

La sélection SCIENCE

Spécial évolution



La Terre avant les dinosaures

Sébastien Steyer,
illustré par Alain Bénateau

Ce livre répare une injustice ! Il braque l'objectif sur de grands oubliés de la paléontologie : des vertébrés à quatre pattes qui, bien avant le règne des dinosaures, peuplaient notre planète. Retrouvez-les dans cet ouvrage, avec plus de 100 reconstitutions d'animaux pour beaucoup inédites, ainsi que de nombreuses photos de fossiles. Un livre événement pour tous les passionnés des mondes perdus !

978-2-7011-4206-7 • 208 p. • 25,00 €



Guide critique de l'évolution

Sous la direction
de Guillaume Lecointre

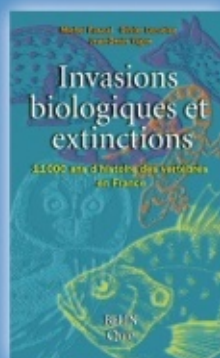
Pourquoi la théorie de l'évolution est-elle si souvent mal comprise du public ? Pourquoi fait-elle l'objet de si nombreuses attaques ? Ces questions sont au cœur de cet ouvrage. Il ne critique pas la théorie contemporaine de l'évolution, mais la façon dont nous en parlons. Il présente le cadre scientifique, épistémologique et historique dans lequel on peut comprendre l'évolution, et donne les clés pour déjouer les pièges que notre langage et nos réflexes premiers nous tendent.

978-2-7011-4797-0 • 576 p. • 35,00 €

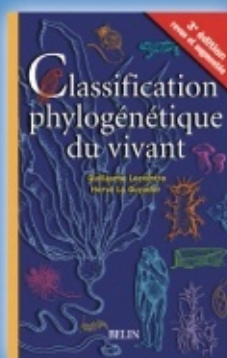


Feuilletez les premières pages de notre sélection de livres en exclusivité et commandez en ligne sur notre site

www.pourlascience.fr



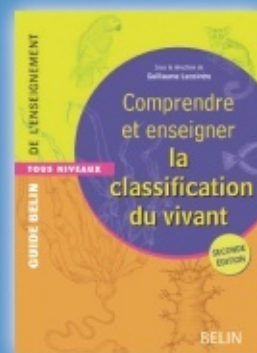
M. Pascal, O. Lorvelec et J.-D. Vigne
978-2-7011-3628-8 • 352 p. • 35,50 €



G. Lecointre et H. Le Guyader
978-2-7011-4273-9 • 560 p. • 41,50 €



A. Meinesz
978-2-7011-4694-2 • 336 p. • 19,50 €



G. Lecointre
978-2-7011-4799-4 • 360 p. • 27,00 €



M. Gargaud, H. Martin, P. López-García,
T. Montmerle, R. Pascal
978-2-7011-4799-4 • 304 p. • 26,50 €



C. Bousquet
978-2-7011-5119-9 • 160 p. • 6,95 €



P. Tassy
978-2-7011-4971-4 • 168 p. • 18,00 €



P. Forterre
978-2-7011-4425-2 • 256 p. • 20,50 €

Prix littéraire
de culture scientifique

HISTOIRE DES SCIENCES

Comment la France adopta l'heure de Greenwich

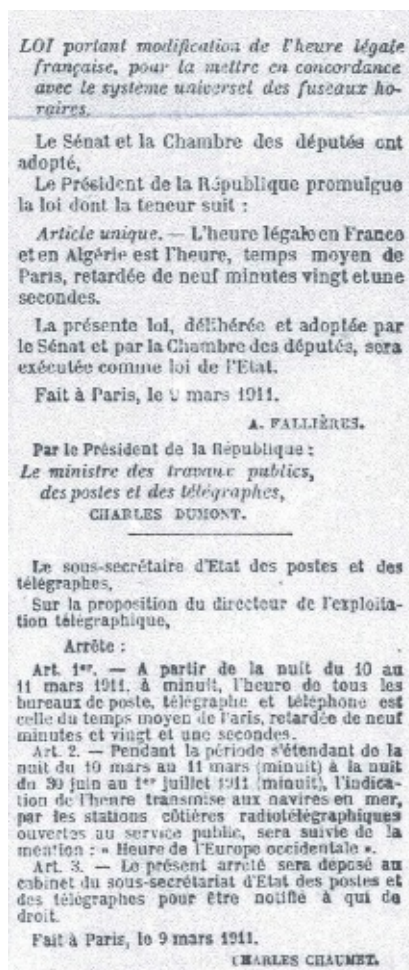
Il y a 100 ans, après presque 30 ans de résistance, la France abandonnait l'heure de Paris pour se mettre à celle de Greenwich... sans pour autant l'indiquer explicitement dans le texte de loi.

Jacques GAPAILLARD

Janvier 1911. Essoufflé, l'homme jette un coup d'œil à l'horloge de la gare de Lyon, à Paris, avant de s'engouffrer dans le bâtiment. Ouf, il n'est que 8h05 « heure de Paris ». Le train Paris-Lyon doit partir à 8h04 « heure du chemin de fer », et il lui reste donc encore quatre minutes pour rejoindre le quai et monter à bord. Tel était le quotidien du voyageur français à l'aube du XX^e siècle. Depuis le milieu du siècle précédent, les horaires des trains avaient cinq minutes de retard sur l'heure de Paris. On voulait à la fois aider le voyageur à prendre son train, et prévenir d'éventuelles réclamations en cas de train manqué. Cette spécificité française était accompagnée d'une autre particularité : l'heure de Paris, qui était l'heure légale française depuis 1891, avançait de 9 minutes et 21 secondes par rapport à l'heure de Greenwich et, de ce fait, ne s'intégrait pas au système des fuseaux horaires largement adopté dans le monde depuis 1892.

La France a finalement adhéré au système horaire mondial par la loi du 9 mars 1911, en même temps qu'elle se débarrassait de l'heure du chemin de fer. Pourquoi avoir si longtemps différé cette mesure ? Et quel événement a débouqué la situation ?

Pour comprendre la position française, remontons quelque temps plus tôt. Pendant longtemps, l'heure solaire vraie, celle des cadrans solaires, a été la seule envisageable, et son emploi allait de soi, sans qu'il fût nécessaire de le spécifier. Avec les progrès de l'horlogerie au XVIII^e siècle, on a peu à peu substitué à l'heure solaire vraie l'heure locale de temps moyen, heure fondée sur la course d'un soleil moyen fictif corrigée des irrégularités de la



1. LE TEXTE DE LA LOI du 9 mars 1911 sur l'heure légale française tel qu'il fut publié dans le *Journal Officiel*. Il indique que la nouvelle heure légale en France et en Algérie est l'heure de Paris retardée de 9 minutes et 21 secondes, sans pour autant spécifier que cette opération revient à adopter l'heure de Greenwich.

marche apparente du Soleil réel. Cette décision a d'abord été prise par la ville de Paris en 1826 (et non 1816 comme on le lit souvent), puis s'est étendue en province, mais le changement résultait uniquement d'initiatives locales.

Une heure de référence internationale

Cependant, le fonctionnement du chemin de fer ne pouvait s'accommoder des heures locales. Une même heure devait régler la marche des trains sur une même ligne et, bientôt, une heure unique, celle de Paris, a régné sur l'ensemble du réseau. C'est ainsi que le chemin de fer a diffusé en province l'heure de Paris, laquelle réglait, aux côtés de l'heure locale (et de l'heure du chemin de fer, décalée, nous l'avons vu, de cinq minutes par rapport à celle de Paris), la vie des villes desservies. À partir de la fin des années 1870, plusieurs villes ont pris l'initiative d'adopter l'heure de Paris, si bien qu'au début des années 1880, le paysage horaire français est un curieux mélange de l'heure de Paris, de l'heure du chemin de fer et des heures locales, mélange où il est difficile de se retrouver.

La France n'est pas le seul pays à avoir des problèmes d'horaires. Avec l'étendue du territoire des États-Unis en longitude et la multiplicité des compagnies ferroviaires, le paysage horaire des chemins de fer américains est particulièrement chaotique. En avril 1883 est présenté un projet de normalisation des heures ferroviaires aux États-Unis et au Canada, inspiré des idées de Sandford Fleming (1827-1915), ingénieur

canadien d'origine écossaise qui promeut la mise en place de fuseaux horaires. Ce projet prévoit de répartir ces heures selon cinq zones centrées sur les méridiens situés à 60°, 75°, 90°, 105° et 120° à l'Ouest de Greenwich, lesquels déterminent l'heure unique à l'intérieur de leur zone. Britannique, Fleming a tout naturellement proposé, comme méridien de référence dans son système, le méridien de Greenwich – méridien de référence de la marine anglo-saxonne. Les États-Unis et le Canada n'y voient pas d'objection et, réunie à Chicago le 11 octobre 1883, la *Convention générale de l'heure* décide que le nouveau système sera mis en place dès le 18 novembre suivant. Au-delà des chemins de fer, c'est toute la vie civile américaine qui va s'en trouver affectée.

Quelques mois plus tôt, en août 1882, les États-Unis ont aussi décidé d'organiser à Washington une *Conférence internationale du méridien* « afin de fixer un méridien propre à être utilisé comme zéro commun aux longitudes et comme base d'une normalisation de l'heure sur l'ensemble du globe ». Depuis plusieurs décennies, la question du choix d'un unique « premier méridien », ou méridien de référence, préoccupait les géographes, mais aucun accord ne se dessinait. L'initiative américaine avait le mérite de s'attaquer sérieusement au problème. La proposition américaine reçoit un écho favorable et la date de la conférence de Washington est arrêtée au mois d'octobre 1884.

En octobre 1883, soit quatre jours après la Convention de Chicago, s'ouvre à Rome une *Conférence de l'Association géodésique internationale* où est abordé le sujet qui sera débattu à Washington un an plus tard, mais la France ne prend pas l'affaire au sérieux. De plus, d'obscur transactions franco-anglaises sur un échange possible entre le méridien de Greenwich et le système métrique – les Britanniques auraient accepté de passer au système métrique en échange du choix du méridien de Greenwich – sèment le trouble dans les esprits. Aussi la délégation française censée soutenir le méridien de Paris à Rome n'a-t-elle pas une position très claire. Si bien qu'à l'issue de la conférence, l'ensemble des résolutions relatives à la conférence de Washington,



2. COMME TOUTES LES GARES DE FRANCE EN 1900, la gare de Saint-Césaire, petit village du Gard, indiquait sur sa façade l'heure de Paris, et sur le quai l'heure du chemin de fer, en retard de cinq minutes sur celle de Paris. Depuis 1891, l'heure de Paris était l'heure légale française, mais auparavant, les villes de province avaient chacune, outre ces deux heures, leur propre heure locale déterminée par la course du Soleil dans le ciel.

notamment le choix du méridien de Greenwich, est approuvé par les Français dans un vote final où seul s'abstient Maurice Lœwy, le directeur de l'Observatoire de Paris (le système métrique, lui, ne sera légalisé en Grande-Bretagne qu'en 1897. Quant à son adoption dans la vie courante...).

Échec du méridien neutre

La Convention de Chicago a mis en place une réforme horaire bien réelle, calée sur le méridien de Greenwich, et l'on devine que les Américains ne sont pas disposés à accepter le choix d'un autre méridien pour normaliser les longitudes et l'heure à l'échelle mondiale. Pourtant, les Français ne s'en inquiètent guère. Ils veulent surtout éviter de reproduire à Washington l'épisode peu glorieux de Rome, en donnant des instructions précises à la délégation française qui s'y rendra. À cet effet, une Commission de l'unification des longitudes et des heures se réunit en août 1884 ; elle recommande de n'adhérer au choix d'un méridien de référence qu'« à la condition qu'il aura un caractère réel d'internationalité », c'est-à-dire de neutralité. Bien que techniquement peu avantageuse, cette option du méridien neutre,

qui ne serait rattaché à aucun observatoire national, est séduisante dans son principe, et la France se donne le beau rôle en défendant une position parée de la noblesse du désintéressement et de l'universalité, dans l'esprit qui animait les révolutionnaires lorsqu'ils établirent le système métrique. Mais c'est aussi le moyen de s'opposer au méridien de Greenwich sans exposer celui de Paris dans un combat perdu d'avance.

La conférence de Washington dure tout le mois d'octobre 1884. La délégation française est dirigée par l'astronome Jules Janssen, directeur de l'Observatoire de Meudon. Conformément aux instructions qu'il a reçues et auxquelles il adhère pleinement, c'est à la surprise générale que Janssen déclare ne pas être venu pour défendre la candidature du méridien de Paris. Il développe alors une longue argumentation en faveur d'un méridien neutre qui pourrait passer par les Açores ou le détroit de Behring. La thèse de Janssen rencontre une forte opposition et le méridien de Greenwich est adopté par 21 voix contre une – celle de Saint-Domingue –, et deux abstentions – du Brésil et de la France. Le souhait d'un choix dicté par des considérations humanistes était impuissant devant la domination écrasante de la cartographie marine anglo-saxonne. En France, on restera discret

sur le fait que le méridien de Paris n'a pas été défendu à Washington, préférant laisser croire qu'il y a été vaincu par celui de Greenwich.

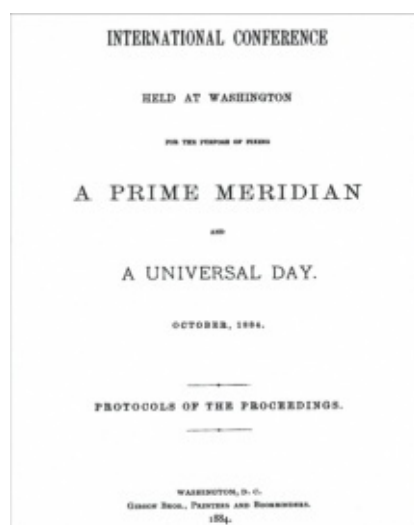
Lorsque la conférence passe à l'examen de la question horaire, Fleming ne manque pas de présenter son système, mais on lui objecte que la question des heures locales sort du champ de compétence de la conférence. Le système des fuseaux horaires ne sera donc pas voté à Washington, mais progressivement mis en place par la suite, de façon assez naturelle, surtout à partir de 1892. Au terme de la conférence de Washington, le jour civil de Greenwich est érigé en jour universel, compté de 0 à 24 heures, et à usage purement scientifique ou administratif.

Les décisions de la conférence doivent encore être approuvées par les gouvernements des différentes nations. Aussi, de retour de Washington, Janssen soutient que le méridien de Greenwich n'a pas encore gagné la partie. La France s'enferme alors dans un isolement horaire en Europe, et la loi du 14 mars 1891, qui abolit les heures locales en la dotant d'une heure nationale – l'heure de Paris –, lui permet d'affirmer encore davantage son indépendance. C'est aussi la première fois qu'un texte officiel dit ce qu'est l'heure légale en France.

Une astuce due à Louis Boudenoot

Au fil des années, l'isolement de la France devient de plus en plus absurde. Le 27 octobre 1896, le député Gabriel Deville dépose un projet de loi visant à mettre fin à cette situation. Son texte va droit au but : « Article premier. – Le méridien initial officiellement en usage en France est le méridien de Greenwich. Art. 2. – L'heure légale en France est l'heure du temps moyen de Greenwich. [...] ». Mais alors que l'opposition au méridien anglais est toujours vive, un texte qui ménage si peu les susceptibilités nationales n'a aucune chance d'aboutir et il est écarté par la commission parlementaire chargée de l'étudier. Les partisans de la réforme ne désarment pas et un nouveau projet de loi est déposé le 8 mars 1897 par le député Louis Boudenoot : « Article unique. – L'heure légale en France et en Algérie est l'heure,

temps moyen de Paris, retardée de 9 minutes 21 secondes. ». Comme ces 9 minutes 21 secondes correspondent à un angle de $2^{\circ} 20' 15''$, à peu près égal à l'écart en longitude entre Paris et Greenwich, ce texte dit la même chose que le précédent, mais il semble épargner le méridien de Paris et évite adroitement de mentionner Greenwich, ce qui change tout. Au point que le projet Boudenoot est voté sans discussion par les



3. LE COMPTE RENDU de la Conférence internationale du méridien qui se tint en octobre 1884 à Washington. Le méridien de Greenwich y fut adopté comme méridien de référence mondial à l'unanimité moins une voix et deux abstentions – dont celle de la France.

députés, le 24 février 1898. L'Académie des sciences refuse d'entrer dans le débat. Reste à obtenir l'approbation du Sénat.

Certains pensent que la France franchira le pas à l'occasion de l'Exposition universelle de 1900, mais la crise de Fachoda, un incident diplomatique qui oppose la France et le Royaume-Uni en 1898 au Soudan, puis l'impopulaire guerre des Boers en Afrique du Sud, entre les Britanniques et les descendants des premiers colons, soulèvent des vagues d'anglophobie, et leurs espoirs sont déçus. De plus, le 6 février 1899, les députés contredisent leur action précédente en émettant un vote positif sur un projet de loi irréaliste qui prévoit la décimalisation des heures et un système de fuseaux horaires calé sur « un

premier méridien qui devra passer dans la région de Behring », le tout à mettre en place pour le 1^{er} janvier suivant !

Cette incartade parlementaire n'a pas de suite, et le climat politique change radicalement avec les accords franco-britanniques de l'Entente cordiale, signés le 8 avril 1904. Mais le temps passe et le Sénat ne se prononce toujours pas sur le projet Boudenoot. Et pour cause : les ministères de l'Instruction publique et de la Marine y sont opposés et, dans ces conditions, la commission sénatoriale chargée de la question refuse de remettre son rapport. C'est là que... la tour Eiffel intervient.

La tour Eiffel joue un rôle décisif

Érigée pour l'Exposition universelle de 1889, la tour Eiffel avait provoqué les protestations indignées de nombreuses personnalités du monde littéraire et artistique, et devait être détruite après 1909. Aussi l'ingénieur Gustave Eiffel avait-il vu, dans les expériences prometteuses de télégraphie sans fil qui se multipliaient à cette époque, une occasion providentielle de préserver son œuvre. La tour constituait en effet un formidable pylône qu'il s'imposait d'exploiter. Déjà, le 5 novembre 1898, l'industriel Eugène Ducretet avait réalisé avec succès une transmission sur quatre kilomètres entre la tour Eiffel et le Panthéon, une première en milieu urbain. En décembre 1903, Eiffel mettait sa tour à la disposition du Génie militaire en prenant les frais d'installation à sa charge. Dès le mois suivant, sous la direction du capitaine Gustave Ferrié, les expériences commençaient avec une antenne à un fil, puis à quatre fils, chacun de 380 mètres. Les émissions atteignirent bientôt les côtes de l'Algérie, et leur portée dépassa 3 000 kilomètres la nuit.

Le 1^{er} janvier 1910, la concession de l'exploitation de la tour est renouvelée à Gustave Eiffel pour 70 ans, et l'« odieuse colonne de tôle boulonnée » est sauvée. Elle servira à la transmission non seulement des dépêches militaires, mais aussi de l'heure, dont l'intérêt est capital pour la détermination des longitudes. À l'époque, les marins

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 ».

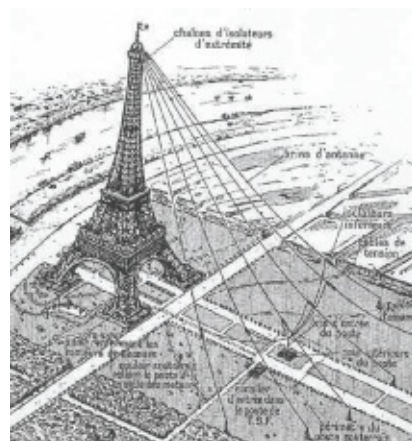
Le géodésien Charles Lallemand, nommé commissaire du gouvernement, défend le projet Boudenoit au Sénat le 26 janvier, puis le 10 février 1911. Entre-temps, une nouvelle rédaction a été proposée, qui vise à limiter l'emploi de l'heure de Greenwich aux chemins de fer, postes et télégraphes, celle

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-

