

évaluent la longitude de leur position en comparant leur heure locale à celle d'un méridien de référence [Greenwich, ou Paris pour les Français], qu'un garde-temps embarqué – une montre – est censé indiquer : à raison de 15 degrés pour une heure, leur différence correspond à l'angle entre le méridien de leur position et celui de référence. Reçus à bord quasi instantanément, les signaux horaires permettront de corriger les indications du garde-temps au cours de la navigation, ce qui était impossible auparavant. Le 22 juin 1910, une nouvelle installation, avec des locaux souterrains et une antenne à six fils de 450 mètres chacun, est inaugurée par le Bureau des longitudes et son président Henri Poincaré. La première émission officielle de signaux horaires a eu lieu le 23 mai précédent.

Dès ce moment, Paris peut prétendre à un rôle international de premier plan dans le domaine de l'heure. Encore faut-il que la France consente, sans plus tarder, à entrer dans le système horaire mondial. Même si cet argument, de l'ordre du pari, ne peut être produit à l'appui de la réforme, il est clair que les performances de la station radiotélégraphique de la tour Eiffel sont l'élément déclencheur d'une décision qui, de toute façon, ne peut être encore longtemps différée.

Le 20 juillet 1910, le ministre Gaston Doumergue adresse au président de la commission sénatoriale concernée une lettre qui met fin à un blocage de 12 ans : « Tous les départements ministériels se sont montrés favorables à la mesure projetée, et le gouvernement, qui vient d'en délibérer, a reconnu, sans aucune réserve, l'intérêt qu'il y avait, au point de vue des relations internationales, à adopter un système aujourd'hui admis par tous les pays de l'Europe en dehors de la France, du Portugal et de la Grèce. » Le ministre demande à la commission de déposer son rapport « dans le plus bref délai possible ».

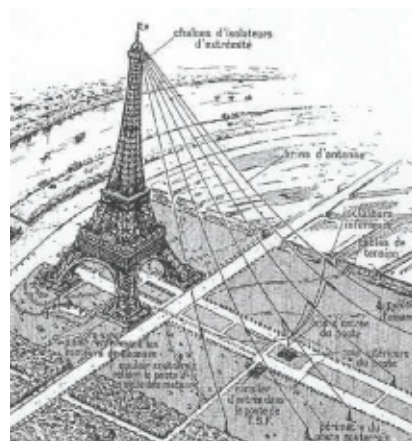
Le géodésien Charles Lallemand, nommé commissaire du gouvernement, défend le projet Boudenoit au Sénat le 26 janvier, puis le 10 février 1911. Entre-temps, une nouvelle rédaction a été proposée, qui vise à limiter l'emploi de l'heure de Greenwich aux chemins de fer, postes et télégraphes, celle

de Paris étant maintenue partout ailleurs. Lallemand n'a aucun mal à faire repousser ce texte qui réintroduit une dualité d'heures et double le décalage horaire dans les gares. Le projet Boudenoit est adopté par le Sénat dans sa rédaction initiale, tandis que la loi est définitivement votée à la Chambre le 9 mars suivant et publiée le lendemain au *Journal officiel*. Son application est immédiate : dans la nuit du 10 au 11 mars 1911, le temps est suspendu à minuit pendant 9 minutes et 21 secondes, tandis qu'enfin disparaît l'heure du chemin de fer.

65 millièmes de seconde d'écart

Le libellé de la loi ne trompe personne, mais il a dû faire sourire outre-Manche. Déclarer explicitement que l'heure légale française est celle de Paris, tout en annonçant implicitement qu'il s'agit de celle de Greenwich, relève de l'exploit ! Certains ironisent à ce sujet, d'autres parlent d'abdication, mais l'opération est un succès total : une *Conférence internationale de l'heure*, réunie à l'Observatoire de Paris en octobre 1912, prévoit la création d'une *Commission internationale de l'heure* dont l'organe exécutif, le *Bureau international de l'heure*, siégera à Paris ; il y sera officiellement établi en 1919. Paris est aussi désignée comme futur *Centre horaire international*, et la station centrale de signaux horaires sera celle de la tour Eiffel.

Le 9 mars 1911, la France a donc rejoint le concert des nations... à ceci près que les 9 minutes 21 secondes ne correspondent pas exactement à l'écart en longitude entre les observatoires de Paris et de Greenwich. En réalité, il s'en faut de 65 millièmes de seconde que la France soit strictement rattachée au système horaire mondial. Cette anomalie ne sera corrigée que par le décret du 9 août 1978 qui abroge la loi de 1911 et légalise en France un nouveau temps international, le temps universel coordonné, fondé sur le temps atomique et connecté à la rotation de la Terre. Ironie du sort, ce temps est élaboré au Bureau international des poids et mesures, près de Paris... et le méridien historique de Greenwich n'intervient plus dans cette affaire.



4. L'INSTALLATION RADIO de la tour Eiffel en 1909. La transmission d'informations – notamment l'heure – pouvait atteindre 3 000 kilomètres, et plus de 4 500 kilomètres en 1910.

L'AUTEUR



Jacques GAPAILLARD est professeur émérite à l'Université de Nantes où il a enseigné les mathématiques et l'histoire de l'astronomie [Centre François Viète].

✓ BIBLIOGRAPHIE

J. Gapaillard, *Une histoire de l'heure en France*, Vuibert, à paraître.

P. Galison, *L'empire du temps. Les horloges d'Einstein et les cartes de Poincaré*, Gallimard, 2007.

✓ À ÉCOUTER

Jacques Gapaillard sera l'invité de l'émission *La marche des sciences* du jeudi 3 mars 2011, sur France Culture de 14h à 15h. <http://www.franceculture.com>

LOGIQUE & CALCUL

Mesurer les chercheurs

La folie évaluatrice dans le monde de la recherche scientifique a provoqué une multiplication des méthodes. L'indicateur de Hirsch est devenu le moyen le plus expéditif de noter un chercheur.

Jean-Paul DELAHAYE

Il est légitime et utile d'évaluer la qualité d'un chercheur. Mais comment le faire quand si peu de gens ont la compétence nécessaire ? Si l'on s'adresse à des spécialistes, on n'échappera pas à la subjectivité, aux querelles d'école, voire à la jalousie. L'évaluation humaine par les pairs restera essentielle, mais selon l'opinion qu'« un chiffre, même médiocre, vaut mieux que pas de chiffres du tout », on a voulu compléter et contrôler le jugement humain avec du concret et du mesurable.

Il est naturel de s'appuyer sur les écrits d'un chercheur pour le noter. Il existe aujourd'hui une multitude de bases bibliographiques qui recensent les articles, les congrès et les livres et permettent, en tenant compte d'une grande quantité de publications, de calculer le nombre *N* de travaux d'un chercheur.

Mais les homonymies, les erreurs de frappe, les obstacles typographiques créés par les lettres accentuées, les traits d'union et les abréviations des prénoms, la non-exhaustivité des bases bibliographiques, tout cela engendre des erreurs qui parfois faus-

sent gravement les résultats [voir plus loin l'exemple de Grigori Perelman]. Par ailleurs, certains journaux sont bien plus exigeants que d'autres, et il serait injuste de comptabiliser de la même façon un article dans une revue qui publie tout texte soumis et un autre dans une revue qui n'en retient qu'un sur 100.

Une solution consiste à classer les revues et publications en catégories et à pondérer les listes des écrits d'un chercheur en fonction de ce classement. Cette solution largement utilisée est mauvaise, car, si le classement des revues est fait par des comités réunis pour cela, on risque de constater la surévaluation des revues auxquelles participent les membres du comité et la pénalisation des revues associées aux écoles et sensibilités concurrentes mal représentées.

La solution du calcul de « facteurs d'impact » des revues ne semble guère meilleure, les méthodes proposées pour les définir étant médiocres, voire absurdes. Le facteur d'impact détermine la valeur d'une revue d'après le nombre de ses articles qui sont cités dans les deux années suivant

leur parution. Ce calcul fixe la valeur de la revue et donc le coefficient associé aux articles qu'elle publie.

Cette méthode est absurde : en mathématiques par exemple, plus de 90 pour cent des citations portent sur des articles publiés plus de deux ans auparavant. Une autre absurdité du facteur d'impact est qu'il est calculé en ne prenant en compte que certaines revues, déterminées subjectivement et en favorisant bien sûr les revues de langue anglaise : le facteur d'impact contient donc la composante subjective qu'il prétendait éviter.

Le contestable « facteur d'impact »

Autre problème dont les spécialistes de bibliométrie ont démontré la gravité : un article dans une « bonne revue » peut être moins bon, par exemple par le décompte des citations qu'on en fait, qu'un article paru dans une revue jugée moyenne ou médiocre. Il n'est donc pas satisfaisant de se fonder sur le classement des comités ou les fac-



teurs d'impact des revues pour juger la qualité des publications d'un chercheur. En 2007, la *European Association of Science Editors* (EASE) a d'ailleurs émis l'avis suivant : « Le facteur d'impact n'est pas toujours un instrument fiable. En conséquence, on ne doit l'utiliser – avec précaution – que pour comparer l'influence des revues, mais pas pour évaluer un article et encore moins un chercheur ou un programme de recherche. »

Une idée plus simple et sans doute bien plus saine est de prendre en compte le nombre total de citations (NTC) faites aux travaux du chercheur à évaluer. Si un chercheur est cité, c'est que ses travaux sont reconnus et appréciés. Plus un chercheur est cité, plus son NTC augmente, plus il devient clair qu'il est efficace, a de l'influence et produit des idées et résultats pertinents. Au moins en première approximation, il semble raisonnable de jauger un chercheur à partir de son NTC.

Calculer le NTC d'un chercheur exige de disposer de bases de données contenant les listes d'articles publiés mais aussi, pour chaque publication, la liste des publications qu'elle mentionne. De l'ensemble

de ces listes on déduit, grâce à des programmes informatiques, le nombre de citations renvoyant à une publication donnée. Les trois principales bases de données sont la propriété d'acteurs privés : *Thompson Reuters* dispose de la base *SCI (Science Citation Index)*, via le *Web of Science* ; *Elsevier* a lancé en 2004 la base *Scopus* ; *Google* propose *Google Scholar* dont l'accès, contrairement aux deux autres, est gratuit.

Compter les citations

Les deux premières incluent surtout des journaux de recherche rigoureusement sélectionnés et mesurent donc l'activité de recherche dans un sens étroit. La base *Google Scholar*, plus large, donnera une idée de l'activité du chercheur en prenant mieux en compte les actes de conférences et congrès (très importants en informatique), ainsi qu'une part du travail de publication didactique. Selon les domaines et selon ce qu'on souhaite mesurer, on choisira l'une ou l'autre, mais toutes les trois sont assez bonnes et donnent des évaluations rarement contradictoires.

Considérons quelques exemples calculés en utilisant la base *Google Scholar* et la page Internet qui en synthétise les résultats (<http://quadsearch.csd.auth.gr/index.php?lan=1&s=2>).

Nous trouvons que les travaux de Paul Erdős ont été cités 15 040 fois, chiffre considérable, mais peu étonnant puisqu'il est sans doute le plus prolifique de tous les mathématiciens du XX^e siècle avec plus de 1 500 articles à son actif (dont 975 sont identifiés par le système). Jean Dieudonné, un des piliers du groupe Bourbaki, a lui été cité 12 580 fois. L'influent Nicolas Bourbaki obtient 16 127. Alexandre Grothendieck, mathématicien français vénéré, a un NTC de 9 110 et Cédric Villani, l'un des médaillés Fields 2010, un NTC de 3 426. Notons que seuls les mathématiciens de bonne renommée atteignent un NTC de 1 000.

Quelques tests et l'examen de ces nombres montrent que le nombre total des citations NTC est une note imparfaite attribuée à un chercheur. D'abord, les problèmes typographiques sont difficiles à éliminer. Une requête pour « N Bourbaki » donne 25 642,

1. Le classement de quelques mathématiciens

Pour chacun de ces 11 mathématiciens renommés, on a noté le nombre *N* des publications repérées, le nombre total de citations (NTC) qu'elles ont reçu, l'indice *h*, l'indice *g* et le taux moyen de citations (TMC). Ces données brutes ont été calculées le 29 décembre 2010 à l'aide du site *Uad Search* (<http://quadsearch.csd.auth.gr/index.php?lan=1&s=2>) qui utilise la base bibliographique *Google Scholar*. Paul Erdős est le chercheur de notre liste qui a le plus publié, mais c'est lui qui a le taux moyen de citations par article le plus faible. Les deux plus célèbres mathématiciens de notre sélection sont sans doute Andrew Wiles et Grigori Perelman à cause de leur démonstration, pour l'un du grand théorème de Fermat, pour l'autre de la conjecture de Poincaré. Or ce sont les moins cités, ceux qui ont le moins de publications identifiées et les plus petits indices *h* et *g* !

	<i>N</i>	NTC	Indice <i>h</i>	Indice <i>g</i>	TMC
1. Nicolas Bourbaki	355	16127	47	125	45,4
2. Alain Connes	329	19892	61	138	59,4
3. Jean Dieudonné	310	12580	39	111	40,6
4. Paul Erdős	975	15040	60	110	15,4
5. Kurt Gödel	215	7471	28	85	34,6
6. A. Grothendieck	136	9110	32	95	66,9
7. Grisha Perelman	20	1643	11	20	82,1
8. Terence Tao	445	13387	49	107	30,1
9. Alan Turing	100	14359	22	100	143,6
10. Cédric Villani	102	3426	28	58	33,6
11. Andrew Wiles	88	3277	16	57	37,2

