

Société mathématique de France
Bibliothèque nationale de France

un texte, un mathématicien 2021



Julie Delon

Vincent Beffara

Patrick Popescu-Pampu

Marie Thérét

Tangente



Animath

{BnF

Société
Mathématique
de France



Bienvenue aux auditeurs,
jeunes et moins jeunes, du cycle de conférences
« Un texte, un mathématicien » !

La Bibliothèque nationale de France
est une des plus grandes et plus anciennes
bibliothèques, qui contient des millions d'ouvrages,
dans tous les champs du savoir
y compris les sciences.

La Société mathématique de France
est une des plus anciennes sociétés savantes,
ayant pour but « l'avancement et la propagation des
études de mathématiques pures et appliquées ».

Pour la dix septième année, la BnF et la SMF
s'associent pour organiser ces conférences où
de grands chercheurs nous montreront le chemin
qui mène d'un grand texte classique de
mathématiques jusqu'à la recherche contemporaine.

Partageons ensemble leur passion.

Bibliothèque nationale de France
Société mathématique de France

Des tas de sable aux pixels, deux siècles et demi de transport optimal depuis Monge

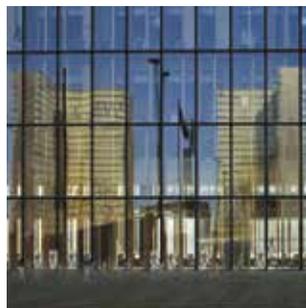
Julie Delon

Mercredi 20 janvier 2021

Au début de l'année 1781, Gaspard Monge a 34 ans et il enseigne les mathématiques à l'École du génie de Mézières, qui servira de modèle pour la création de l'École polytechnique en 1794. L'enseignement et la pratique des mathématiques de Monge mêlent théorie et applications, et s'inspirent fortement de questions d'ingénierie militaire.

Le 28 mars 1781, Monge présente à l'Académie des sciences son *Mémoire sur la théorie des déblais et des remblais*. Il y étudie la question suivante : étant donné un tas de terre et un trou, de même volume mais pas forcément de forme identique, comment déplacer le premier dans le second à moindre coût ? Il définit pour cela une fonction qui représente le coût du transport d'une particule de terre élémentaire d'un point vers un autre point. Le coût total du transport du déblai vers le remblai est la somme des coûts de déplacement de toutes ces particules élémentaires. Il s'agit donc de décider comment déplacer chacune de ces particules de terre pour que la somme des coûts soit minimale. Plusieurs questions se posent : existe-t-il une solution à ce problème ? Si oui, comment la trouver ?

Monge suggère dans son mémoire d'élégantes méthodes géométriques pour étudier la solution et les propriétés du problème posé, mais ne le résout pas. Un siècle plus tard, la question n'est toujours pas résolue lorsque l'Académie des sciences la remet au concours. Et il faut attendre le XX^{ème} siècle pour que la question de l'existence de solutions au problème du transport optimal soit résolue. D'importantes avancées sont proposées par plusieurs mathématiciens dès les années 30, puis pendant la seconde guerre mondiale,



notamment en lien avec des questions économiques d'allocation de ressources et d'optimisation de production. Parmi ces travaux, les progrès les plus remarquables sont dûs au mathématicien russe Leonid Kantorovitch, qui reformule le problème et invente à cette occasion la programmation linéaire, une des contributions les plus significatives à la théorie économique du XX^{ème} siècle. Ses travaux étant liés à des questions stratégiques, ils restent longtemps confidentiels, mais en 1975 sa reconnaissance internationale est confirmée par le prix Nobel d'économie.

Le problème du transport optimal, également nommé problème de Monge-Kantorovitch, passionne toujours les mathématiciens et fait l'objet de nombreuses recherches théoriques aussi bien qu'appliquées. Il trouve des applications importantes dans des domaines inattendus. Par exemple, depuis une quinzaine d'années, il est devenu un outil important en imagerie numérique et en science des données. Il permet d'une part de transformer ou de calculer des barycentres (des données « intermédiaires ») entre données complexes : transférer des palettes de couleurs entre images pour la post-production photo ou vidéo, transformer des textures, modifier des formes en 3D, etc. Il permet d'autre part de définir des distances entre données. Ces distances de transport s'avèrent ainsi utiles en vision par ordinateur, en apprentissage automatique (machine learning en anglais) ou pour l'entraînement des réseaux de neurones profonds.

Autour du texte :

GASPARD MONGE

Mémoire sur la théorie des déblais et des remblais, Imprimerie Royale, 1781.

Julie Delon est professeure de mathématiques appliquées à l'université Paris Descartes depuis 2013. Elle était auparavant chargée de recherche au CNRS à Télécom ParisTech, après un doctorat à l'École normale supérieure de Cachan soutenu en 2004. Elle travaille sur la modélisation aléatoire pour le traitement des images, et sur le transport optimal numérique et ses applications. Elle est membre de l'Institut Universitaire de France, et lauréate du prix Blaise Pascal de l'Académie des sciences en 2018.



Portrait de Gaspard Monge
par François-Séraphin Delpech



666. MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

MÉMOIRE
SUR LA
THÉORIE DES DÉBLAIS
ET DES REMBLAIS.

Par M. MONGE.

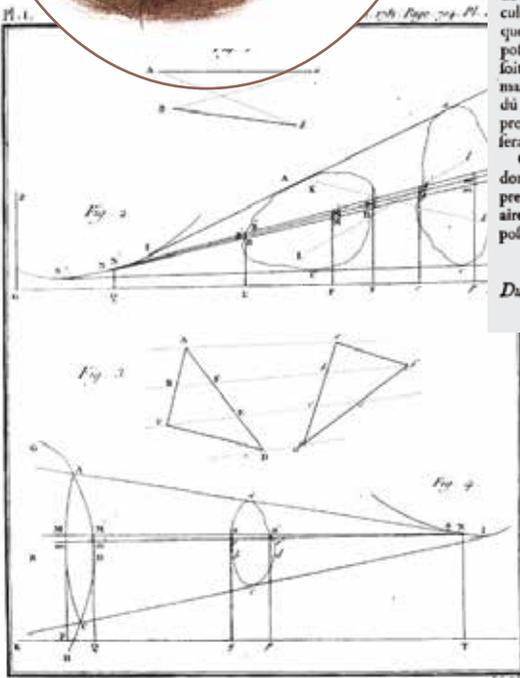
Lorsqu'on doit transporter des terres d'un lieu dans un autre, on a coutume de donner le nom de *Déblai* au volume des terres que l'on doit transporter, & le nom de *Remblai* à l'espace qu'elles doivent occuper après le transport.

Le prix du transport d'une molécule étant, toutes choses d'ailleurs égales, proportionnel à son poids & à l'espace qu'on lui fait parcourir, & par conséquent le prix du transport total devant être proportionnel à la somme des produits des molécules multipliées chacune par l'espace parcouru, il s'en suit que le déblai & le remblai étant donnés de figure & de position, il n'est pas indifférent que telle molécule du déblai soit transportée dans tel ou tel autre endroit du remblai, mais qu'il y a une certaine distribution à faire des molécules du premier dans le second, d'après laquelle la somme de ces produits sera la moindre possible, & le prix du transport total fera un minimum.

C'est la solution de cette question que je me propose de donner ici. Je diviserai ce Mémoire en deux parties, dans la première je supposerai que les déblais & les remblais sont des aires contenues dans un même plan π dans le second, je supposerai que ce sont des volumes.

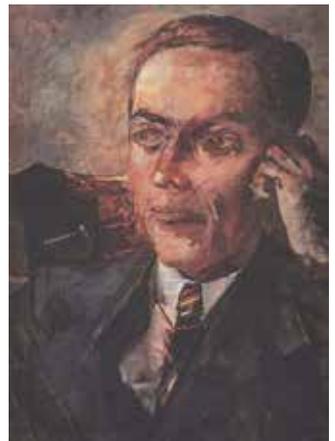
PREMIÈRE PARTIE.

Du transport des aires planes sur des aires comprises dans un même plan.



Déplacement d'un déblai dans un remblai,
suivant les dessins de Monge.
Mémoire de Monge sur la Théorie des Déblais
& des Remblais, 1781
Source gallica.bnf.fr / BnF

Petrov-Vodkine Kantorovich
(1878–1939)
source Wikimedia



Bibliographie sélective

ŒUVRES

« *Gaspard Monge, le mémoire sur les déblais et les remblais* », **Étienne Ghys**, Images des mathématiques, CNRS, 20/01/2012.

Monge, Gaspard (1746-1818)

Application de l'analyse à la géométrie. 5e édition revue, corrigée et annotée par M.J. Liouville. Paris : Bachelier, 1849. Document numérique : NUMM-9643140. Rez-de-jardin - magasin [V-16210].

Monge, Gaspard

Application de l'analyse à la géométrie, à l'usage de l'École impériale polytechnique par M Monge. 4e édition. 1807. Document numérique : NUMM-6565456. Rez-de-jardin - magasin [4-V-17927].
De l'analyse à la géométrie : application : à l'usage de l'École impériale polytechnique / M.Monge. [Reprod. En fac-sim.] Paris : Ellipses, 1994. 416 p. Salle C - Mathématiques [510.904 092 MONG d].

Monge, Gaspard

Description de l'art de fabriquer les canons, faite en exécution de l'arrêté du Comité de salut public du 18 pluviôse de l'an II de la République française. Paris : Impr. du Comité de salut public, an II. 231 p. Rez-de-jardin - magasin [V-11133].

Monge, Gaspard

Géométrie descriptive. 4e éd. aug. d'une théorie des ombres et de la perspective, extraite des papiers de l'auteur ; par M. Brisson. Paris : Vve Courcier, 1820. NUMM-9681123. Rez-de-jardin - magasin [V-7255].
Géométrie descriptive. Paris : Gabay, 1989. 132 p. Salle C - Mathématiques [510.904 092 MONG g].

Monge, Gaspard

Géométrie descriptive. Leçons données aux Écoles normales, l'an 3 de la République. 1798. Document numérique : NUMM-1514127 et NUMM-5783452. Rez-de-jardin - magasin [V-7254].

Monge, Gaspard

Traité élémentaire de statique : à l'usage des Écoles de la Marine. 3e éd. Paris : Obéliane, an VII. Document numérique : NUMM-207189. Rez-de-jardin - magasin [V-20351].

Monge, Gaspard

Une correspondance mathématique inédite de Monge, présentée par René Taton. Paris : Gauthier-Villars, 1947. Rez-de-jardin - magasin [FOL-V-7619].

SUR GASPARD MONGE

Aubry, Paul-V.

Monge : le savant ami de Napoléon Bonaparte, 1746-1818. Paris : Gauthier-Villard, 1954. 354 p. Salle C - Mathématiques [510.904 092 MONG 5 AU].

Dupin, Charles (1784-1873)

- *Institut national de France. Académie des sciences. Éloge de Gaspard Monge*, prononcé le 2 septembre 1849 par M. Charles Dupin. Paris : impr. De Firmin-Didot frères, 1849. Rez-de-jardin - magasin [4-LN27-14450].

- Essai historique sur les services et les travaux scientifiques de Gaspard Monge, 1819. Disponible en ligne sur Gallica.

Ghys, Étienne

« Gaspard Monge, le beau, l'utile et le vrai », *Images des mathématiques*, CNRS, 24/12/2011.

Pairault, François

Gaspard Monge : le fondateur de Polytechnique. Paris : Tallandier, 2000. 521 p. Salle C - Mathématiques [510.904 092 MONG 5 PA].

Queruel, Alain

Gaspard Monge : de la science à la politique. Turquant : Anovi, 2013. Rez-de-jardin - magasin [2014-28584].

Taton, René (1915-2004)

L'œuvre scientifique de Gaspard Monge : thèse pour le doctorat ès lettres présentée à la faculté de l'université de Paris. Paris : PUF, 1951. Salle C - Mathématiques [510.904 092 MONG 5 TA].

[TRANSPORT OPTIMAL : SUR LE WEB](#)

Brenier, Yann, Viéville, Thierry « La brouette de Monge ou le transport optimal », *Images des mathématiques*, CNRS, 12/02/2012.

Entrevue avec Julie Delon dans le cadre du trimestre « Les mathématiques de l'image » à l'Institut Henri Poincaré, écrit par Adrien Rossille, *Images des mathématiques*, CNRS, 25/02/2019.

Villani, Cédric, « Kantorovitch, le planificateur révolutionnaire », *Le Monde* (Carte blanche), 20/09/2012.

Villani, Cédric, « Transport optimal de mesure, coup de neuf pour un très vieux problème », *Images des mathématiques*, CNRS, 16/02/2012.

[POUR ALLER PLUS LOIN](#)

Ambrosio, Luigi

Gradient flows: in metric spaces and in the space of probability measures. Boston : Birkhäuser, 2005. Document numérique : ACQNUM-96371. Version électronique disponible sur les postes Internet publics.

Kantorovitch, Leonid

Calcul économique et utilisation des ressources. Paris : Dunod, 1979. 305 p. Rez-de-jardin - magasin [8-V-83336].

Kantorovitch, Leonid

« On the Translocation of Masses », *Management science*, p. 1-4, vol 5 n°1, octobre 1958. Version électronique disponible sur les postes Internet publics.

Optimal transportation and applications / lectures given at the C.I.M.E. summer school held in Martina Franca, Italy, September 2-8, 2001, L. Ambrodió, L.A Caffarelli, Y. Brenier... [et al.] NY : Springer, 2003. Salle R - Mathématiques [519.3 CAFFo] - Document numérique : ACQNUM-72077. Version électronique disponible sur les postes Internet publics.

Optimal transportation: theory and applications (Summer school, 2009, Institut Fourier)/ edited by Yann Ollivier, Hervé Pajot, Cédric Villani. Cambridge: CUP, 2014. Salle R - Mathématiques [519.3 OPTI o].

J.W. Gibbs : les mathématiques du hasard au cœur de la physique

Vincent Beffara

Mercredi 10 février 2021

AU XIX^{ème} siècle, la révolution industrielle tourne à plein, et avec elle on s'intéresse aux propriétés physiques des machines et à leur façon de transformer la chaleur en travail. La thermodynamique est la branche de la physique qui décrit les phénomènes impliqués : échanges de chaleur entre différents fluides, dilatation des gaz en fonction de leur température et de leur pression. Sadi Carnot écrit en 1824 le texte fondateur de la thermodynamique, « Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance », dans lequel il donne un cadre théorique à l'étude des machines thermiques et de leur efficacité.

Au même moment, une autre description physique du monde, la théorie atomique, émerge en tant que théorie scientifique avec les travaux de John Dalton : son principe est de décomposer la matière en éléments « irréductibles », les atomes, et d'expliquer les propriétés chimiques de la matière à partir de la façon dont les atomes qui la composent interagissent.

Il s'agit là de deux approches totalement différentes, qui vont évoluer presque indépendamment pendant un siècle, jusqu'au développement, au tout début du 20^{ème} siècle, de ce qui deviendra la mécanique statistique. Le programme de Ludwig Boltzmann et Josia Willard Gibbs est d'expliquer les propriétés thermodynamiques de la matière, et en particulier celles des gaz, à partir de leur description atomiste. Pour cela, ils introduisent une description mathématique, probabiliste, à partir de laquelle les notions fondamentales de la thermodynamique, comme l'énergie, la température et la pression, peuvent être définies de manière mathématique.



Un peu plus précisément, un gaz dans un récipient peut être vu comme la collection des très nombreuses molécules qui le composent, et qui sont en mouvement par agitation thermique. L'état du système n'est pas donné par la position et la vitesse de chaque molécule, ce qui ne serait ni observable ni maniable, mais comme une loi de probabilité sur ces positions et ces vitesses. On peut alors interpréter la température du gaz en fonction de la vitesse moyenne d'une molécule, voire la pression exercée sur le récipient comme l'effet moyen des molécules qui heurtent son bord, et modéliser les échanges thermiques entre gaz comme conséquences d'interactions entre leurs molécules.

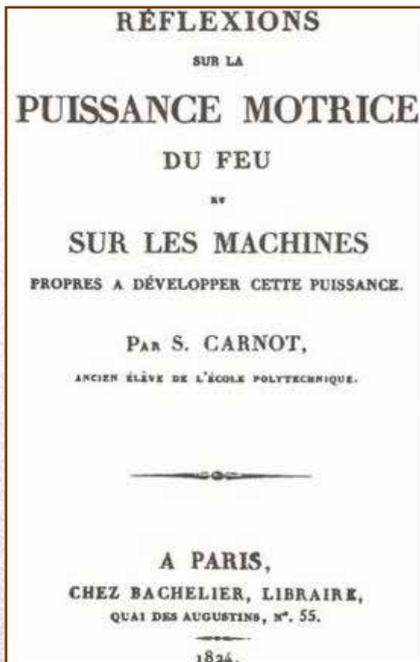
Gibbs publie en 1902 le premier ouvrage qui traite de cette nouvelle théorie et lui donne son nom, les « Principes élémentaires en mécanique statistique ». Ce changement de point de vue aura un effet profond sur toute la physique du XX^{ème} siècle, et aussi sur les mathématiques puisqu'elle constitue un terrain où mathématiques et physique se fécondent mutuellement ; la mécanique statistique est encore aujourd'hui un domaine de recherche en pleine activité.

Autour du texte :

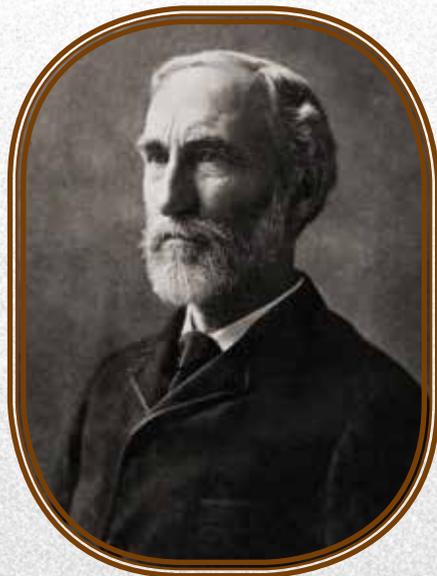
J. W. GIBBS, « *Principes élémentaires en mécanique statistique* », 1902.

Vincent Beffara est directeur de recherches au CNRS, actuellement au sein de l'université Joseph Fourier, à Grenoble. Il était auparavant chercheur à l'École normale supérieure de Lyon, après une thèse soutenue à l'université d'Orsay. Il s'intéresse à la théorie des probabilités, et notamment aux phénomènes critiques en lien avec la physique statistique. En 2012, il a reçu avec Hugo Duminil-Copin le prix Rollo Davidson.

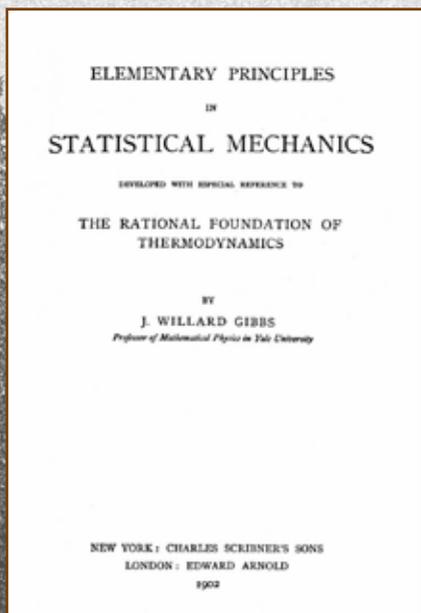




Couverture du livre de S. Carnot sur les machines à vapeur.



Josiah Willard Gibbs



Un exemple de simulation numérique pour un exemple de percolation inhomogène

Couverture du livre de J.W. Gibbs, développement de la "mécanique statistique".

Bibliographie sélective

ŒUVRES

Gibbs, Josiah Willard

The collected works. NY: Longmans, 1928. 434 p.1.Thermodynamics. Document numérique [NUMM-95192].

Gibbs, Josiah Willard

The collected works of J. Willard Gibbs. NY : Longmans, 1931.2 vol. Rez-de-jardin - magasin - [8-R-55977(1)] [8-R-55977(2)].

Gibbs, Josiah Willard

Diagrammes et surfaces thermodynamiques. Evreux, 1903. 86p. Document numérique [NUMM-82012].

SUR JOSIAH WILLARD GIBBS

« J. Willard Gibbs, sa vie et son œuvre », H. Le Chatelier, *Revue générale des sciences pures et appliquées*, T 14, 1903, p.644-688. Disponible en ligne sur Gallica.

« Josiah Willard Gibbs », H A Bumstead, *American Journal of Science*, (4) (XVI), September 1903. Rez-de-jardin - magasin - [V-28845].

« Einstein et Gibbs devant la thermodynamique statistique », René Dugas, *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1955/07 (T241) - 1955/12, p.1685-1687. Disponible en ligne sur Gallica.

« K R Jolls, Gibbs and the art of thermodynamics, Gibbs in economics », *Proceedings of the Gibbs Symposium*, Providence, R.I., 1990, p. 293-321. Salle R - Physique - [536.7GIBB p].

Duhem, Pierre (1861-1916)

Sur la stabilité de l'équilibre en thermodynamique et les recherches de J.W. Gibbs au sujet de ce problème. Bordeaux : G. Gounouilhou, (s.d.). 10 p. Rez-de-jardin - magasin - [8-R PIECE-12400].

Duhem, Pierre (1861-1916)

The scientific papers of J. Willard Gibbs. Paris : Gauthier-Villars, (s.d.) 31 p. Extrait du « Bulletin des sciences mathématiques ». 2e série, T 31, 1907. Rez-de-jardin - magasin - [8-R PIECE-12409].

SUR LA MÉCANIQUE STATISTIQUE

Belorizky, Elie

Introduction à la mécanique statistique. Grenoble : PUG, 1992. 301 p. Salle C - Physique - [530.13 BEL0i].

Diep, Hung The

Physique statistique : cours, exercices et problèmes. Paris : Ellipses, 2006. 239 p. Salle C - Physique - [530.13 DIEP p].

Éléments de physique statistique. Paris : Hermann, 1989. 1001 p. Salle C - Physique - [530.1 ELEM].

Greiner, Walter

Thermodynamique et mécanique statistique. Paris : Springer, 1999. 532 p. Salle C - Physique - [536.7 GREI t].

Henriet, Loïc ; Henriet Scavennec, Anne

Physique quantique et physique statistique. Paris : Ellipses, 2016. 180 p. Salle C - Physique - [530.12 HENR p].

Lhuillier, Claire

Introduction à la thermodynamique : cours et problèmes résolus. Paris : Dunod, 1996. 265 p. Rez-de-jardin - magasin - [4-R-25492].

[POUR ALLER PLUS LOIN](#)

Attard, Phil

Thermodynamics and statistical mechanics: equilibrium by entropy maximisation. Boston : Academic Press, 2002. 424 p. Salle R - Physique - [530.13 ATTA t].

Barberousse, Anouk

La mécanique statistique : de Clausius à Gibbs. Paris : Belin, 2002. 239 p. Salle C - Physique - [530.109 BARB m].

Darrigol, Olivier

Atoms, mechanics, and probability: Ludwig Boltzmann's statistico-mechanical writings: an exegesis. Oxford : OUP, 2018. Salle R - Physique - [530.132 DARR a].

Helrich, Carl S.

Modern thermodynamics with statistical mechanics. Berlin : Springer, 2009. 349 p. [ACQNUM-78629] Version électronique consultable sur les postes Internet publics.

Krauth, Werner

Statistical mechanics: algorithms and computations. Oxford : OUP, 2006. 342 p. Salle R - Physique - [530.13 KRAU s].

Oden, John Tinsley

An introduction to mathematical modeling: a course in mechanics. Hoboken : Wiley, 2011. [ACQNUM-34373] Version électronique consultable sur les postes Internet publics.

Pathria, R.K.

Statistical mechanics. Boston : Elsevier, 2011. [ACQNUM-16331] Version électronique consultable sur les postes Internet publics.

Oden, John Tinsley

An introduction to mathematical modeling: a course in mechanics. Hoboken : Wiley, 2011. [ACQNUM-34373] Version élec. consultable sur les postes Internet publics.

René Thom et le dynamisme des formes instables

Patrick Popescu-Pampu

Mercredi 17 mars 2021

Si l'on prend une nappe et qu'on la jette à la va-vite sur une table, elle acquiert alors des plis, des parties de la table sont recouvertes plusieurs fois, et d'autres ne le sont peut-être pas du tout. Comment décrire la forme de la nappe tombée sur la table ?

Il ne s'agit pas de la forme de la nappe prise en elle-même, car cette forme intrinsèque ne dépend pas de sa position sur la table : par exemple, une nappe rectangulaire reste une nappe rectangulaire, qu'elle soit pliée ou non. Il s'agit plutôt de la forme de son positionnement sur la table – ce que les mathématiciens appellent une application de la nappe vers la table.

Il y a tout d'abord un problème local, de détail, dans la description de cette forme : que se passe-t-il lorsque l'on suit une ligne de pli ? Celle-ci peut-elle s'arrêter brusquement ou non ? Le mathématicien américain Hassler Whitney a répondu à cette question dans un article célèbre de 1955, du moins pour la plupart des manières d'appliquer la nappe sur la table. Plus précisément, il y décrit les formes locales possibles des applications stables, celles qui ne changent pas d'un point de vue qualitatif si on les modifie légèrement : le long d'une ligne de pli, elles ne peuvent avoir localement que deux formes.

Inspiré par ce travail de Whitney, le mathématicien français René Thom, qui venait d'apporter de profondes contributions à l'étude des formes des « nappes » de dimension quelconque – que les mathématiciens appellent des variétés – s'est lancé alors dans l'étude qualitative des formes des applications d'une variété vers une autre. Comment reconnaître et décrire les formes des applications stables ?



Et celles des applications instables ? Quelles sont les formes stables qui peuvent apparaître lorsque l'on perturbe légèrement une application instable ?

Thom découvrit avec étonnement qu'à la différence des applications stables, certaines applications instables ne se laissent pas décrire en termes simples, à cause de la présence d'un dynamisme caché. Le texte autour duquel s'organisera cet exposé est un article de 1962 dans lequel Thom décrit le premier exemple de tel dynamisme caché. Il marque un jalon important dans le développement de ses réflexions autour du problème général de la naissance et de la destruction des formes – la morphogenèse – à l'aide de l'étude qualitative des applications d'une variété sur une autre. S'y trouve, en germe, la théorie des catastrophes, qu'il développa à partir du milieu des années 1960, qui fut très médiatisée dans les années 1970, et qui continue à inspirer de nombreux chercheurs en théorie des singularités.

Mon exposé pourra être vu à la fois comme une introduction à la pensée morphogénétique de Thom et à la théorie des singularités.

Autour du texte :

René THOM, *La stabilité topologique des applications polynomiales. L'Enseignement Mathématique* 8 (1962), 24-33. Repris aux pages 117-126 des *Œuvres mathématiques de Thom*, vol. II, No. 17 de la collection Documents Mathématiques de la SMF, 2019.

Patrick Popescu-Pampu est professeur à l'université de Lille. Il effectue ses recherches au sein du laboratoire Paul Painlevé. Ses travaux concernent la théorie des singularités. Il est éditeur en chef des Documents Mathématiques, publiés par la Société Mathématique de



France, et de la collection History of Mathematics Subseries, publiée par les Lecture Notes in Mathematics de Springer. Il contribue régulièrement au site Images des Mathématiques et a fait partie du collectif Henri Paul de Saint-Gervais lors de la rédaction d'un livre sur l'uniformisation des surfaces de Riemann et de l'élaboration du site en ligne Analysis Situs, consacré à l'œuvre topologique de Poincaré.



**René Thom à Nice, 1970.
Konrad Jacobs, Erlangen**
(source Wikipedia)



**Dessins réalisés par
Patrick Popescu-Pampu**



**Étude de draperie Albrecht Dürer 1508
Pinceau et encre de Chine, rehauts de
blanc sur papier préparé vert foncé H. 23
; L. 14 cm Don Melles Gruyer, 1946 Inv.
1946-20. (source Wikimedia)**



Bibliographie sélective

ŒUVRES

Thom, René (1923-2002)

Apologie du logos. Paris : Hachette, 1990. 664 p. Salle C - Sciences-Généralités [501.090 4 THOM a].

Thom, René (1923-2002)

Esquisse d'une sémiophysique. Physique aristotélicienne et théorie des catastrophes. Paris : Inter éditions, 1991. 285 p. Document numérique : NUMM-3400871.

Thom, René (1923-2002)

Modèles mathématiques de la morphogenèse. Paris : C. Bourgeois, 1981. 314 p. Salle S - Sciences biologiques- [574.015 THOM m].

Thom, René (1923-2002)

Morphogénèse et imaginaire. Paris : Lettres modernes, 1978. 143 p. Document numérique : NUMM-32639.

Thom, René (1923-2002)

Paraboles et catastrophes : entretiens avec Giulio Giorello et Simona Morini. Paris : Flammarion, 1989. 189 p. - Salle C - Sciences-Généralités [501.090 4 THOM p].

Thom, René (1923-2002)

Prédire n'est pas expliquer : entretiens avec Emile Noël. Paris : Flammarion, 2009. 171 p. - Salle C - Sciences - Généralités [501 THOM p].

Thom, René (1923-2002)

Stabilité structurelle et morphogénèse : essai d'une théorie générale des modèles. Paris : Interéditions, 1977. 351p. Rez-de-jardin - libre-accès-Salle R-Mathématiques- [514.74 THOM s].

SUR RENÉ THOM

Bachta, Abdelkader

René Thom et la modélisation scientifique. Paris : l'Harmattan, 2013. 159 p. Rez-de-jardin – magasin– [2013-337588].

Centre culturel international (Cerisy-la-Salle, Manche). Colloque (1982-09-07/1982-09-17). *Logos et théorie des catastrophes : à partir de l'œuvre de René Thom* : actes du / Colloque international de 1982, sous la dir. de Jean Petitot. Rez-de-jardin - libre-accès-Salle R-Histoire des sciences- [510.1 PETI I].

Largeault, Jean

Principes classiques d'interprétation de la nature. Paris : J. Vrin, 1988. 435 p. Rez-de-jardin – libre-accès-Salle R-Histoire des sciences - [501 LARG p]

Passion des formes : dynamique qualitative, sémiophysique et intelligibilité. À René Thom / ouvrage sous la responsabilité de Michèle Porte. Fontenay-aux-Roses : ENS éd., 1994. 2 vol. ; 821 p. Salle C - Sciences - Généralités [501 PORT p1 ; 501 PORT p2].

« René Thom (1923-2002) », *Gazette des mathématiciens*, N° spécial, Paris : Société mathématique de France, 2004. Rez-de-jardin - Magasin– [2005-57364].

René Thom [Images animées] / Antoine-Léonard Maestrati, réal. Paris : Ministère des affaires étrangères, 2009. 1 cassette vidéo (VHS). (Grands entretiens ; 12). Rez-de-jardin - Magasin - Salle P [NUMAV-589343].

René Thom : portrait mathématique et philosophique / Sous la dir. d'Athanase Papadopoulos. Paris : CNRS Éditions, 2018. 460 p. Rez-de-jardin - Magasin - [2018-228919].

[SINGULARITÉS SUR LE WEB](#)

Chaperon, Marc « René Thom », *Images des mathématiques*, CNRS, 2006. (consulté le 12/10/20)
Ghys, Etienne « Le pli et la fronce », *Images des mathématiques*, CNRS, 2009. (consulté le 12/10/20).

Popescu-Pampu, Patrick « Cols, nœuds, foyers », *Images des mathématiques*, CNRS, 2013. (consulté le 12/10/20).

Popescu-Pampu, Patrick « De la topographie à la géométrie I », *Images des mathématiques*, CNRS, 2016.

Popescu-Pampu, Patrick « De la topographie à la géométrie II », *Images des mathématiques*, CNRS, 2016.

[POUR ALLER PLUS LOIN](#)

Arnol'd, Vladimir Igorevic

Catastrophe theory. Paris : Springer, 1992. 150 p. Salle C - Mathématiques [514.74 ARNO c].

Arnold, Vladimir Igorevic, Varchenko, Alexander, Goussein-Zadé, Sabir

Singularités des applications différentiables I, II. Moscou : Éditions Mir, 1986. 334 p. Rez-de-jardin - magasin - [2000-142086 < 1re partie >] ; [2000-211948 < 2e partie >].

Boi, Luciano

Morphologie de l'invisible : transformations d'objets, formes de l'espace, singularités phénoménales et pensée diagrammatique : topologie, physique, biologie, sémiotique. Limoges : PULM, 2011.281p. Salle C – Mathématiques- [514 BOI m]

Brieskorn, Egbert

Plane algebraic curves. Basel : Springer, 2012. . Document numérique : ACQNUM-55601
Version électronique disponible sur les postes Internet publics.

Demazure, Michel

Géométrie : catastrophes et bifurcations. Palaiseau: Ecole polytechnique, 1987. 287 p. 2vol. Rez-de-jardin – magasin- [4-V-46053].

Introduction à la théorie des singularités / textes éd. par Lê Dung Tráng. Paris: Hermann, 1988. 198 p. 2 vol. Rez-de-jardin - libre-accès-Salle R-Mathématiques - [516.35 LE i1 « 1 » ; 515.35 LE i2 « 2 »].

Popescu-Pampu, Patrick

What is the genus? Cham: Springer, 2016. Document numérique : ACQNUM-63043
Version électronique disponible sur les postes Internet publics.

Poston, Timothy, Stewart, Ian

Catastrophe theory and its applications. Mineola (N.Y.): Dover publ., 1996. 491 p. Salle C - Mathématiques - [514.74 POST c].

Stewart, Ian

Oh ! Catastrophe. Paris : Belin, 1982. 70p. Rez-de-jardin - magasin - [EL FOL-Y-924].

Hammersley, feux de forêt, porosité et réseaux

Marie Thérêt

Mercredi 14 avril 2021

EN 1954, le mathématicien anglais John Hammersley est en poste à Oxford. En collaboration avec Bill Morton, il publie un article sur les méthodes de Monte-Carlo - méthodes qui permettent de calculer des valeurs approchées d'intégrales grâce à des outils issus des probabilités. Ces travaux sont suivis d'une discussion à laquelle participe l'ingénieur Simon Broadbent, alors employé de la British Coal Utilization Association, où il est impliqué dans la conception de masques à gaz pour protéger les mineurs travaillant dans les mines de charbon. Simon Broadbent y propose une modélisation très simple d'un milieu poreux, utilisant le langage des probabilités, et s'interroge sur ce que peuvent dire les mathématiques d'un tel modèle. Hammersley perçoit l'intérêt du modèle suggéré par Broadbent : c'est le début d'une collaboration qui aboutira en 1957 à la définition mathématique précise du modèle de percolation et au début de son étude.

La percolation désigne le passage d'un fluide à travers un milieu plus ou moins perméable. La même racine latine apparaît dans le mot percolateur, qui permet d'obtenir un espresso en faisant passer de l'eau à travers les grains de café moulu. Intuitivement, le modèle de percolation est le suivant : pour comprendre la circulation d'un fluide à travers un morceau de roche, on imagine que celle-ci est traversée par un réseau de petits tuyaux microscopiques qui sont soit bouchés, soit ouverts (c'est-à-dire qu'ils laissent passer l'eau), aléatoirement et indépendamment les uns des autres. Suivant la densité des petits tuyaux ouverts, la roche est plus ou moins poreuse, et c'est le lien entre ces deux propriétés - densité des tuyaux microscopiques ouverts et porosité de la roche - qu'il est intéressant de comprendre.



La percolation modélise plus généralement des phénomènes de propagation : infiltration de l'eau ou d'un gaz dans une roche poreuse, mais aussi propagation d'un feu dans une forêt, d'une maladie au sein d'une population, ou d'une information sur un réseau social. Ce modèle est parfois trop élémentaire car il stipule qu'un tuyau microscopique est soit bouché, soit ouvert, sans quantifier le degré d'ouverture. Pour aller plus loin, Hammersley a défini la percolation de premier passage en 1965 en collaboration avec son étudiant en thèse Dominic Welsh. Il s'agit d'une variante de la percolation dans laquelle on associe à chaque petit tuyau le temps (aléatoire) nécessaire au fluide pour le traverser. On peut alors étudier l'évolution temporelle de la zone mouillée à l'intérieur d'une roche poreuse s'il y a une infiltration d'eau en un point de sa surface.

Ces deux modèles – percolation et percolation de premier passage – sont incroyablement riches, à la fois simples à définir et complexes à étudier. Depuis plus de cinquante ans, ils attirent l'attention de nombreux chercheurs qui ont dû faire preuve d'imagination, d'ingéniosité, de pugnacité et de rigueur pour progresser dans leur étude. Et pourtant, il reste encore beaucoup à comprendre et à expliquer !

Autour des textes :

S.R. BROADBENT, J.M. HAMMERSLEY, Percolation processes I. Crystals and mazes, Proceedings of the Cambridge Philosophical Society 53 (1957), pp. 629-641.

J.M. HAMMERSLEY, D.J.A. WELSH, First-passage percolation, subadditive processes, stochastic networks and generalized renewal theory, Bernoulli, Bayes, Laplace Anniversary Volume (J. Neyman and L. LeCam, eds.), Springer, Berlin (1965), pp. 61-110.



Marie Théret a obtenu son doctorat en mathématiques en 2009. Après être passée par l'université Paris-Sud, l'École normale supérieure et l'université Paris Diderot, elle rejoint l'université Paris Nanterre en tant que professeure en 2018. Ses travaux de recherche se situent dans le domaine des probabilités et portent principalement sur le modèle de percolation de premier passage.

Les travaux
de Hammersley
servent aussi à pré-
dire la propagation
de feux de forêts



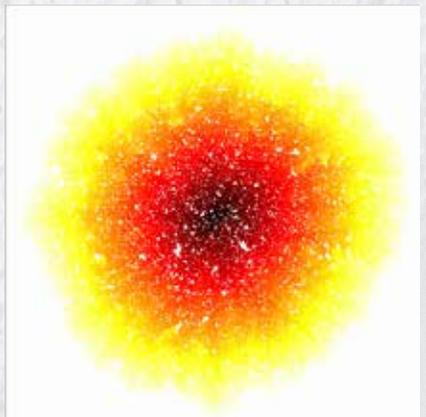
Un percolateur utilise la percola-
tion pour de bons expressos !



Un réseau social ?
Qui connaît qui, qui connaît qui ?



Exemple de propagation,
simulation d'Olivier Garet



Bibliographie sélective

ŒUVRES

Hammersley, John Michael (1920-2004) ; Handscom, David Christopher

Monte-Carlo methods. NY: Chapman and Hall, 1983. 178 p. Salle R - Mathématiques [519.282 HAMM m].

Les méthodes de Monte-Carlo, trad. par Françoise Rostand. Paris : Dunod, 1967. 229 p. Rez-de-jardin - magasin [16-R-8053 (65)].

Hammersley J.M., Mazzarino G., (1983-a)

« Markov Fields, Correlated Percolation, and the Ising Model », in Hughes B.D., Ninham B.W. (eds.), *The Mathematics and Physics of Disordered Media: Percolation, Random Walk, Modeling and Simulation*. Berlin: Springer, 1983. p. 201-245. Version électronique disponible sur les postes Internet publics.

Hammersley, John Michael ; Welsh D.J.A

« Percolation Theory and its Ramification », *Contemporary Physics*, vol. 21, n°6, 1980. pp. 593-605. Version électronique disponible sur les postes Internet publics.

Hammersley, John Michael

Mathematics and Plausible Reasoning. 2 vol. Princeton : Princeton University press, 1954. Rez-de-jardin - magasin - [8-R-59029]

SUR LA THÉORIE DE LA PERCOLATION

Duminil-Copin, Hugo

« La percolation, jeu de pavages aléatoires », *Images des mathématiques*, CNRS, 28/02/2012.

Grimmett, Geoffrey R

Percolation. Berlin : Springer, 1999.444 p. Salle R- Mathématiques [519.23 GRIM p].

POUR ALLER PLUS LOIN

Beffara, Vincent ; Duminil-Copin, Hugo

« Lectures on planar percolation with a glimpse of Schramm-Loewner Evolution », *Probability survey*, 2011 (juin), p.1-8.

Chen, Wei

Explosive percolation in random networks. Heidelberg : Springer, 2014. 63 p. [ACQ- NUM-94774] Version électronique consultable sur les postes Internet publics.

Sapoval, Bernard

Universalités et fractales : jeux d'enfant ou délits d'initié ? Paris : Flammarion, 1997. 275 p. Rez-de-jardin - magasin [8-D3 MON-942].

Stauffer, Dietrich; Aharony, Amnon

Introduction to percolation theory. 2nd ed. Washington : Taylor & Francis, 1992. 181 p. Rez-de-jardin - magasin [2000-238158].

Théret, Marie

Transition de phase abrupte en percolation via des algorithmes randomisés, Séminaire Bourbaki (IHP), 15 juin 2019.

Théret, Marie

La percolation : un modèle mathématique simple et complexe à la fois, LPMA université Paris Diderot (Paris VII).

Topics in percolative and disordered systems. NY : Springer, 2014. [ACQNUM-49491]
Version électronique consultable sur les postes Internet publics.

Welsh, Dominic

Complexity : knots, colourings and counting. Cambridge : CUP, 1993. 163 p. Rez-de-jardin - magasin [2000-311871].

Werner, Wendelin

Percolation et modèle d'Ising. Paris : SMF, 2009. 161 p. 1992. 181 p. Rez-de-jardin - magasin [2009-289752].



<http://smf.emath.fr>

Institut Henri Poincaré
11 rue P. et M. Curie
75231 Paris Cedex 05

{ BnF

Bibliothèque nationale de France
Quai François-Mauriac 75013 Paris
<http://www.bnf.fr>

un texte, un mathématicien

L'école mathématique française brille de tous ses feux.

Dans ce cycle de conférences, certains des meilleurs mathématiciens présentent un aspect de leurs travaux.

Le conférencier choisit un texte mathématique classique qui l'a particulièrement influencé. À partir de ce texte, de son auteur et de son histoire, il montre comment des problématiques anciennes débouchent sur des recherches actuelles.

*Quatre mercredis dans l'année à 18h30.
Ce cycle est organisé par un comité animé par
Serge Cantat (université Rennes 1).*

Grand auditorium
Bibliothèque nationale de France
Site François-Mitterrand, 75013 Paris

Comité
scientifique :

Nalini
Anantharaman
Martin Andler
Jérôme Buzzi
Serge Cantat
David Harari
Gilles Pagès