

Aux limites des mathématiques

Autor(en): **Koechlin, Simon**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique**

Band (Jahr): **24 (2012)**

Heft 92

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-970867>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Aux limites des mathématiques

Comment une idée se développe-t-elle au sein d'un roman ? Dans l'enchevêtrement du Net, quelles sont les pages reliées le plus étroitement les unes aux autres ? Autant de questions auxquelles de simples outils géométriques permettent d'apporter une réponse. Par Simon Koechlin

Les mathématiques sont considérées comme la science exacte par excellence. Elles ont notamment démontré leur utilité et leur efficacité dans la description et la compréhension de processus physiques. Le monde moderne dépend des technologies et n'est presque plus concevable sans l'influence de la pensée mathématique. Les méthodes mathématico-physiques partent de simplifications, avant de pénétrer toujours plus profondément dans les détails d'un problème. C'est ce qui leur permet de relier la partie et le tout.

Mais est-il possible d'appliquer ces méthodes aux sciences non exactes, par exemple à la recherche linguistique ? Ou à Internet, qui s'est constitué sans plan directeur externe, et que n'importe qui peut à tout moment enrichir d'un nouveau site ? Ou encore à la biologie, laquelle, même si elle recueille des montagnes de données, connaît moins de principes fondamentaux que la physique ? Telles sont les questions que Jean-Pierre Eckmann, professeur honoraire de l'Université de Genève, se pose depuis des années. « Ma démarche est une tentative timide d'élargir le langage mathématique à de nouveaux domaines », explique le mathématicien et physicien.

Le Net comme organisme vivant

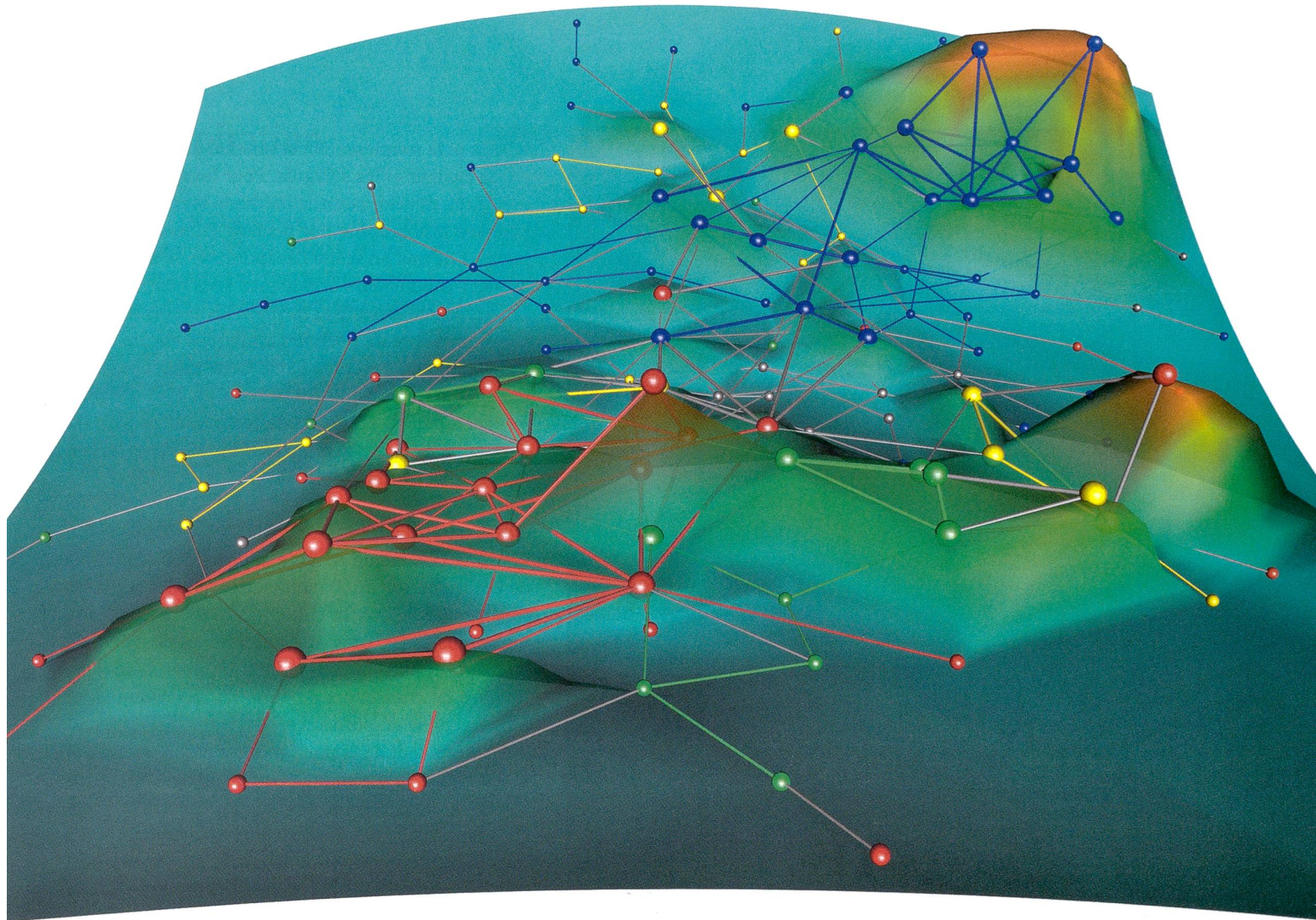
Jean-Pierre Eckmann s'est lancé dans cette entreprise voilà plus de dix ans, avec Internet. « Le Web n'est pas vivant, mais, à l'instar de ce que l'on observe en biologie, il revêt des aspects incontrôlables, tels des virus ou les informations erronées. D'où l'intérêt de l'envisager comme s'il s'agissait d'un organisme vivant », poursuit-il. Autre avantage : le Net est beaucoup moins complexe que les systèmes biologiques, ce qui en fait un « champ d'exercice » idéal. Le chercheur et ses collègues ont ainsi examiné les informations fournies

uniquement par les hyperliens, ces références qui renvoient d'une page Web à l'autre – travail qu'ils ont mené sans lire le contenu des sites. Or, il s'est avéré que cette méthode – simple pour un mathématicien – permettait d'identifier des groupes thématiquement apparentés. L'attention doit porter sur les relations triangulaires, au sein desquelles chaque page renvoie aux deux autres. « Lorsque deux pages renvoient l'une à l'autre, cela peut être dû au hasard, alors qu'une triangulation veut dire quelque chose », fait valoir le chercheur.

Les différents sens d'un mot

Un principe qu'il est possible d'exploiter dans d'autres domaines. Jean-Pierre Eckmann et son équipe ont ainsi réussi à rendre visibles les différentes significations possibles d'un seul mot. Ce sont les conjonctions « et » et « ou », reliant les mots entre eux dans les textes, qui ont servi de liens, cette fois. En comptant ces conjonctions dans un gigantesque corpus de textes, les scientifiques ont réussi à mettre en évidence, toujours grâce à des méthodes mathématiques, les différents sens du mot anglais « body ». « Body » peut signifier le corps entier par opposition à l'esprit, mais parfois aussi le tronc par opposition à la tête, au visage ou au bras, et, enfin, le corps au sens de collectivité.

Cette méthode permet également d'étudier des systèmes dynamiques. Par exemple, comment les relations entre les mots se modifient au fil d'un texte plus long. Les chercheurs ont examiné la question sur la base de textes célèbres, tels *Moby Dick* d'Herman Melville, *Hamlet* de William Shakespeare ou encore *Critique de la raison pure* d'Emmanuel Kant. Partant du principe que le lecteur dispose d'une fenêtre d'attention d'environ 200 mots, ils ont mis en évidence les termes qui apparaissaient souvent conjointement



au sein d'une telle fenêtre. Puis ils ont glissé la fenêtre d'attention le long du texte, en reconduisant la même procédure. Cela leur a permis de repérer non seulement la fréquence des mots, mais surtout les expressions qui leur étaient souvent associées. Puis de déterminer le mode et la vitesse de développement des idées au fil du texte. Résultat : concepts et contenus n'évoluent pas de manière rapide et radicale, mais lentement et continuellement. Cela semble logique : pour que nous puissions comprendre un texte, l'auteur ne doit pas trop nous en demander, mais cerner ses idées directrices avec des mots et nous y amener lentement.

Jean-Pierre Eckmann et ses collègues ont aussi examiné des milliers de courriels échangés au sein d'une université. Les mathématiciens n'ont pas lu ce que leurs collègues et les étudiants y avaient écrit, mais repéré le moment où les messages avaient été envoyés. La synchronisation des dialogues leur a permis d'identifier différents groupes, comités ou départements. Lorsqu'on leur adresse une demande, la plupart des usagers réagissent en l'espace d'un jour, alors que personne ne juge nécessaire de répondre aux courriels annonçant des prestations de service. Autre exemple : le nématode *Caenorhabditis elegans*, l'un des orga-

nismes modèles préférés des biologistes. Le cerveau de ce ver long de seulement 1,5 millimètre comporte exactement 302 neurones. Or, toutes les liaisons qui relient ces neurones sont connues.

L'équipe de Jean-Pierre Eckmann les a décrites au moyen de méthodes mathématiques. Résultat : le fait de savoir quels sont les neurones qui s'engagent dans une liaison triangulaire permet d'identifier clairement les différents groupes de nerfs. Ainsi, les nerfs des mouvements sont étroitement couplés entre eux, de même que certains capteurs chimiques spécialisés. Entre les deux groupes, il n'y a en revanche que peu de points de contact.

Jean-Pierre Eckmann est tout à fait conscient que ces méthodes n'autorisent pas encore à tirer de conclusions révolutionnaires. Mais il y travaille. Et les exemples étudiés montrent que les mathématiques permettent d'identifier des schémas négligés jusqu'ici au sein de différentes disciplines. Dans les domaines qu'il cultive, il reste intentionnellement dilettante, jusqu'à un certain point. Cela l'aide à renouveler ses perspectives. Car il est convaincu de la nécessité d'un tel regard si l'on veut apporter un vent frais et de nouveaux principes dans la recherche. « La science doit élargir son langage », conclut-il. ■

Chez le nématode, utilisé comme modèle, le fait de savoir quels sont les neurones qui s'engagent dans une relation triangulaire permet d'identifier les différents groupes de nerfs. Illustration: Jean-Pierre Eckmann