



Hommage à Abraham de Moivre

Abraham de Moivre : ses traces dans les mathématiques. Une analyse bibliométrique

Conor J. Maguire

Société des lettres, sciences et arts du Saumurois, 41–43, rue de la Croix-Verte, 49400 Saumur, France

INFO ARTICLE

Historique de l'article :

Reçu le 23 avril 2019

Accepté le 23 avril 2019

Disponible sur Internet le 2 juillet 2019

Mots-clés :

Abraham de Moivre

Probabilités

Nombres complexes

Bibliométrie

Culturomics

Big data

RÉSUMÉ

Nous analysons dans cet article, de manière quantitative, les traces d'Abraham de Moivre que l'on retrouve dans les littératures française et anglaise, en utilisant la technique de la bibliométrie. Nous analysons des dizaines de millions de livres et d'articles numérisés par Google Books, qui constituent une source riche de *big data*. Nous déployons le moteur de recherche N-gram. Les résultats montrent statistiquement l'influence de ce grand mathématicien français sur la théorie des probabilités et sur les nombres complexes. Bien qu'il ait passé la plus grande partie de sa vie en exil à Londres, nous suggérerons qu'il serait approprié qu'une rue soit baptisée du nom d'Abraham de Moivre dans la ville de Saumur, en France, où il a étudié pendant deux ans à l'Académie protestante.

© 2019 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Un poème¹ d'Henry Wadsworth Longfellow (1807–1882) saisit avec élégance à la fois le caractère transitoire de nos vies et la possibilité, par les œuvres d'un grand esprit, de laisser des traces durables (empreintes de pas) sur « les sables du temps », c'est-à-dire sur notre culture :

*Lives of great men all remind us
We can make our lives sublime,
And, departing, leave behind us
Footprints on the sands of time;*²

Dans cet article, nous quantifions les traces laissées dans la mémoire des hommes par le grand esprit que fut Abraham de Moivre (1667–1754). Les imprimés recèlent un parcours important de notre culture et c'est dans ce fonds documentaire que l'on peut trouver des « empreintes de pas », des influences et des influenceurs sur l'évolution de la civilisation humaine [1]. L'exploitation de ce type d'informations est maintenant appelée *culturomics* [2]. Ce domaine est bien facilité par le fait qu'une grande partie des connaissances humaines est en train d'être numérisée. Roser [3] montre l'extraordinaire croissance

Adresse e-mail : cm@chateaubeaulieu.fr.

¹ A Psalm of Life.

² Une traduction littérale en français.

Les vies des grands hommes nous le rappellent

Nous pouvons rendre nos vies sublimes,

Et en partant, laissez derrière nous

Des empreintes de pas sur les sables du temps ;

<https://doi.org/10.1016/j.crme.2019.06.006>

1631-0721/© 2019 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

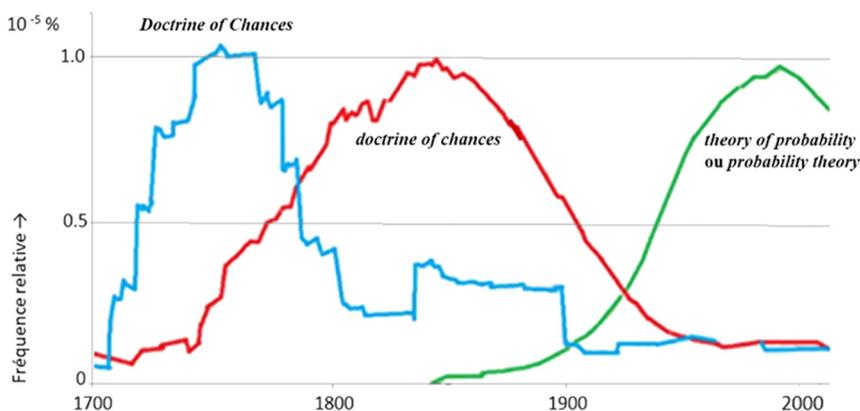


Fig. 1. Vagues d'influence du livre *The Doctrine of Chances* dans le corpus anglais, 1700–2008. Lissage des données = 30 ans. Noter que la courbe « probability » était beaucoup plus grande que les deux autres vagues de chances ; donc, les courbes « *Doctrine of Chances* » et « *doctrine of chances* » ont été multipliées par un facteur heuristique de 6 pour rendre les trois vagues plus facilement comparables. Source des données : Google Books.

du secteur du livre en Europe occidentale sur une période de 1300 ans. Par conséquent, il existe de plus en plus de données à exploiter. Jusqu'en l'an 700, environ 120 livres seulement étaient produits chaque année ; mais en 1790, mille ans plus tard, 20 millions avaient été imprimés. Selon l'analyse de Google, il existe aujourd'hui un total de 129 864 880 livres [4], dont un quart du total « Google » a déjà été scanné : environ 30 millions de livres [5].

Nous déployons la technique de la bibliométrie pour analyser les sources imprimées. La bibliométrie est devenue une approche reconnue pour extraire de gros volumes de données (*big data*) sous forme imprimée [6,7]. La technique est maintenant bien établie et est utilisée comme outil de prise de décision [8]. Nous comparons les références à Abraham de Moivre et à ses œuvres (occurrences ou *hits*) dans le corpus³ de la littérature numérisée publiée dans Google Books, et nous utilisons le générateur N-gram de Google [9] pour effectuer une analyse bibliométrique de séries chronologiques de 1700 à 2008.⁴ L'ensemble de données examiné couvre des milliards de mots et de phrases dans des millions de livres écrits en sept langues (www.culturomics.org). Nous analysons également la base de données Google Scholar, qui regroupe la plupart des revues et ouvrages universitaires en ligne et examinés par des pairs, des documents de conférence, des thèses, etc., et contient environ 160 millions de documents [11]. Nous faisons des comparaisons entre Abraham de Moivre et d'autres grands mathématiciens ; étant donné qu'il a passé la majeure partie de sa vie à Londres, nous montrons comment il a été référencé à la fois dans la littérature anglaise et dans celle en sa langue maternelle, le français.

1. Probabilités

L'un des domaines des mathématiques auxquels Abraham de Moivre a grandement contribué est la théorie des probabilités. Il a été l'un des pionniers du développement de techniques quantitatives destinées à structurer la prise de risque (qui fait souvent partie intégrante de la vie) et du calcul des résultats probables des processus stochastiques (omniprésents dans les systèmes physiques). La capacité à estimer le risque, ou les probabilités, a toujours été importante pour la survie ; cependant, tout au long de l'histoire, cela s'est fait simplement par instinct, tant chez l'homme que chez l'animal [12]. Fontanari et al. [13], affirment que « *l'esprit humain possède une connaissance probabiliste de base* », mais ils avertissent que cette connaissance est faillible.⁵ Daniel Kahneman [15], psychologue qui a reçu le prix Nobel d'économie en 2002 pour son développement de l'économie comportementale, a expliqué pourquoi une telle prudence est nécessaire : « *Nous cherchons des modèles, croyons en un monde cohérent [...] Nous ne gérons pas bien le caractère aléatoire et voyons plutôt des modèles où il n'y en a pas. Nos cousins, les macaques rhésus, le font aussi !* » Ainsi, le développement, aux XVII^e et XVIII^e siècles, d'outils techniques permettant de calculer les probabilités constituait un progrès critique pour l'avancement de la société.

Le terme *doctrine of chances* d'Abraham de Moivre s'appelle de nos jours en anglais *the theory of probability* ou *probability theory*. La terminologie de la probabilité a évolué au fil du temps. La Fig. 1 suggère que le choix du titre *Doctrine of Chances* par Moivre pour son livre [16] est probablement une cause majeure de la vague de références génériques ultérieures à la *doctrine of chances*⁶ telle que trouvée dans le corpus anglais. Vers 1750, les références à *Doctrine of Chances* sont plus

³ Un ensemble de documents, artistiques ou non (textes, images, vidéos, etc.), regroupés dans une optique précise.

⁴ Noter les limitations du générateur de N-gram [10].

⁵ Un exemple familier de partialité humaine est ce que l'on appelle « l'erreur du parieur » (*the Gambler's Fallacy*), qui peut se produire dans une situation très familière : la décision d'un gardien de but, qui pense qu'il voit une tendance, dans les tentatives précédentes, de se déplacer à droite ou à gauche dans une situation de pénalité [14].

⁶ À noter qu'une recherche N-gram dans Google Books permet de distinguer les lettres majuscules des minuscules. Par conséquent, les recherches « *Doctrine of Chances* » et « *doctrine of chances* » donnent des résultats différents.

Tableau 1

Nombre de résultats (*hits*) pour les noms de mathématiciens sélectionnés dans Google Books, Google Scholar, Internet et les catalogues de la Bibliothèque nationale de France (BNF) et de la British Library (BL).

Mathématicien	Google Books	Google Scholar	Internet	BNF	BL
Jean-Robert Argand (1768–1822)	6 790	639	95 300	2	1
Caspar Wessel (1745–1818)	15 900	2 500	205 000	34	20
Abraham de Moivre (1667–1754)	28 200	4 610	142 000	15	21
Carl Friedrich Gauss (1777–1855)	182 000	22 700	1 350 000	125	158
Leonhard Euler (1707–1783)	408 000	29 000	1 710 000	315	272

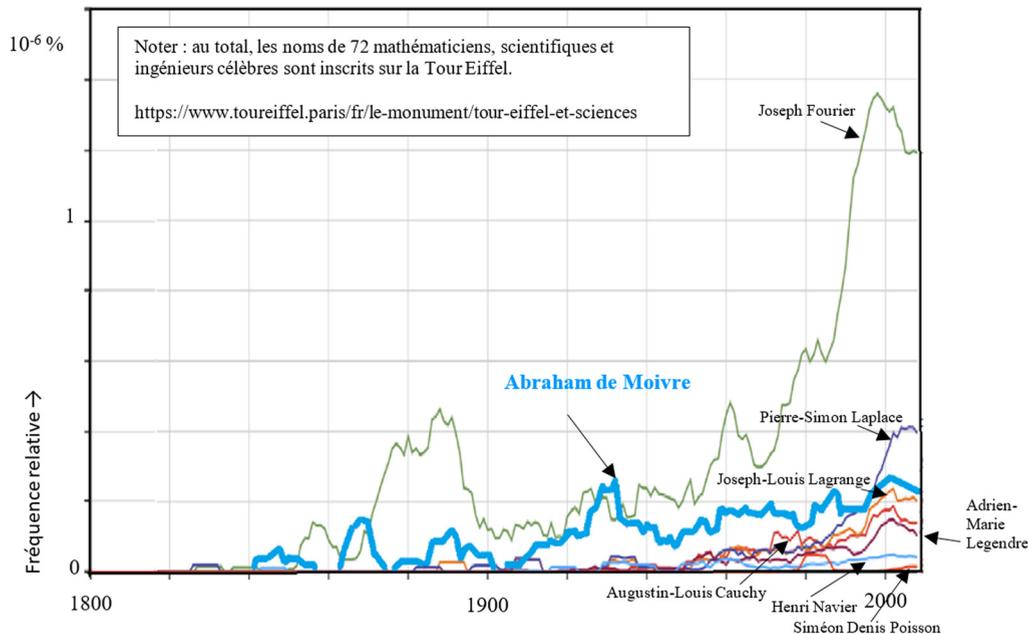


Fig. 2. Le nom d'Abraham de Moivre dans le corpus anglais, 1800–2008, comparé à ceux de certains mathématiciens dont les noms sont inscrits sur la tour Eiffel, à Paris. Lissage des données : 3 ans.

Source des données : Google Books.

nombreuses, alors que *doctrine of chances* atteint son apogée autour de 1840–1850. À partir des années 1850, le terme *doctrine of chances* a décliné et a été dépassé, dans le corpus anglais, par une vague des termes modernes, *the theory of probability* ou *probability theory*.

2. Nombres complexes

Il est instructif de comparer le travail d'Abraham de Moivre à celui d'une sélection de mathématiciens renommés qui ont également apporté une contribution importante au développement de nombres complexes ; en particulier, une comparaison avec un vrai géant : le mathématicien et physicien suisse Leonhard Euler (1707–1783). Bien entendu, il convient de rappeler qu'une comparaison avec Euler revient à un affrontement avec le Mozart des mathématiques [17]. Le Tableau 1 indique le nombre de résultats (*hits*) de Moivre par rapport à une sélection de mathématiciens qui ont apporté des contributions majeures au développement des nombres complexes : Euler, Wessel, Argand et Gauss. La recherche dans Google Books a généré environ 28 200 résultats (*hits*) pour Abraham de Moivre et environ 408 000 pour Leonhard Euler. Les *hits* de Moivre ne représentent que 7,8 % du total de ceux d'Euler ; cependant, étant donné le statut historique de celui-ci, la position relative, ou le classement, de celui-là est néanmoins impressionnante. Il est également important de comprendre que la citation relative (le terme est utilisé ici dans un sens très général pour inclure les *hits* dans différents référentiels) n'est pas nécessairement linéaire [18]. Ce phénomène non linéaire est connu en linguistique comme la loi de Zipf [19,20]. Une variante de cette distribution est appelée « loi de Price » [21,22].

3. Les corpus français et anglais – et autres

Une analyse de la fréquence des références à, par exemple, « formule de Moivre » dans le corpus français et à « *de Moivre's formula* » dans le corpus anglais de 1700 à 2008 montre que Moivre était en fait beaucoup plus référencé dans la littérature

française par rapport à ce qu'il en était dans la littérature anglaise. Aujourd'hui, la célèbre formule de Moivre est référencée en anglais presque dans les mêmes proportions qu'en français. En outre, elle est référencée partout dans le monde ; en espagnol, par exemple, « *Fórmula de Moivre* » est référencée à près de 40 % du total français. En allemand, « *Satz von de Moivre* » est référencé à 2,5 fois le total français.

De nos jours, le nom d'Abraham de Moivre est référencé à peu près dans les mêmes mesures en français, en anglais, en allemand, en néerlandais, en polonais et en suédois. En italien, il est référencé à 30 % de ce qu'il l'est en français et en espagnol à environ 16 %. Son influence est clairement internationale.

4. Un panthéon national – la tour Eiffel, Paris

Nous comparons ici les *hits* dans Google Books (le corpus anglais) du nom « Abraham de Moivre » avec ceux d'un échantillon de mathématiciens français renommés qui ont été honorés par une inscription apposée sur la tour Eiffel à Paris.

Bien que le nom d'Abraham de Moivre ne soit pas inscrit sur la tour, il ressort clairement de la Fig. 2 qu'il occupe depuis longtemps une position honorable, importante, dans la littérature anglaise par rapport à une liste sélectionnée parmi ceux dont les noms sont inscrits.

5. Conclusions

L'influence d'Abraham de Moivre sur les mathématiques, sur notre culture en fait, persiste. Ses traces, ses « empreintes de pas sur les sables du temps », ne se sont pas estompés : ils resteront pérennes.

En prenant tout en compte, il apparaît à l'évidence que notre homme mérite de prendre sa place dans le panthéon des grands mathématiciens – et d'être reconnu dans un lieu d'importance nationale. Peut-être qu'une rue nommée en son honneur à Saumur, où il a étudié pendant deux ans, serait un geste approprié de la part de la ville ?

Références

- [1] E.W. Hulme, *Statistical Bibliography in Relation to the Growth of Modern Civilization: Two Lectures Delivered in the University of Cambridge in May 1922*, Butler & Tanner Grafton, London, 1922.
- [2] J.-B. Michel, E. Lieberman-Aiden, Quantitative analysis of culture using millions of digitized books, *Science* 331 (6014) (2010) 176–182, <https://doi.org/10.1126/science.1199644>.
- [3] M. Roser, Books, publié en ligne sur www.OurWorldInData.org, 2017.
- [4] L. Taycher, Books of the World, Stand up and Be Counted! All 129,864,880 of You, Google Inc., 2010.
- [5] T. Wu, What ever happened to Google books?, *New Yorker* (11 septembre 2015).
- [6] E. Lieberman-Aiden, J.-B. Michel, *Uncharted: Big Data as a Lens on Human Culture*, first edition, Riverhead Books, New York, ISBN 1594487456, 2013.
- [7] C.M. Stützer, M. Welker, M. Egger, *Computational Social Science in the Age of Big Data*, Neue Schriften zur Online-Forschung, vol. 15, Herbert von Halem Verlag, 2018.
- [8] OECD et SCImago Research Group, *Compendium of Bibliometric Science Indicators*, OECD, Paris, 2016, <http://oe.cd/scientometrics>.
- [9] D. Jurafsky, J.H. Martin, *Speech and Language Processing*, Stanford University, 2014, <https://lagunita.stanford.edu/c4x/Engineering/CS-224N/asset/slp4.pdf>.
- [10] S. Zhang, The pitfalls of using Google Ngram to study language, www.wired.com, 2015, N-grams: for fun (and profit?), *TheBetterEditor of New England*.
- [11] E. Orduña-Malea, J.M. Ayllón, A. Martín-Martín, E. Delgado López-Cózar, Methods for estimating the size of Google Scholar, *Scientometrics* 104 (3) (2015) 931–949.
- [12] A. Hintze, R.S. Olson, C. Adami, R. Hertwig, Risk sensitivity as an evolutionary adaptation, *Sci. Rep.* 5 (2015) 8242.
- [13] L. Fontanari, M. Gonzalez, G. Vallortigara, V. Girotto, Probabilistic cognition in two indigenous Mayan groups, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 111 (48) (2014) 17075–17080.
- [14] A. Sarkar, *The Gambler's Fallacy and Hot Outcome: Cognitive Biases or Adaptive Thinking for Goalkeepers' Decisions on Dive Direction During Penalty Shootouts*, Bowling Green State University, OH, USA, 2017.
- [15] D. Kahneman, *Thinking, Fast and Slow*, Farrar, Straus and Giroux, New York, 2013.
- [16] A. de Moivre, *The Doctrine of Chances: Or, a Method for Calculating the Probabilities of Events in Play*, first edition, W. Pearson, London, 1718.
- [17] D. Stipp, *A Most Elegant Equation: Euler's Formula and the Beauty of Mathematics*, Hachette Book Group, New York, 2017.
- [18] M. Brzezinski, Power laws in citation distributions: evidence from Scopus, *Scientometrics* 103 (2015) 213, <https://doi.org/10.1007/s11192-014-1524-z>.
- [19] G. Zipf, *Human Behavior and the Principle of Least Effort*, Addison-Wesley, 1949.
- [20] I. Moreno-Sánchez, F. Font-Clos, Á. Corral, Large-scale analysis of Zipf's law in English texts, *PLoS ONE* 11 (1) (2016) e0147073, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147073>.
- [21] P.T. Nicholls, Price's square root law: empirical validity and relation to Lotka's law, *Inf. Process. Manag.* 24 (4) (1988) 469–477.
- [22] C. Petersen, J. Grue Simonsen, C. Lioma, Power law distributions in information retrieval, *ACM Trans. Inf. Syst.* 34 (2) (2016) 8.