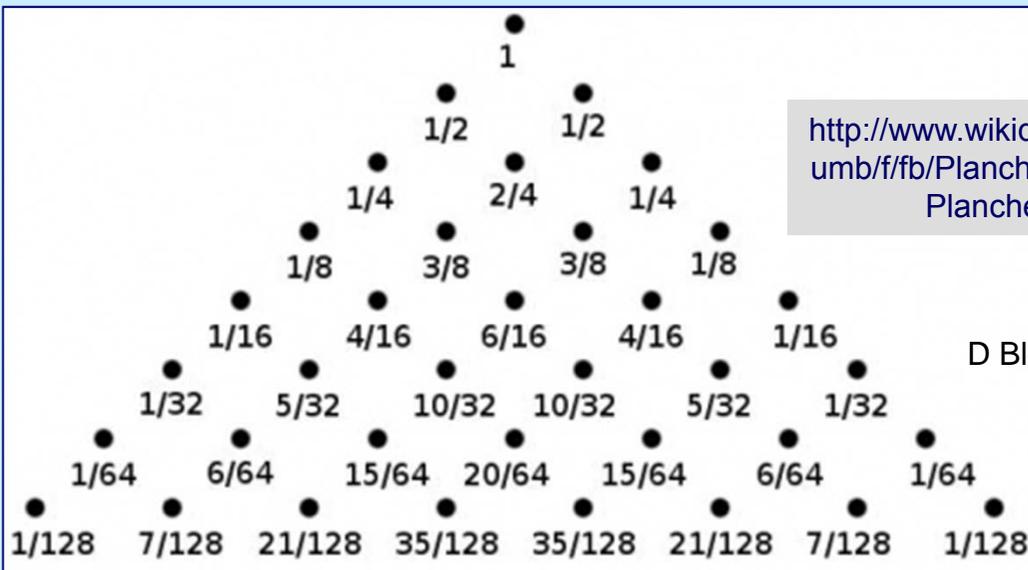
D Bloch. Comment calculer un risque? Festival des idées Paris 2017

« [le **hasard sauvage**] est très vilain, car il ne permet pas de raisonner en termes de moyennes. Si vous prenez **dix villes de France** au hasard et si vous **ratez Paris, Lyon et Marseille**, vous allez faire chuter la taille moyenne dans votre échantillon. Si vous prenez **dix villes, dont Paris et neuf villages**, la moyenne n'autorise aucune **conclusion** sur les populations de villes tirées au hasard. »

wiki "hasard" (B. Mandelbrot)

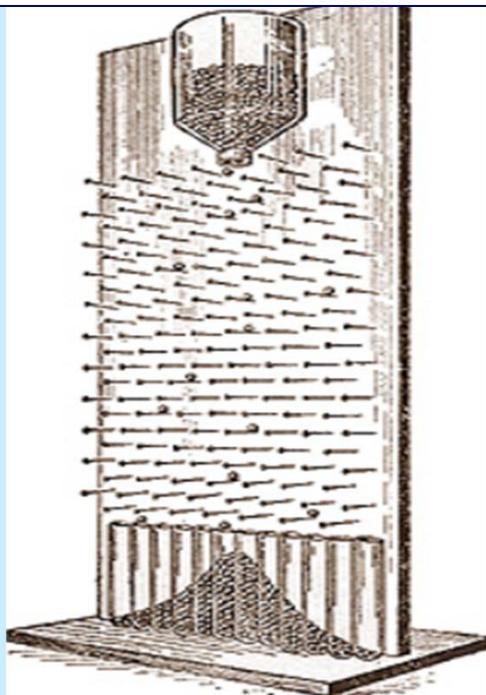


Gaussienne et planche de Galton

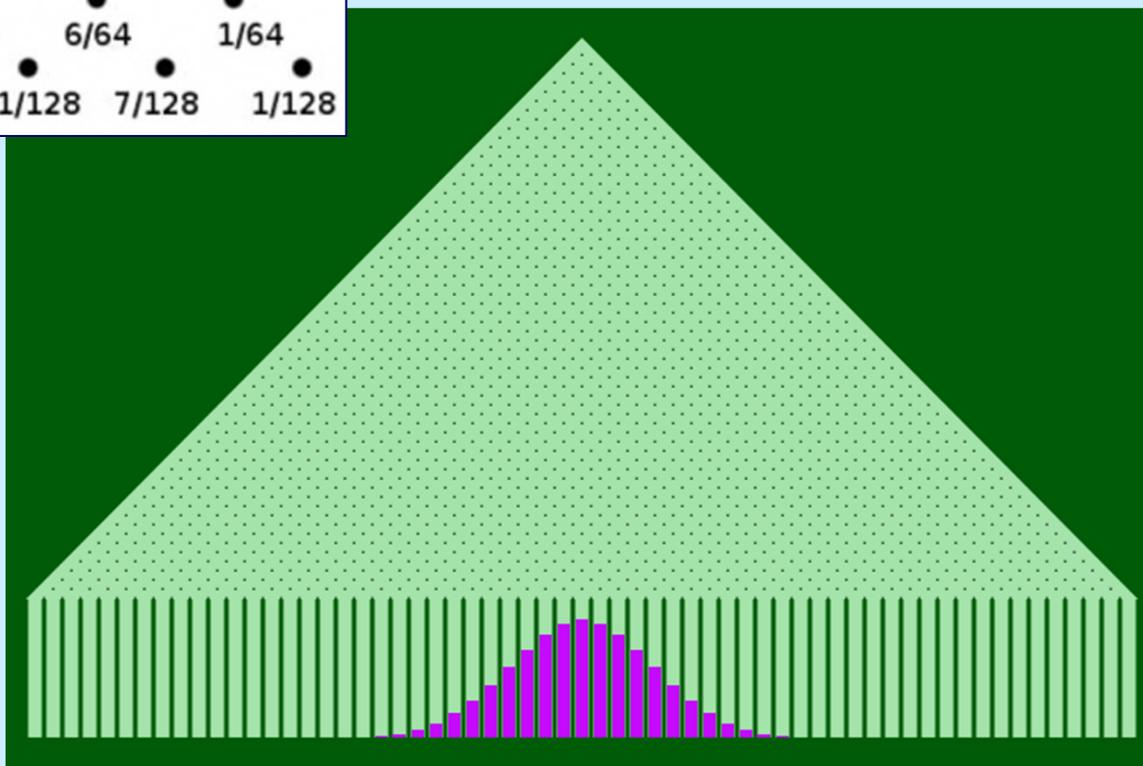


http://www.wikidebrouillard.org/images/thumb/f/fb/Planche_de_galton.JPG/450px-Planche_de_galton.JPG

D Bloch. Comment calculer un risque? Festival des idées Paris 2017



<http://serge.mehl.free.fr/chrono/Galton.html>



60 cases http://lmrs.univ-rouen.fr/Vulgarisation/Galton/galton_plus.html

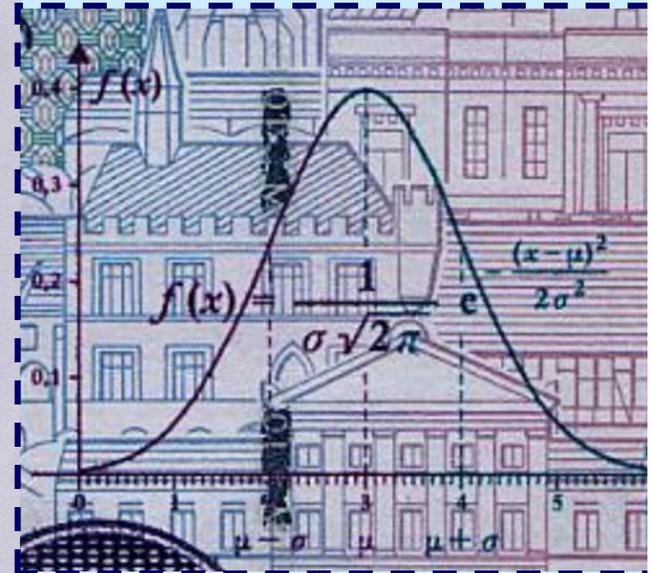


Houdon modelant le buste de Laplace

Boilly (Musée des Arts décoratifs)

Gauss

GN4480100S8



Deutsche Bundesbank
Wolfgang Krauß
 Frankfurt am Main
 1. September 1999

Le Calcul des Probabilités est né de l'étude des jeux de hasard. De nombreux savants s'en sont occupés depuis **Moivre et Bernoulli**. Mais il fallut attendre **Laplace** pour soupçonner son intérêt pour les **Mathématiques elles-mêmes et pour la Physique**. Même après **Laplace**, son développement fut lent. Dans des leçons professées à la Sorbonne, **Poincaré**, après avoir tenté d'expliquer le rôle de la loi dite de **Gauss** (en fait « **loi normale** » ou 2^{ème} loi de **Laplace**) dans la Théorie des erreurs d'observation, conclut, avec quelque découragement, à peu près de la manière suivante : « ***J'ai défendu de mon mieux la loi de Gauss... mais je ne suis pas satisfait de ma plaidoirie*** ». *La loi de Gauss est d'ailleurs un exemple de ce qu'ont été trop longtemps de nombreuses propositions du Calcul des Probabilités : les mathématiciens la croyaient vérifiée par l'expérience ; les physiciens la croyaient démontrée par les mathématiciens.*

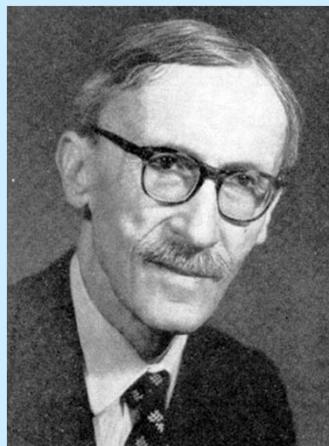
extrait de "La Jaune et la Rouge" (1964) pour l'élection de **Paul Lévy** (80 ans) à l'Académie des Sciences

<http://www.anales.org/archives/x/levybrard.html>

D Bloch. Comment calculer un risque? Festival des idées Paris 2017



Poincaré (1854-1912)



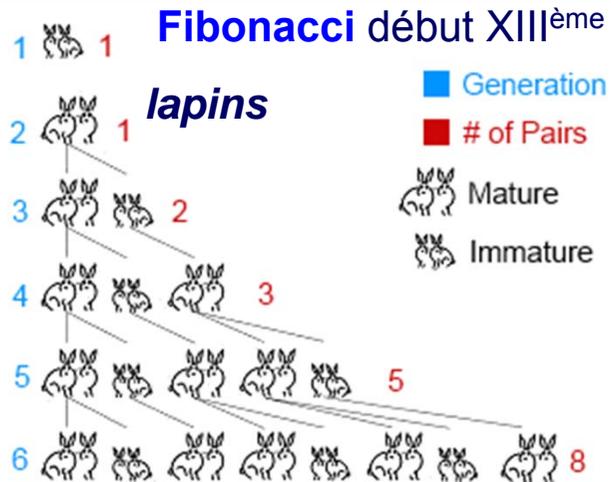
Lévy (1886-1971)



Lorenz (1917-2008)

Population, croissance, malthusianisme, oscillations, (vers le "chaos")

<https://mappingignorance.org/2015/07/20/the-math-of-sex-and-hunger-a-short-history-of-population-dynamics/>

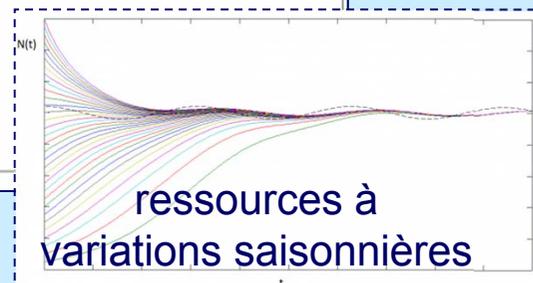
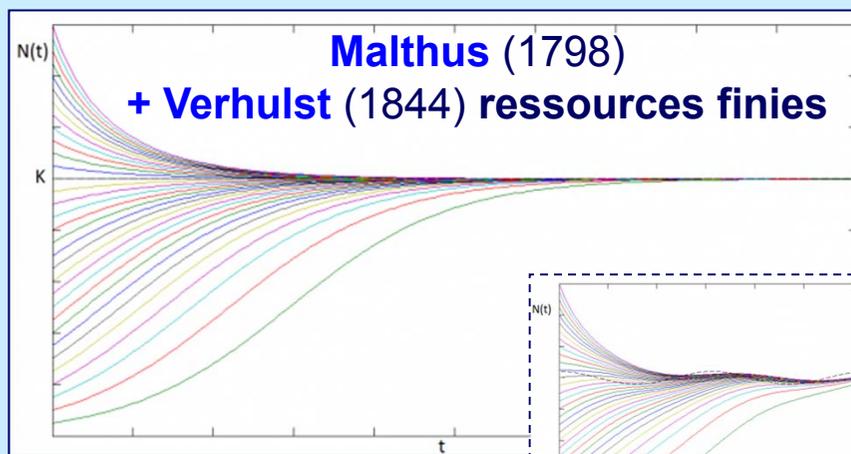
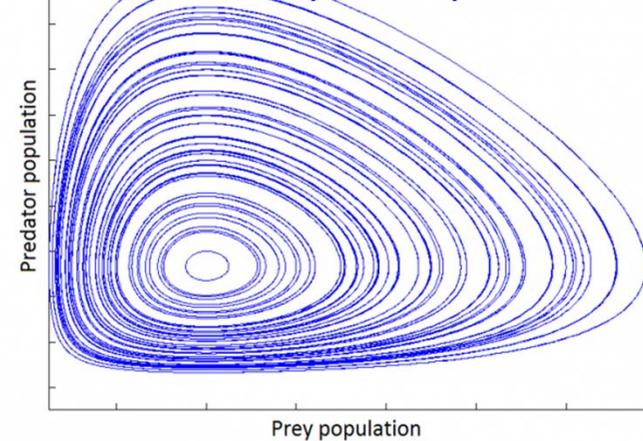


système simple (!) d'équations non-linéaires

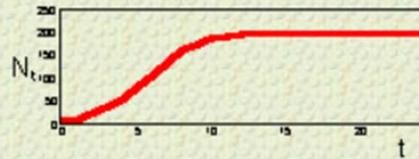


(poissons dans l'Adriatique)

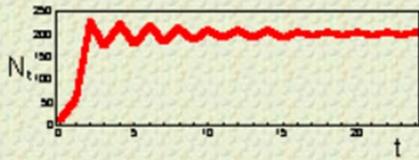
oscillations périodiques



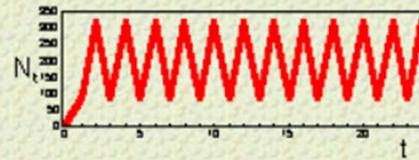
Dynamique de "population" et chaos ("*déterministe*")



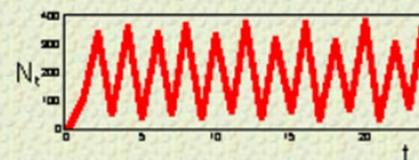
$r = 0.5$ Monotonous increase in numbers.
 $K = 200$



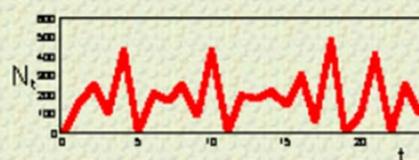
$r = 1.9$ Damping oscillations.
 $K = 200$



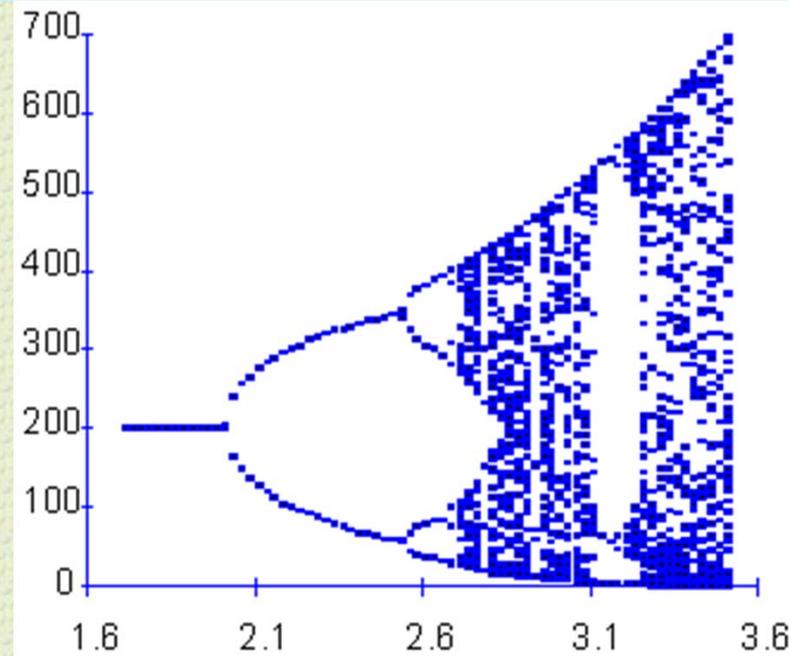
$r = 2.3$ Limit cycle with period = 2.
 $K = 200$



$r = 2.6$ Limit cycle with period = 4.
 $K = 200$



$r = 3.0$ Chaos.
 $K = 200$

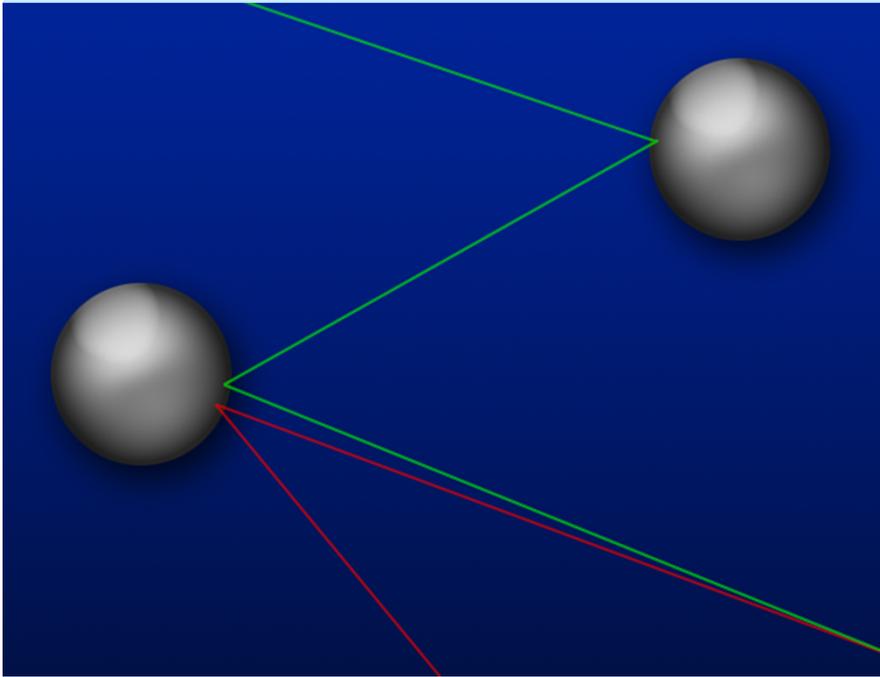


- $r < 2$ Stable equilibrium
- $r = 2$ Bifurcation into a 2-point limit cycle
- $r = 2.5$ Bifurcation into a 4-point limit cycle
- Then there is a series of cycle duplication: 8 points, 16 points, etc.
- $r = 2.692$ Chaos ("smear" of points)
- For $r > 2.7$ there are some regions where dynamics returns to a limit cycle, e.g., $r = 3.15$.

Ce n'est pas comme Galton avec des évènements tous indépendants, mais ici **corrélations avec du retard**

<https://www.ma.utexas.edu/users/davis/375/popecol/lec9/chaos.html>

Le chaos et "l'effet papillon"



Un exemple exposé par **Poincaré** pour illustrer la notion de chaos : si **on envoie un faisceau lumineux sur une sphère réfléchissante**, la différence d'angle si on déplace d'un dixième de degré la source, le rayon réfléchi peut changer totalement de direction. Si on place une seconde sphère, l'effet est encore plus marqué.

(wiki "effet papillon")

1963 : Lorenz (météorologue)

se lance dans des calculs sur ordinateur, et remarque la

sensibilité aux conditions initiales

1972: titre de la conférence (American Association for the Advancement of Science):

"Predictability: Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil Set off a Tornado in Texas?"

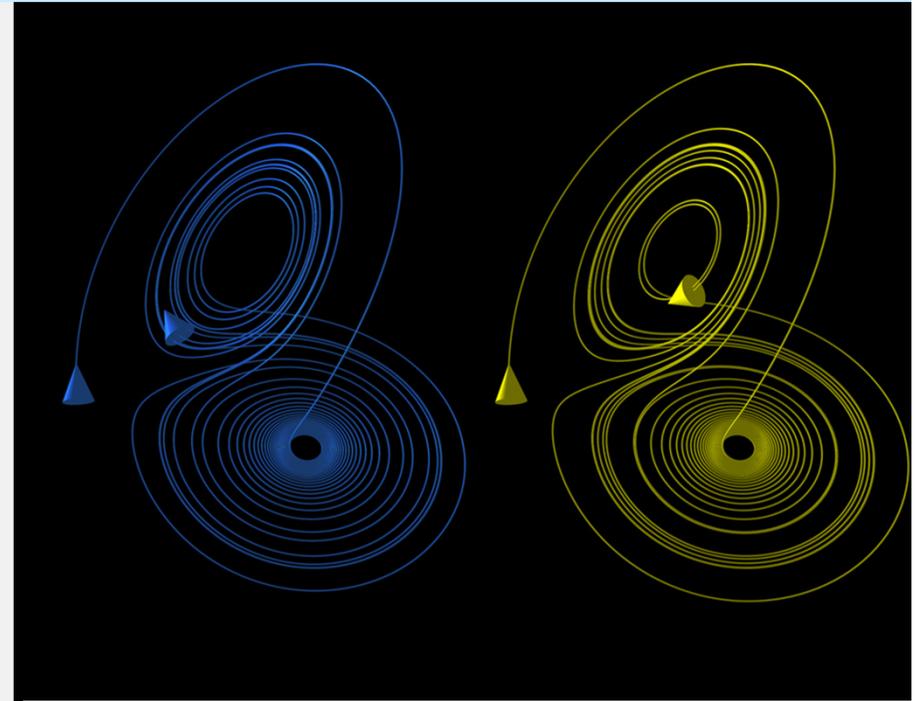
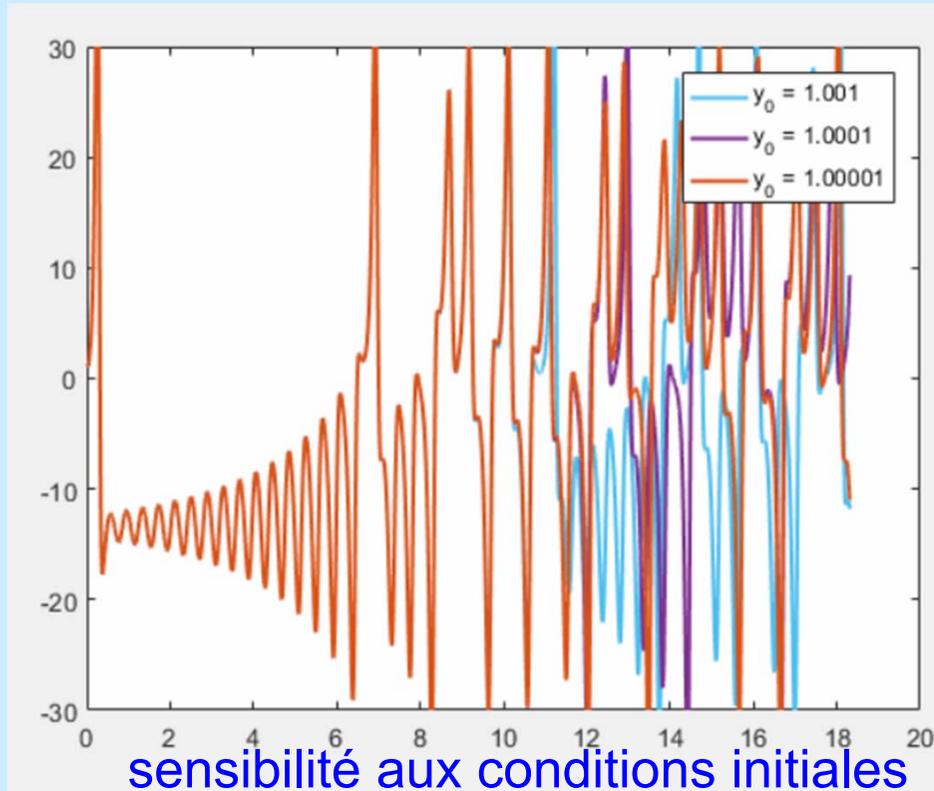
Un battement d'ailes de papillon au Brésil peut-il déclencher une tornade au Texas ?

Ceci n'est pas un effet papillon : rien de mesurable

Le nez de Cléopâtre et la face du monde
Pascal

À cause du clou, le fer fut perdu.
À cause du fer, le cheval fut perdu.
À cause du cheval, le cavalier fut perdu.
À cause du cavalier, le message fut perdu.
À cause du message, la bataille fut perdue.
À cause de la bataille, la guerre fut perdue.
À cause de la guerre, la liberté fut perdue.
Tout cela pour un simple clou.
L'Almanach du Bonhomme Richard
Benjamin Franklin

Système dynamique chaotique (modèle de Lorenz)



Created by ChaosBits using Mathematica and POV-Ray.

Trajectoire bleue pour un système de Lorenz avec $(\sigma, \rho, \beta) = (10, 28, 8/3)$ depuis le **point initial** $(0, 0, 1)$. Idem pour la trajectoire **jaune**, sauf que le point initial est $(0, 0, 1+\epsilon)$ avec $\epsilon = 10^{-5}$.

**1 battement d'aile.. oui
mais ..lequel ? (tous comptent)**

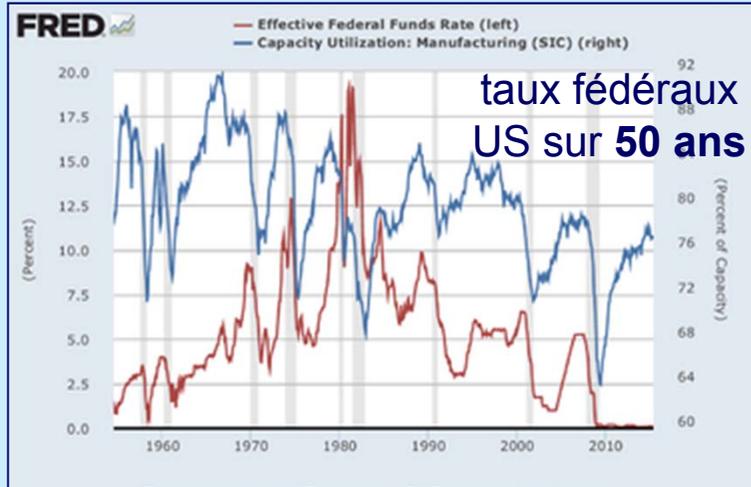
Un problème de fond pour la prévision **météo à long terme**

+ incertitudes sur les données de départ

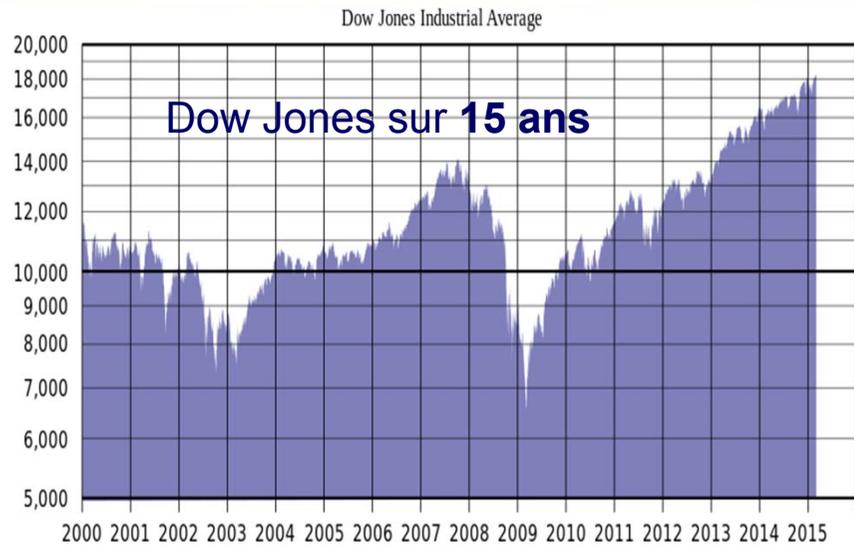
D Bloch. Comment calculer un risque? Festival des idées

Paris, 2017

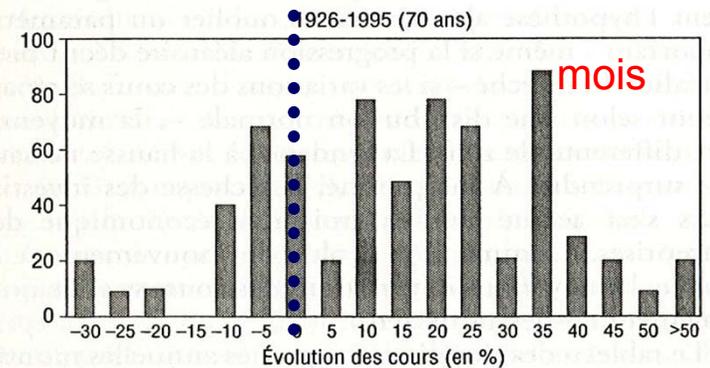
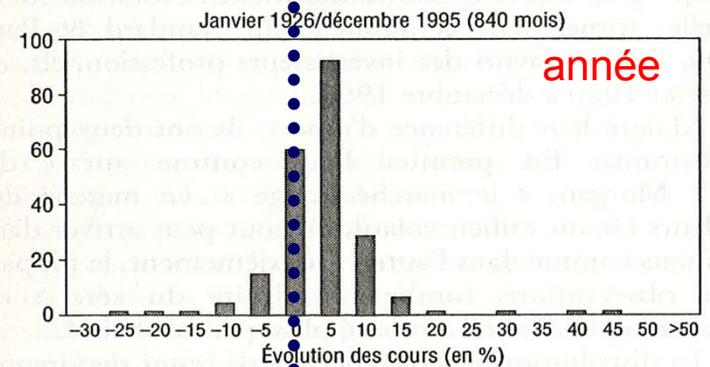
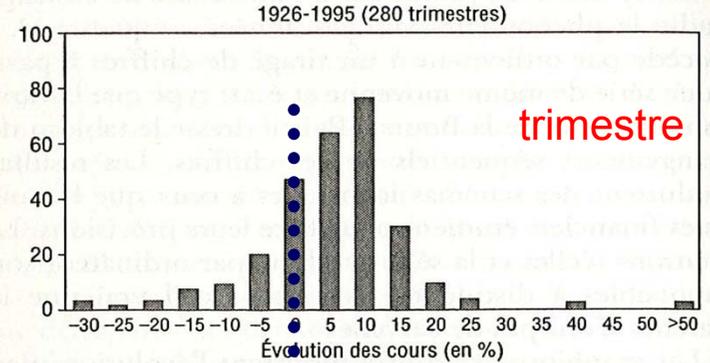
Les fluctuations boursières: chaos, fractales gaussiennes ?



S&P sur 70 ans



ÉVOLUTION MENSUELLE, TRIMESTRIELLE ET ANNUELLE DU STANDARD & POOR
 P.L. Bernstein



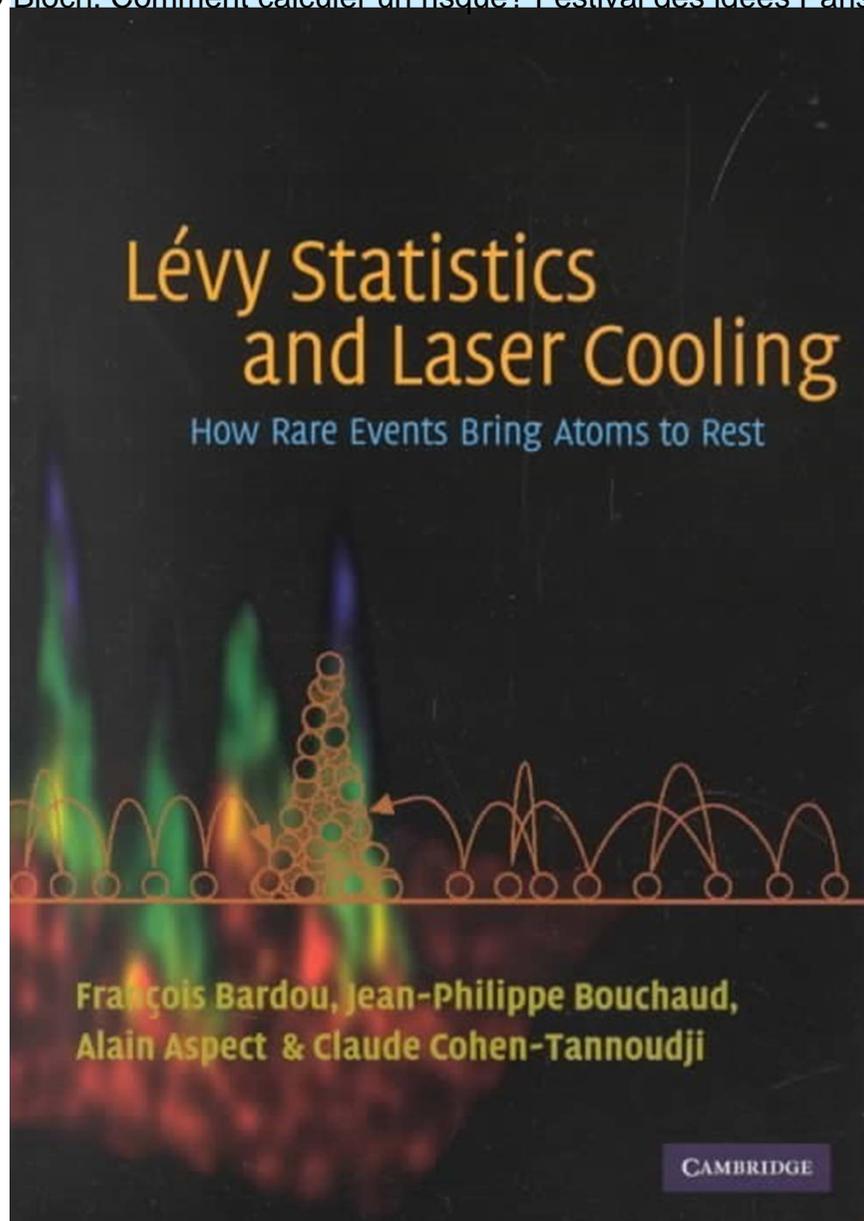
wiki "loi normale"

(...)

Économie

Les prix de certaines denrées sont données par une bourse, c'est le cas du cours du blé, du coton brut ou de l'or. Au temps t , le prix $z(t)$ évolue jusqu'au temps $t+T$ par l'accroissement $z(t+T)-z(t)$. En 1900, Louis **Bachelier** postule que cet accroissement suit une **loi normale** de moyenne nulle et dont la variance dépend de t et T . Cependant ce modèle satisfait peu l'observation faite des marchés financiers. D'autres mathématiciens proposent alors d'améliorer ce modèle en supposant que c'est l'accroissement $\ln z(t+T) - \ln z(t)$ qui suit une loi normale, c'est-à-dire que l'accroissement du prix suit une **loi log-normale**. Cette hypothèse est à la base du modèle et de la formule de *Black-Scholes* (1973) utilisés massivement par l'industrie financière.

Ce modèle est encore amélioré, par Benoît **Mandelbrot** notamment, en supposant que l'accroissement suit une loi stable (la loi normale est un cas particulier de loi stable). Il apparaît alors le **mouvement brownien** dont l'accroissement est de loi normale et le **processus de Lévy** (stable) dont l'accroissement stable pour modéliser les courbes des marchés

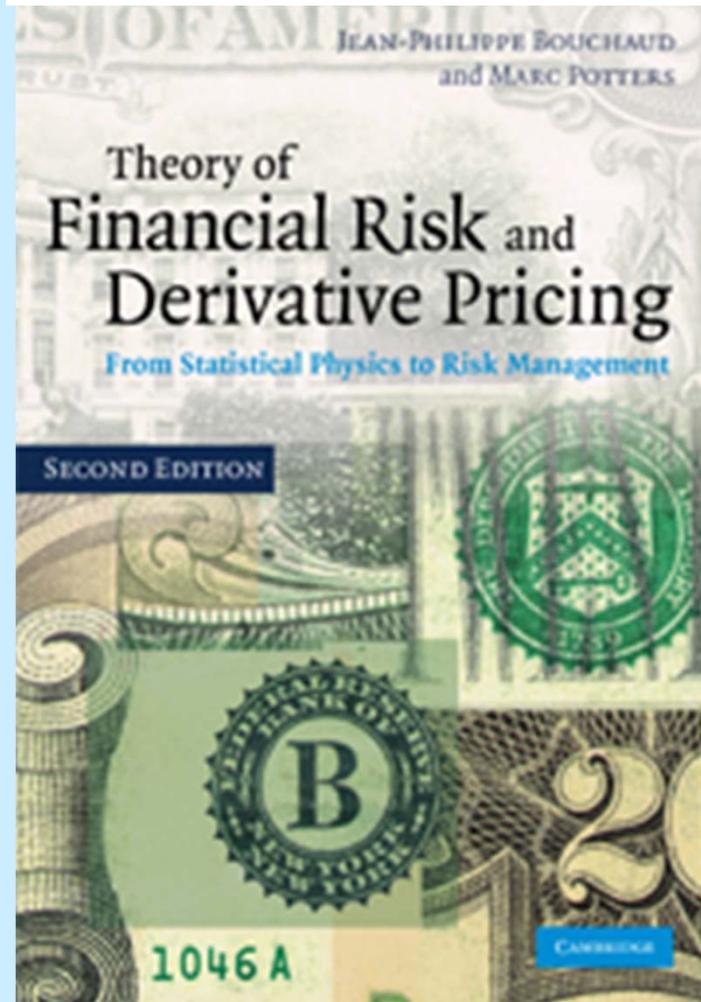


Statistiques de Lévy et refroidissement laser
*Comment les événements rares amènent
les atomes à l'immobilité*

**"Jean-Philippe Bouchaud, un physicien
dans la finance"**

Le chercheur utilise ses outils de physique
statistique pour gérer des portefeuilles et
critiquer les modèles financiers
orthodoxes

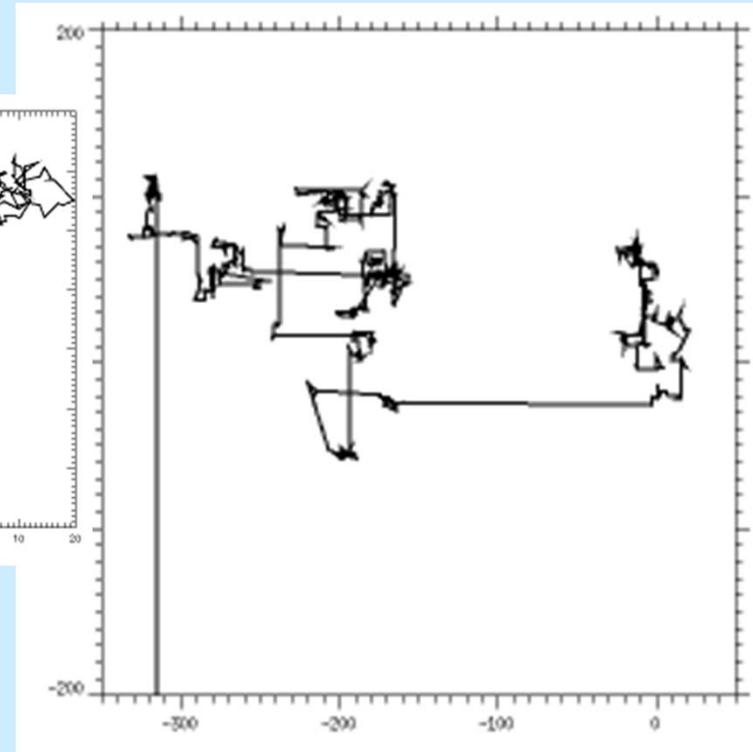
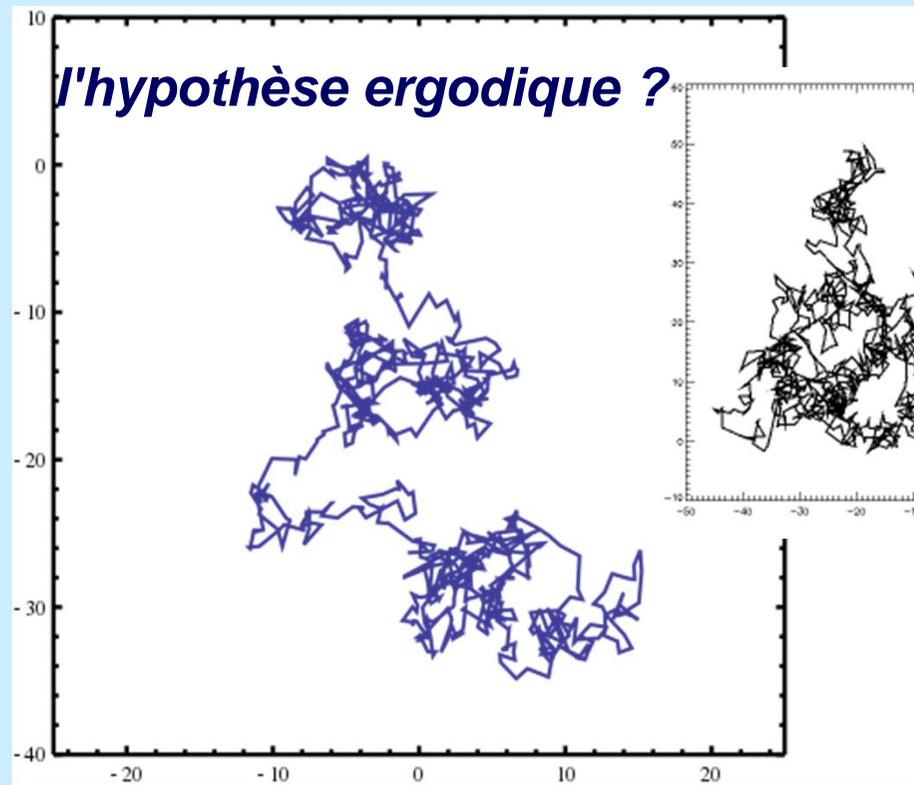
[LE MONDE](#) SCIENCE ET TECHNO | 25.10.2012 à
14h35 • Mis à jour le 01.11.2012 à 16h01 |



Mécanique statistique

Physique des gaz (19^{ème}) →
machines à vapeur + moteurs

Ceci n'est pas ni une toile
de Jackson Pollock,
ni d'art "fractal"



wiki : Un exemple à 1000 étapes d'un mouvement de type brownien approximé par une loi de vol de Lévy à deux dimensions. Depuis l'origine la distribution angulaire est uniformément aléatoire, et la longueur des sauts est distribuée par une loi de Lévy avec une distribution normale ($\alpha=2, \beta=0$)

http://wikipedia.qwika.com/en2fr/Lévy_flight

Un exemple de 1000 étapes d'un **vol de Lévy** dans deux dimensions. L'origine du mouvement est à [0.0] et X et y les composants de chaque étape sont indépendants et distribués selon un, distribution centrée symétrique de Lévy avec $c = 1$ et $\alpha = 1,2$.

mouvement brownien: marche au hasard

D Bloch. Comment calculer un risque? Festival des idées Paris 2017

Cet homme peut prévoir les krachs boursiers. Et si les financiers l'écoutaient enfin?

<http://www.slate.fr/life/79126/pourrait-on-prevoir-les-catastrophes>

Michel Alberganti (/source/46807/michel-alberganti) — 20.10.2013 - 13 h 36, mis à jour le 20.10.2013 à 13 h

36

L'explosion des bulles financières survient brusquement comme les cataclysmes provoqués par les rois-dragons chinois. Néanmoins, des spécialistes du chaos affirment être en mesure de les anticiper.



Conférence TED de Didier Sornette en juin 2013 à Edimbourg. Capture d'écran.

un des 18 Français à avoir donné une conférence TED global

YAHOO! FRANCE

dimanche 20 octobre 2013 | Yahoo.com

Pitch Elevator

ACTUALITÉS SPORT PEOPLE FINANCE

- Participation en hausse à midi à la primaire PS de...
- Manuel Valls salue l'offre de François Hollande à Leonarda
- Il peut prévoir les krachs boursiers**
- Elections au Luxembourg: "stop ou encore" pour...
- Pour Manuel Valls, "il fallait faire des gestes" envers...
- Au moins 12 morts dans des attentats en Irak
- La foudre tombe à quelques mètres de ces pêcheurs en...
- Combien de temps passe t-on à dormir ? Découvrez la vie...
- Mark Zuckerberg : Randi a travaillé au sein de Facebook...
- Miley Cyrus répond aux accusations de sa danseuse naine

Alors ça, il achète !

Pour Jean-Marc Généreux, le candidat le plus sensuel de Danse avec les stars est... une femme

SITES YAHOO Modifier

Physics

Viewpoint

How to Control Your Dragons

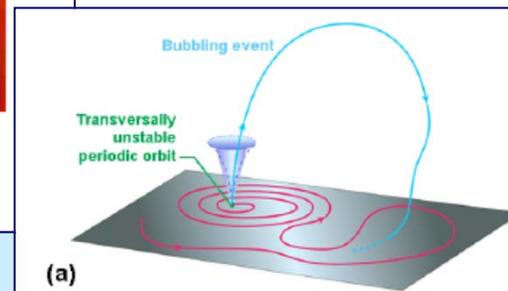
Adilson E. Motter

Department of Physics and Astronomy and Northwestern Institute on Complex Systems, IL 60208, USA

Published November 4, 2013

A class of coupled oscillators for which extreme events, called dragons and mitigated provides insights into the control of complex systems.

Subject Areas: Nonlinear Dynamics, Interdisciplinary Physics



Extreme Events in a Chaotic System, Adilson E. Motter, Didier Sornette, Edward Ott, and Daniel J. Gauthier, November 4, 2013

Selected for a Viewpoint in Physics
 PRL 111, 198701 (2013) PHYSICAL REVIEW LETTERS week ending 8 NOVEMBER 2013

Predictability and Suppression of Extreme Events in a Chaotic System

Hugo L. D. de S. Cavalcante* and Marcos Oriá

Grupo de Física Atômica e Lasers-DF, Universidade Federal da Paraíba, Caixa Postal 5086, 58051-900 João Pessoa, Paraíba, Brazil

Didier Sornette

ETH Zurich, Department of Management, Technology and Economics, Scheuchzerstrasse 7, CH-8092 Zurich, Switzerland

Edward Ott

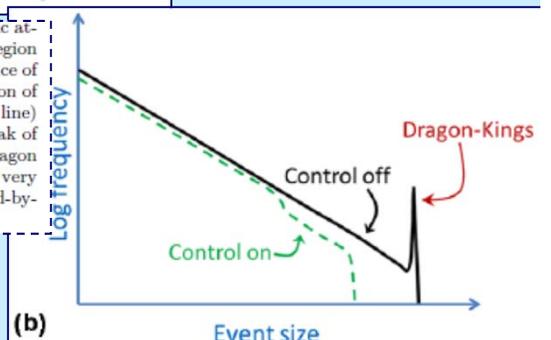
Institute for Research in Electronics and Applied Physics, University of Maryland, College Park, Maryland 20742, USA

Daniel J. Gauthier

Department of Physics, Duke University, Box 90305, Durham, North Carolina 27708, USA
 (Received 31 December 2012; revised manuscript received 31 July 2013; published 4 November 2013)

In many complex systems, large events are believed to follow power-law, scale-free probability

FIG. 1: (a) Schematic illustration of bubbling in a chaotic attractor. Trajectories that cross into the shaded conical region are ejected away from the attractor because of the presence of a transversely unstable orbit. (b) Simplified representation of the frequency of events as a function of their sizes (solid line) in the experiments of Cavalcante *et al.* [1], where the peak of largest events correspond to bubbling events (termed dragon kings by the authors). The frequency of large events is very significantly reduced by the proposed prediction-followed-by-control scheme (dashed line). (APS/Carin Cain)



D Bloch. Comment calculer un risque? Festival des idées Paris 2017

"Vol de Lévy": une distribution mathématique,
qui intéresse aussi les financiers,
mais peut-être partout dans la nature...
*Un certain rapport au "risque", pour aller trouver
"plus" qu'en restant à distance "moyenne"*

Lévy flight search patterns of wandering albatrosses

G. M. Viswanathan, V. Afanasyev, S. V. Buldyrev, E. J. Murphy, P. A. Prince & H. E.
Stanley **Nature** 381, 413–415 (30 May 1996)

Lévy flights are a special class of *random walks* whose step lengths are not constant but rather are chosen from a probability distribution with a power-law tail. Realizations of Lévy flights in physical phenomena are very diverse, examples including fluid dynamics, dynamical systems, and micelles. This diversity raises the possibility that Lévy flights may be found in biological systems. A decade ago, it was proposed that Lévy flights may be observed in the behaviour of foraging ant. Recently, it was argued that *Drosophila* might perform Lévy flights, but **the hypothesis that foraging animals in natural environments perform Lévy flights has not been tested**. Here we study the foraging behaviour of the wandering albatross *Diomedea exulans*, and find a *power-law distribution of flight-time intervals*. We interpret our finding of temporal scale invariance in terms of a scale-invariant spatial distribution of food on the ocean surface. Finally, we examine the significance of our finding in relation to the **basis of scale-invariant phenomena observed in biological systems**.

"Vol de Lévy": une distribution mathématique,
 qui intéresse aussi les financiers,
 mais peut-être partout dans la nature...
*Un certain rapport au "risque", pour trouver
 "plus" qu'en restant à distance*

Lévy flight search patterns

G. M. Viswanathan, V. Afanasyev, S. Stanley, **Nature** 404, 901-904 (2000)
 S. Viswanathan, P. A. Prince & H. E. Stanley, **Nature** 381, 413-416 (1998)

Lévy flights are a special case of random walks whose step lengths are not constant but rather are chosen from a probability distribution with a power-law tail. Realizations of Lévy flights in physical and dynamical systems are diverse, examples including fluid dynamics, animal foraging, and human search patterns. A decade ago, it was proposed that Lévy flights may be observed in the foraging behaviour of the honey bee, *Bombus terrestris*. Recently, it was argued that *Drosophila* might also exhibit Lévy flights. **the hypothesis that foraging animals in natural environments has not been tested.** Here we study the foraging behaviour of the wandering albatross, *Diomedea exulans*, and find a power-law distribution of flight-time intervals. We interpret our finding of temporal scale invariance in terms of a scale-invariant spatial distribution of food on the ocean surface. Finally, we examine the significance of our finding in relation to the **basis of scale-invariant phenomena observed in biological systems.**

D Bloch. Comment calculer un risque? Festival des idées Paris 2017

Les conséquences sociales, qui selon **Malthus** résultent du déséquilibre entre la **croissance exponentielle de la population** et la croissance plus lente de la production de nourriture, seront la cible des critiques de **Marx**. Le livre de Malthus inspirera aussi à **Darwin** sa théorie de l'évolution par la sélection naturelle (« L'origine des espèces », 1859).

Un passage (...) du livre de Malthus incite également certains à s'intéresser à la question de l'extinction des noms de famille. (...) En 1927, **Haldane** utilise un modèle analogue pour analyser l'apparition de gènes mutants. Après les travaux de **Steffensen** puis de **Kolmogorov**, on parlera de théorie des **processus de branchement**.

La différence principale avec la démographie, c'est que l'équation intégrale linéaire pour **n'est valable qu'au tout début de l'épidémie, lorsque le nombre de personnes infectées n'est qu'une petite fraction de la population**. Au delà, on n'échappe pas à **des équations non linéaires**.

C'est ainsi qu'on lit quelques fois dans la presse des phrases du genre « **Il faut savoir qu'un enfant malade est susceptible de contaminer 2,7 autres enfants.** » (Le Monde, 15/09/2009, « Deux approches d'experts face à la grippe A »). Ou encore : « Ce taux de 50 % a été calculé en fonction du taux de reproductivité de l'agent infectieux inoculé dans une population saine » (Le Monde, 26/06/2009, « **Grippe A : la moitié de la population française est menacée** »). Dans la première citation, « l'expert » veut dire que $R_0 = 2,7$. Dans la seconde citation, un autre « expert » se base probablement sur une estimation $R_0 = 2$.

Didier Raoult, ... estime : « *Mais depuis l'apparition du virus, rien ne s'est vraiment passé comme prévu, les **modélisations mathématiques** qui ont été produites ressemblent plus à des prédictions de **Nostradamus** qu'à autre chose* » (Le Monde, 15/09/2009)

extraits de : Nicolas Bacaër, Images des Mathématiques, CNRS, 2009

"Dynamique des populations: Dynamique des populations : Histoire de R_0 , de Fibonacci à la grippe H1N1",