

GALILÉE ET LE MYTHE DE LA TERRE QUI TOURNE

**CHAQUE MOIS,
L'UNIVERSITAIRE
TOULONNAIS JEAN-
MARC GINOUX OUVRE
UNE PARENTHÈSE
SCIENTIFIQUE.
IL DÉMONTE UNE IDÉE
REÇUE, DÉCRYPTE UN
MYSTÈRE, LANCE
UN DÉBAT.**



PAR JEAN-MARC GINOUX

Maître de conférences en mathématiques appliquées, docteur en mathématiques appliquées et docteur en histoire des sciences.

ginoux@univ-tln.fr
<http://ginoux.univ-tln.fr>

Lorsque l'on interroge quelqu'un sur l'origine de la preuve de la rotation de la Terre autour du Soleil, on obtient généralement la même réponse quel que soit l'interlocuteur : Galilée ! Avant d'immanquablement citer la fameuse phrase : "Et pourtant elle tourne". Mais cette réplique automatique et évidente n'est en fait qu'une légende à la vie dure.

Le 7 janvier 1610, en tournant une lunette vers le ciel, Galilée découvrit les quatre satellites ou "lunes" de Jupiter. A cette époque, la notion de force gravitationnelle n'existait pas (elle sera introduite un demi-siècle plus tard par Isaac Newton) et le principal argument des anticoperniciens tenait à l'impossibilité du mouvement composé de la Lune : autour de la Terre et, avec la Terre autour du Soleil. En d'autres termes, ils croyaient que la Terre en tournant autour du Soleil aurait "perdu" sa Lune. Aussi, la découverte d'une planète (Jupiter) tournant avec ses quatre lunes autour du soleil affaiblissait considérablement la thèse géocentrique de Ptolémée. Néanmoins, les observations de Galilée ne constituaient en rien une preuve de la rotation de la Terre autour du Soleil. En effet, dans le système de l'astronome danois Tycho Brahé, le Soleil et la Lune tournent autour de la Terre immobile, tandis que les autres planètes ont un mouvement composé, tournant autour du Soleil et, avec lui autour de la Terre.

Malgré le nombre considérable de biographies paraissant chaque année sur Galilée, un sfumato mystérieux persiste dans l'inconscient collectif autour de la personne et de l'œuvre de l'illustre savant. En effet, une enquête du Conseil de l'Europe réalisée parmi les étudiants en sciences des pays de la Communauté a permis de montrer qu'environ 30 % d'entre eux sont convaincus que Galilée fut brûlé vif sur un bûcher de l'Eglise et que presque tous (97 %) sont persuadés qu'il a été soumis à la torture. Une très faible minorité rappelle alors la phrase que

Galilée aurait murmurée après l'annonce de sa condamnation par le tribunal de l'Inquisition : "E pur si muove !" (Et pourtant elle tourne !).

Mais comme l'explique l'écrivain Arthur Koestler, "contrairement aux affirmations de nombreux manuels, même récents, d'histoire des sciences, Galilée n'a apporté aucune contribution à l'astronomie théorique, et n'a pas démontré la vérité du système de Copernic. Il n'a pas été torturé par l'Inquisition, il n'a point languï dans ses cachots, il n'a pas été un martyr de la science, et il n'a pas dit cette phrase"¹.

Concernant cette sentence célèbre, l'historien des sciences Stillman Drake raconte qu'elle a été inventée de toutes pièces en 1757, soit plus d'un siècle après la mort de Galilée (1642), par Giuseppe Baretta, un journaliste italien installé à Londres.

Mais Drake précise aussi qu'en 1911, une famille belge qui possédait une toile censée représenter Galilée dans les cachots de l'Inquisition, l'a envoyée en restauration. Lorsque le tableau, attribué à Murillo ou à un peintre de son école à Madrid, et peint juste après la mort du savant, a été retiré de son cadre, il est apparu qu'il était plus grand qu'on ne le supposait. Et qu'une partie avait été délibérément repliée au moment de son encadrement. Cette peinture représentait la silhouette décharnée de Galilée prisonnier qui semblait pointer du doigt en direction d'un des murs du cachot, précisément vers le bord du tableau qui avait été replié. C'est alors qu'on découvrit les mots "E pur si muove" écrits sur ce mur².

Une trace que la légende était déjà répandue du vivant de Galilée ou tout de suite après sa mort, certes, mais en aucun cas une preuve qu'il l'ait effectivement prononcée devant ses juges. ■

¹ Arthur Koestler, *Les Somnambules*, Paris, Calman-Lévy, 1960, pages 416 et 417.

² Stillman Drake, *Galileo At Work*, Chicago, University of Chicago Press, 1978, page 357.

POURQUOI LA MER EST-ELLE BLEUE ?

... ET 12 AUTRES QUESTIONS AUXQUELLES ON CROIT CONNAÎTRE LES RÉPONSES

Comment ne pas bronzer idiot ? En s'attaquant au quiz estivalo-scientifique établi par l'universitaire toulonnais Jean-Marc Ginoux.

N°1 POURQUOI LA MER EST-ELLE BLEUE ?

- 1- Parce qu'elle reflète le bleu du ciel
- 2- Parce qu'elle "absorbe" les autres couleurs
- 3- Parce qu'elle est bleue, tout simplement

N°2 POURQUOI LA MER EST-ELLE SALÉE ?

- 1- À cause des nuages
- 2- À cause de la croûte terrestre
- 3- À cause de l'oxygène de l'eau

N°3 POURQUOI Y A-T-IL DES MARÉES ?

- 1- À cause de la Lune
- 2- À cause du mouvement de la Terre
- 3- À cause du vent

N°4 POURQUOI Y A-T-IL DES VAGUES ?



- 1- À cause des reliefs sous-marins
- 2- À cause des bateaux
- 3- À cause du vent

N°5 POURQUOI LA LUNE A-T-ELLE UNE FACE CACHÉE ?

- 1- Parce qu'elle est immobile par rapport à son axe

- 2- Parce qu'elle est synchronisée avec la Terre
- 3- Pour rendre hommage aux Pink Floyd

N°6 POURQUOI LES ICEBERGS NE SONT-ILS PAS SALÉS ?



- 1- Parce qu'ils proviennent de la banquise
- 2- Parce qu'ils proviennent des glaciers
- 3- Parce qu'ils sont formés par la fonte des neiges

N°7 POURQUOI LE CIEL EST-IL BLEU ?

- 1- Parce qu'il reflète le bleu de la mer
- 2- Parce que ses molécules diffusent dans le bleu
- 3- Parce qu'il est bleu, tout simplement

N°8 POURQUOI LES NUAGES SONT-ILS BLANCS ?

- 1- Parce qu'ils sont formés d'eau
- 2- Parce qu'ils absorbent toutes les couleurs
- 3- Parce qu'ils sont blancs, tout simplement

N°9 POURQUOI LA NUIT EST-ELLE NOIRE ?

- 1- Parce qu'il fait nuit
- 2- Parce que le Soleil est couché
- 3- Parce que la vitesse de la lumière est finie

N°10 POURQUOI LES GLAÇONS CRAQUENT-ILS DANS L'EAU ?

- 1- Parce qu'ils se contractent
- 2- Parce qu'ils se dilatent
- 3- Pour attirer l'attention

N°11 POURQUOI UN AVION SUPERSONIQUE FAIT-IL BANG ?



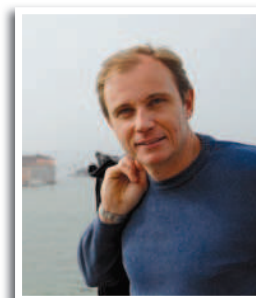
- 1- Parce qu'il y a une onde de choc
- 2- Parce que l'avion va plus vite que le son
- 3- Parce que le son va plus vite que l'avion

N°12 POURQUOI UN CHAT RETOMBE-T-IL TOUJOURS SUR SES PATTES ?

- 1- Parce qu'il exerce une réaction à la rotation
- 2- Parce qu'il exerce un moment d'inertie
- 3- Parce que les chats ont toujours de la chance

N°13 POURQUOI UNE TARTINE TOMBE-T-ELLE TOUJOURS CÔTÉ BEURRE ?

- 1- Parce que le beurre est plus lourd
- 2- Parce qu'elle tourne sur elle-même
- 3- Parce que la hauteur de la table est standard



Et maintenant, les réponses ! Présentées, expliquées et développées par Jean-Marc Ginoux, maître de conférences en mathématiques appliquées, docteur en mathématiques appliquées et docteur en histoire des sciences à l'Université du Sud Toulon Var.

N°1 - Réponse 2

Ben non, ce n'est pas le reflet du ciel qui rend la mer bleue. En réalité, les molécules d'eau absorbent une partie de la lumière blanche provenant du soleil. Plus précisément, les longueurs d'ondes correspondant aux couleurs rouge et jaune. Or, quand on soustrait ces composantes à la lumière incidente, il reste essentiellement... du bleu. Voilà pourquoi les molécules d'eau renvoient une lumière appauvrie en rouge et jaune, et riche en bleu.

N°2 - Réponse 2

Le goût salé de l'océan provient essentiellement d'un sel, le chlorure de sodium (le même que le sel de table). Il y a environ 3,7 milliards d'années la Terre connaît un intense volcanisme, libérant notamment de la vapeur d'eau, du gaz carbonique et du chlore. Cent millions d'années plus tard, la Terre refroidit. La vapeur d'eau se condense et retombe en pluies acides qui forment les premiers océans. Le sodium présent dans les roches de la croûte terrestre avait alors été arraché à ces roches lors du ravinement de ces eaux de pluie très acides.

N°3 - Réponse 1

À cause de l'attraction gravitationnelle de la Lune qui attire les masses d'eau en fonction de sa position dans le ciel. Globalement on peut dire que lorsqu'il y a une marée haute quelque part, il y a une marée basse ailleurs.

N°4 - Réponse 3

La vague est une onde non pas due aux astres mais au frottement du vent et de l'eau. D'anticyclones en dépressions, le vent crée des turbulences à la surface de l'eau, plus ou moins marquées selon son intensité.

N°5 - Réponse 2

La Lune met autant de temps pour tourner sur son axe que pour tourner autour de la Terre. Donc, lorsqu'elle effectue un quart de tour sur elle-même, elle accomplit un quart de tour autour de la Terre. Ainsi, un observateur sur la Terre verra toujours la même face lunaire. L'autre lui est cachée à tout jamais... Les astronautes de la mission Apollo 13 ont fait partie des quelques rares personnes à pouvoir l'observer de leurs yeux. Mais à quel prix !

N°6 - Réponse 3

La glace de la banquise n'est pas véritablement salée. En réalité, lorsque l'eau de mer congèle, les sels sont séparés de l'eau. Ce phénomène entraîne d'immenses mouvements d'eau. Ainsi, au moment de la formation de la glace de mer, il se forme des saumures - eau très salée - sous la glace proprement dite. Cette eau très salée et très froide est plus lourde que le reste de l'eau. Elle va donc s'enfoncer profondément et être remplacée par de l'eau moins froide et moins salée.

N°7 - Réponse 2

Le bleu du ciel est le résultat de la diffusion de la lumière provenant du soleil par l'atmosphère. Lorsque les rayons solaires entrent dans l'atmosphère, ils rencontrent des molécules qui ont la bonne dimension pour diffuser les plus courtes longueurs d'ondes de la lumière : le violet, l'indigo et le bleu - les longueurs d'ondes plus longues, telles que les rouges, n'étant pratiquement pas diffusées. C'est donc un mélange de violet, d'indigo, de bleu, de vert qui diffuse dans tout le ciel, lui conférant ce bleu que l'on connaît bien.

N°8 - Réponse 3

Les nuages sont composés d'eau sous forme de gouttelettes ou de cristaux de glace. Contrairement à l'air qui ne diffuse que les teintes bleues, ces grosses molécules d'eau permettent de diffuser toutes les longueurs d'onde de la lumière. Et l'ensemble des ondes de la lumière donnent la couleur blanche. Il en va de même pour la vapeur d'eau, formée elle aussi de gouttelettes.

N°9 - Réponse 3

Une explication littéraire, signée Edgar Allan Poe : "Si la succession des étoiles était illimitée, l'arrière plan du ciel nous offrirait une luminosité uniforme, comme celle déployée par la galaxie - puisqu'il n'y aurait absolument aucun point, dans tout cet arrière-plan, où n'existerait une étoile. Donc dans de telles conditions, la seule manière de rendre compte des vides que trouvent nos télescopes dans toutes les directions est de supposer cet arrière plan invisible placé à une distance si prodigieuse qu'aucun rayon n'ait jamais pu parvenir jusqu'à nous". (Euréka, 1848)

N°10 - Réponse 2

Lorsque l'on plonge un glaçon dans un liquide dont la température est supérieure à celui-ci, le glaçon commence à se dilater, avant même de fondre. Cette dilatation n'est pas uniformément répartie dans l'ensemble du solide - elle a lieu à la surface de contact avec le liquide. Sous la contrainte thermomécanique, la glace "craque" au niveau de ses faiblesses structurelles.

N°11 - Réponse 1

Un avion en plein vol fait vibrer l'air qui l'entoure. Ces vibrations engendrent des ondes acoustiques qui se propagent tout autour de lui jusqu'au sol. À vitesse supersonique, la vitesse du son étant dépassée par l'avion, les vibrations acoustiques forment un cône de choc derrière l'avion. L'avion précède le bruit qu'il produit, on ne l'entend que trop tard : après son passage. Lorsque deux ondes acoustiques passent successivement au même endroit, les deux surpressions sont tellement rapprochées que l'énergie accumulée dans l'air engendre une onde de choc dont la puissance provoque un grand "bang" qui peut même briser des vitres. En revanche, le passage à Mach 2 (deux fois la vitesse du son) ne provoque pas d'autre "bang".

N°12 - Réponse 2

Lors d'une chute, le corps d'un chat se plie tout d'abord par la moitié, de sorte que la moitié avant tourne autour d'un axe différent de la moitié arrière. Le repli ensuite ses pattes avant pour réduire le moment d'inertie de la moitié avant de son corps et tend ses pattes arrière pour au contraire augmenter le moment d'inertie de la moitié arrière. Ceci lui permet de tourner la moitié avant d'environ 90 % et la moitié arrière d'environ 10 %. Puis il dépile ses pattes avant et replie ses pattes arrière afin de tourner beaucoup sa moitié arrière et peu sa moitié avant dans la direction opposée. Ce qui ne l'empêche pas de pouvoir se blesser gravement.

N°13 - Réponse 3

Une étude a montré lors de nombreuses séries de tests que pour une hauteur de table standard, dans 62 % des cas une tartine beurrée avait juste le temps d'effectuer un demi-tour lors de sa chute avant de s'écraser irrémédiablement sur le sol côté beurré. Une solution à ce problème consisterait peut-être à placer la tartine sur le dos d'un chat... ■

LA VICTOIRE D'UN HORLOGER ÉBÉNISTE SUR LES ASTRONOMES ARROGANTS

CHAQUE MOIS, L'UNIVERSITAIRE TOULONNAIS JEAN-MARC GINOUX S'INSTALLE SUR CETTE PAGE POUR UNE PARENTHÈSE SCIENTIFIQUE : DÉMONTER UNE IDÉE REÇUE, DÉCRYPTER UN MYSTÈRE, LANCER UN DÉBAT. A QUELQUES JOURS DE L'ARRIVÉE DES GRANDS VOILIERS À TOULON, IL S'AVENTURE SUR LES OCÉANS.



PAR JEAN-MARC GINOUX

Maître de conférences en mathématiques appliquées, docteur en mathématiques appliquées et docteur en histoire des sciences.

ginoux@univ-tln.fr
<http://ginoux.univ-tln.fr>

La localisation d'un point consiste à déterminer sa longitude (position Est ou Ouest par rapport à un méridien d'origine comme celui de Greenwich) et sa latitude (position Nord ou Sud par rapport à l'équateur). A terre, le problème de la latitude a été résolu avec les cadrans solaires : Pythéas de Massalia détermina au 4^e siècle avant J.C. la latitude de Marseille et fournit une valeur ($43^{\circ} 13'$) qui diffère d'à peine $5'$ de celle que nous obtenons aujourd'hui avec nos GPS. Mais comment faire en mer, dans un environnement mouvant ? Les navigateurs du Moyen-âge utilisaient l'arbalète ou le bâton de Jacob pour "faire le point". Ainsi, pour obtenir leur latitude, il leur suffisait de pointer l'une des branches vers l'horizon et l'autre vers le Soleil ou vers l'étoile polaire. Et pour la longitude, on s'en remettait "à l'estime", à l'aide d'une boussole (apparue au 11^e siècle) et d'un loch pour mesurer la vitesse. Une méthode relativement aléatoire, dépendant de l'état de la mer et de la météo.

UN NAUFRAGE DRAMATIQUE

Le 29 septembre 1707, l'amiral anglais sir Cloudisley Shovel qui pensait faire route vers les îles britanniques s'échoue sur les brisants des îles Scilly, emportant avec lui 1 700 hommes d'équipage et causant la perte de quatre des cinq navires de guerre de la flotte anglaise. Un naufrage qui incita le Parlement à réunir une commission qui proposa un prix, appelé "Longitude Act", doté de 20 000 livres (l'équivalent d'environ 2 millions d'euros) et récompensant toute personne susceptible de résoudre le problème du calcul de la longitude en mer. La solution semble simple : il suffit de comparer l'heure du lieu où l'on se trouve avec l'heure du port d'où l'on est parti. En effet, la Terre effectuant une rotation de 360° en 24 heures, elle parcourt 15° (360° divisés par 24) de longitude par heure. Sachant par exemple que lorsqu'il est midi à Istanbul, il est 10 heures à Londres,

on en déduit facilement qu'Istanbul se trouve à 30° de longitude Est de Londres (la valeur exacte est $28^{\circ} 58' 34''$). Evident en théorie, mais il en va tout autrement en mer dans des conditions extrêmes entraînant le dérèglement des appareils.

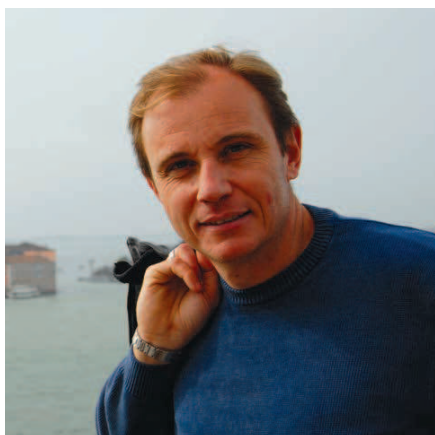
Les scientifiques se tournent alors vers une solution astronomique pour déterminer l'heure en fonction de la distance de la Lune. "Ce n'est pas un horloger qui découvrira le calcul de la longitude, mais les astronomes les plus émérites", estime ainsi Isaac Newton, qui fait partie de la commission "Longitude Act". Et pourtant c'est bien un horloger autodidacte, John Harrison, artisan ébéniste, qui va inventer en 1759 le premier "chronomètre de marine" qui conserve l'heure du port de départ avec une précision suffisante.

VOYAGES AUX CARAÏBES

En 1761, la commission du "Longitude Act" décide de tester l'appareil lors d'un voyage en Jamaïque : résultat concluant, il ne retarde que de 5 secondes soit une erreur d'environ $2'$ de longitude - un mille marin. Mais les membres du jury, plus favorables à la méthode du calcul des distances lunaires, refusent de lui remettre le prix. L'affaire est portée devant le Parlement qui accorde une compensation à Harrison en lui proposant 5 000 livres au lieu des 20 000 initialement prévues. Harrison refuse. En 1764, second voyage, entre Portsmouth et La Barbade. Après 46 jours de mer le chronomètre indique qu'il est presque 16 h à Portsmouth alors qu'il est midi à La Barbade. La Barbade est donc située à 60° Ouest de longitude de Portsmouth. La valeur exacte est de 59° ! Cependant, le Parlement n'offre que la moitié du prix à Harrison, en lui promettant l'autre moitié lorsque d'autres mesures aussi précises auront pu être réalisées. C'est seulement en 1773 qu'Harrison, alors âgé de 80 ans, recevra 8 750 livres, qui ne représente qu'une partie du prix. ■

ARCHIMÈDE ET LES MIROIRS ARDENTS

CHAQUE MOIS, L'UNIVERSITAIRE TOULONNAIS JEAN-MARC GINOUX S'INSTALLE SUR CETTE PAGE POUR UNE PARENTHÈSE SCIENTIFIQUE : DÉMONTER UNE IDÉE REÇUE, DÉCRYPTER UN MYSTÈRE, LANCER UN DÉBAT. DANS LA FOULÉE DES VOILES DE LÉGENDE, IL S'INTÉRESSE À... LA LÉGENDE DES VOILES



PAR JEAN-MARC GINOUX

Maître de conférences en mathématiques appliquées, docteur en mathématiques appliquées et docteur en histoire des sciences.

ginoux@univ-tln.fr
<http://ginoux.univ-tln.fr>

La "légende des voiles" trouve sa source dans la vie de l'un des plus célèbres scientifiques grecs : Archimède. Oui, celui de la baignoire !

Il vieillissait tranquillement lorsque le général romain Marcellus vint assiéger sa ville de Syracuse. Archimède imagina alors toutes sortes de machines infernales pour défendre sa cité. Selon les récits de ce siège, il aurait incendié les galères de Marcellus en faisant converger les rayons du Soleil sur les coques et les voiles à l'aide de miroirs ardents. Ainsi était née la "légende des voiles".

L'historien Plutarque, qui a pourtant raconté le siège avec force détails, ne fait aucune allusion à ces miroirs ardents, et il faut attendre le 6^e siècle pour trouver dans un ouvrage d'Anthème de Tralles une trace de cette anecdote. 11 siècles plus tard, en 1630, c'est Descartes qui explique que les rayons du soleil ne sont pas exactement parallèles, et qu'un miroir ardent, pour agir à une grande distance, aurait dû avoir une taille démesurée. Les voiles d'Archimède ne seraient alors qu'une légende ?

Malgré l'incrédulité de Descartes, le défi est relevé en 1646 par le père jésuite allemand Athanasius Kircher. Il constate qu'avec cinq miroirs plans judicieusement disposés, on obtient une chaleur presque "intolérable" à plus de cent pieds (33 mètres). Avec des miroirs plus nombreux, on obtiendrait des effets encore plus étonnants. Kircher, en outre, va enquêter sur place, à Syracuse. D'où il résulte qu'Archimède n'avait pas besoin d'un miroir à longue portée : il lui suffisait de pouvoir concentrer la chaleur à trente pas (22 mètres), ce qui rend l'opération plus facile.

Au 18^e siècle, les expériences sur les miroirs ardents vont se multiplier, et c'est le naturaliste Buffon qui apporte la contribution la plus spectaculaire, en construisant un miroir constitué de 168 petites glaces et en les expérimentant sur divers matériaux. Il démontre ainsi en 1747 que Descartes a eu tort. Mais

Archimède a-t-il utilisé des miroirs en bronze poli ou des miroirs métalliques ? Deux siècles plus tard, l'ingénieur grec Ioannis Sakkas imagine qu'il aurait suffi que des soldats, disposés sur les remparts, utilisent leurs boucliers comme miroirs pour enflammer les voiles à distance. Ainsi, en 1973, Sakkas réalisa une expérience étonnante : il prépara 70 miroirs de telle sorte qu'ils aient un rendement comparable à celui de boucliers métalliques ; et il confia ces 70 "boucliers-miroirs" à 70 opérateurs alignés sur un quai du Pirée. En très peu de temps, ils réussirent à enflammer une maquette de contreplaqué imitant une galère, et fixée sur une barque. On peut donc penser qu'Archimède a tout à fait pu réaliser une opération de ce genre.

BARACK OBAMA EN GRAND TÉMOIN

Très récemment, en décembre 2010, l'expérience fut renouvelée à la télévision par une équipe d'étudiants du MIT, en présence de Barack Obama. Elle eut cependant lieu dans des conditions beaucoup plus - ou beaucoup trop - réalistes et donna des résultats très différents. En effet, la cible était un véritable bateau, à la coque très humide, et les participants utilisèrent des miroirs de bronze poli. Après plusieurs essais, ils furent incapables de mettre le feu à ce navire situé à 30 mètres de distance, réussissant simplement à faire fumer la coque sans qu'elle prenne feu. Une tentative menée sur les voiles du navire n'aboutit quant à elle à aucun résultat, les voiles blanches renvoyant la chaleur des rayons lumineux.

Ainsi, on ne saura probablement jamais si Archimède a réellement enflammé les voiles des galères de Marcellus. Ce que l'on retiendra de cette légende, c'est la volonté d'un savant de mettre toute sa connaissance au service de la défense de sa cité. En vain : Archimède fut tué d'un coup de glaive par un soldat romain lors de la prise de Syracuse, en 212 avant J.-C. ■

GUTENBERG : INVENTEUR DE L'IMPRIMERIE ?

CHAQUE MOIS, L'UNIVERSITAIRE TOULONNAIS JEAN-MARC GINOUX S'INSTALLE SUR CETTE PAGE POUR UNE PARENTHÈSE SCIENTIFIQUE : DÉMONTER UNE IDÉE REÇUE, DÉCRYPTER UN MYSTÈRE, LANCER UN DÉBAT. À L'OCCASION DE LA FÊTE DU LIVRE, IL SE PENCHE SUR L'HISTOIRE DE L'IMPRIMERIE.



PAR JEAN-MARC GINOUX

Maître de conférences en mathématiques appliquées, docteur en mathématiques appliquées et docteur en histoire des sciences.

ginoux@univ-tln.fr
<http://ginoux.univ-tln.fr>

Dans l'inconscient collectif le nom de Gutenberg est indéfectiblement associé à l'imprimerie.

Et pourtant, Johannes Gensfleisch alias Gutenberg l'a-t-il réellement inventée au milieu du 15^e siècle ?

En réalité, elle existait déjà depuis bien longtemps en Asie mais sous une forme quelque peu différente. La xylographie, c'est-à-dire la technique qui consiste à reproduire des images en nombreux exemplaires à l'aide de planches de bois gravées était en effet connue depuis le 7^e siècle. Ces xylographies se sont alors répandues en Europe dès la fin du 14^e siècle par l'intermédiaire des Turcs ou des Russes. Cette technique servit alors à diffuser non seulement des images (pieuses pour l'essentiel), mais aussi des cartes à jouer - leur prix était ainsi diminué de moitié. Elle connut ensuite de nombreuses améliorations comme par exemple la reproduction de chaque image effectuée non plus au moyen d'une planche de bois unique, mais à l'aide de deux, l'une portant le dessin lui-même, l'autre, le texte qui l'accompagne. De là à imaginer une division du texte en lignes, puis chaque ligne en lettres séparées, il n'y avait qu'un pas. Cependant, une fois les caractères mobiles imaginés, il fallut encore inventer un dispositif qui permette de les imprimer rapidement sur le papier.

Cette technique des caractères mobiles qui constitue le fondement de l'imprimerie n'a été employée en Europe qu'à partir de 1423 par Laurent Coster, un sacristain de Haarlem et patron de l'une des plus importantes imprimeries xylographiques de l'époque. Il aurait, le premier, sculpté des lettres sur bois et les aurait assemblées pour former des mots et des phrases. Il aurait ainsi imprimé, bien avant 1440, plusieurs petits livres scolaires. Il paraît également vraisemblable que, parmi

ses ouvriers, figurait un Allemand nommé Johannes Gensfleisch, qui prit le nom de Gutenberg tiré de celui d'une propriété familiale. C'est probablement durant son séjour chez Coster qu'il eut l'idée d'utiliser des caractères mobiles, marquant le passage de la xylographie à la typographie. D'après la légende, c'est en voyant fonctionner un pressoir à vin qu'il réfléchit à un nouveau procédé d'impression permettant de produire 180 bibles en l'espace de trois ans, quand moine n'en recopiait qu'une seule dans le même temps...

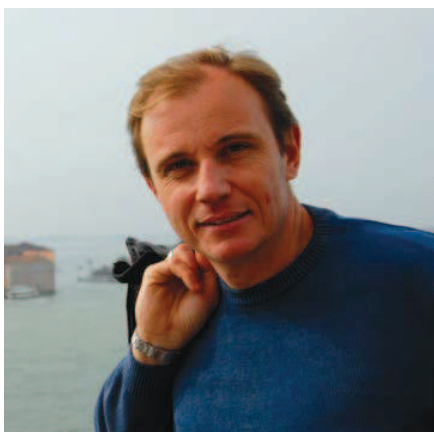
UN ALLIAGE D'ÉTAIN, DE BISMUTH ET D'ANTIMOINE

De 1434 à 1444, Gutenberg est à Strasbourg où il fabrique des caractères, dans un alliage d'étain, de bismuth, mais aussi d'antimoine - un élément chimique dont l'étymologie populaire trouve sa source dans une succession de décès survenus au Moyen-âge parmi des moines qui auraient effectué des recherches sur cet élément. Gutenberg construit également un prototype de presse et prépare une encre grasse spéciale en mélangeant de l'huile de lin avec du noir de fumée. En 1448, il retourne à Mayence, décidé à exploiter commercialement son procédé et à faire fortune. Et l'imprimerie démarre...

Ainsi, si Gutenberg n'a pas inventé l'imprimerie, il l'a en fait considérablement modernisée en réalisant la transition de la xylographie à la typographie. Grâce à cela il a bouleversé les méthodes de production des livres en Europe et permit à l'imprimerie de passer d'un stade artisanal à une ère industrielle. A une époque où les moyens numériques prennent de plus en plus le pas sur le papier, on peut s'inquiéter de ce qu'il adviendra de cette merveilleuse invention dans quelque temps... ■

UN TAXI POUR TREMBLAY...

CHAQUE MOIS, L'UNIVERSITAIRE TOULONNAIS JEAN-MARC GINOUX S'INSTALLE SUR CETTE PAGE POUR UNE PARENTHÈSE SCIENTIFIQUE : DÉMONTER UNE IDÉE REÇUE, DÉCRYPTER UN MYSTÈRE, LANCER UN DÉBAT. IL REVIENT CE MOIS-CI SUR UN ÉPISODE MARQUANT DE LA GRANDE GUERRE.



PAR JEAN-MARC GINOUX

Maître de conférences en mathématiques appliquées, docteur en mathématiques appliquées et docteur en histoire des sciences.

ginoux@univ-tln.fr
<http://ginoux.univ-tln.fr>

Conçue pour être le clou de l'exposition universelle de 1889 à Paris, la tour Eiffel devait initialement être démontée vingt ans après sa construction. Mais au début du 20^e siècle, elle doit son salut à une invention nouvelle et à la volonté d'un homme. Cet homme c'est le capitaine du Génie Gustave Ferrié dont on peut toujours admirer le buste au pied du pilier nord de la tour Eiffel. Et cette invention, c'est la télégraphie sans fil (TSF). Ainsi, au cours de l'automne 1903, Ferrié rencontre le célèbre astronome Camille Flammarion auquel il fait part d'un des principaux problèmes rencontrés par la transmission radiotélégraphique de l'époque : la taille de l'antenne. Flammarion, très proche de Gustave Eiffel, lui demande alors d'autoriser Gustave Ferrié d'utiliser les 300 mètres de hauteur de sa Tour pour des essais de transmission et de réception d'émissions radiotélégraphiques. Le gouvernement donne son aval, et une première installation expérimentale militaire est basée sur le Champ de Mars.

UNE NOUVELLE FONCTION POUR LA TOUR EIFFEL

Sans le savoir, Ferrié vient probablement d'éviter la destruction de la tour Eiffel, en faisant d'elle le fer de lance du réseau militaire de transmission sans fil. De 1908 à 1914, il travaille au développement des unités militaires mobiles de radiocommunication - dans des automobiles, des dirigeables ou des avions. En 1911, Ferrié lance une série d'expériences pour déterminer avec précision la différence de longitude entre Toulon et Paris puis entre Paris et Washington, à partir des signaux radiophoniques émis depuis la tour Eiffel. Peu après, il installe le dispositif d'émission des signaux horaires utile aux navigateurs, toujours au sommet de la tour Eiffel. Celle-ci, qui va

maintenant être utilisée pour écouter les messages ennemis, se voit d'ailleurs affublée d'un nouveau surnom : après la "Dame de fer" on l'appelle désormais la "Grande oreille".

La guerre est déclarée le 1^{er} août 1914, et le plan Schlieffen qui consistait en une invasion rapide de la France en passant par la Belgique se déroule selon les prévisions de l'état-major allemand. Ainsi, aux premiers jours de septembre 1914, la première armée allemande du général Von Klück marche sur Paris. Mais le 3 septembre, des aviateurs français découvrent que les colonnes infléchissent leur marche vers le sud-est. Le 6 septembre la "Grande oreille" intercepte le message suivant émis en clair par l'état-major allemand : "Très bien compris, gagnez rive sud de la Marne. Oberste Heeresleitung".

La bataille aura donc lieu sur la Marne. L'état-major français doit alors trouver une solution rapide pour envoyer des troupes fraîches sur place : c'est la réquisition en masse des taxis parisiens. Ainsi, près de 600 taxis vont emmener 5 000 hommes de la 7^e division d'infanterie (103^e et 104^e RI) en direction de Tremblay-lès-Gonesse (aujourd'hui Tremblay-en-France), avant que des convois ne prennent le relais pour rallier la Picardie. Leurs chauffeurs furent payés en fonction du prix de la course aller-retour, touchant réglementairement 27 % du montant. Suivant le degré de malice des chauffeurs, leur compteur affichait entre 120 et... 200 kilomètres. L'opération coûtera plus de 70 000 francs au Trésor public, ce qui correspondrait de nos jours à la somme d'un million d'euros. Mais si les Allemands perdent cette première bataille de la Marne, ce terrible conflit n'en est alors qu'à son début... ■

UNE HISTOIRE DE CALENDRIERS

CHAQUE MOIS, L'UNIVERSITAIRE TOULONNAIS JEAN-MARC GINOUX S'INSTALLE SUR CETTE PAGE POUR UNE PARENTHÈSE SCIENTIFIQUE : DÉMONTER UNE IDÉE REÇUE, DÉCRYPTER UN MYSTÈRE, LANCER UN DÉBAT. AU MOMENT DE BASCULER DANS L'ANNÉE 2014, IL SE PENCHE SUR L'HISTOIRE DU CALENDRIER.



PAR JEAN-MARC GINOUX
Maître de conférences en mathématiques appliquées, docteur en mathématiques appliquées et docteur en histoire des sciences.

ginoux@univ-tln.fr
<http://ginoux.univ-tln.fr>

Le calendrier semble avoir été inventé par des civilisations agraires afin de répondre à leur besoin de connaître les saisons et leur fournir ainsi un moyen de distinguer les différentes périodes d'alternance climatique qui sont dues à l'inclinaison de l'axe de la Terre. Au troisième millénaire avant notre ère, en cherchant à mesurer le cycle des saisons comme un multiple de celui de la Lune, les Babyloniens introduisirent le calendrier lunaire. Il est basé sur l'intervalle qui sépare deux nouvelles lunes consécutives, mais cette durée est variable : elle est comprise entre 29 jours 6 heures et 29 jours 20 heures. La durée moyenne d'un mois lunaire étant de 29 jours et demi, il est facile de constater l'inadéquation de ce calendrier avec le cycle des saisons. En effet, douze mois lunaires (12 x 29,5 jours) représentent 354 jours, soit 11 jours et quart de moins que l'année solaire. Au bout de trois ans le décalage est de plus d'un mois, et au bout de neuf ans il y aura une saison complète d'écart. Un réajustement était alors nécessaire et, périodiquement, le roi décidait d'ajouter un treizième mois à l'année tout comme nous ajoutons un 29ème jour au mois de février tous les quatre ans.

Les Egyptiens évitèrent l'impasse du cycle lunaire et adoptèrent un calendrier fondé sur les observations astronomiques entre 2800 et 2560 avant notre ère. Ils choisirent pour définir l'année le temps qui s'écoulait entre deux levers simultanés de Sirius, l'étoile la plus brillante, et du Soleil. Ils divisèrent cet intervalle de temps de 360 jours en 12 mois de 30 jours complétés par 5 jours "épagomènes" qui donnèrent lieu à des festivités. Bien que cette année sothiaque, du nom égyptien de l'étoile Sirius, n'était pas de 365 jours un quart, l'erreur était si faible qu'il

fallait bien plus qu'une vie d'homme pour que l'on puisse en ressentir les effets. Ainsi, elle fut utilisée jusqu'à ce qu'un certain Jules César réforme le calendrier.

En 45 avant notre ère, Jules César imposa le calendrier julien qui comporte une année de 365 jours et tous les 4 ans, une année bissextile de 366 jours. Ce calendrier perdura plus de quinze siècles mais il avait des faiblesses. L'année solaire, c'est-à-dire la période de révolution de la Terre autour du Soleil n'est pas exactement de 365,25 jours. Ainsi, l'année julienne excède l'année solaire de 11min 14s ce qui induit un décalage d'environ 8 jours tous les millénaires. En conséquence, les dates du calendrier perdirent peu à peu leur signification initiale.

La date essentielle, l'équinoxe de printemps, d'après laquelle était déterminée la fête de Pâques avait été fixée au 21 mars. En 1582, l'équinoxe se produisit en fait le 11 mars ! Constatant que la discussion sur le sujet traînait déjà depuis plus d'un siècle, le pape Grégoire XIII décréta que le lendemain du jeudi 4 octobre 1582 serait en fait le vendredi 15 octobre, rattrapant ainsi le retard accumulé depuis des siècles. Pour éviter un nouveau décalage, le calendrier grégorien prévoit de rendre bissextiles les années qui sont soit divisibles par 4 mais non divisibles par 100, soit divisibles par 400. Par exemple, l'an 1900 n'était pas bissextile. Mais l'an 2000 l'était car divisible par 400. Ainsi naquit notre calendrier moderne. Mais qu'il soit lunaire, julien ou grégorien prenez garde au temps qui passe. Car comme il est écrit sous l'horloge de la boutique Liberty, au sud ouest de Great Marlborough Street dans le centre de Londres, "aucune minute écoulée ne revient jamais". ■

LES FRÈRES LUMIÈRE ONT-ILS VRAIMENT INVENTÉ LE CINÉMA ?

CHAQUE MOIS,
L'UNIVERSITAIRE
TOULONNAIS JEAN-MARC
GINOUX S'INSTALLE SUR CETTE
PAGE POUR UNE PARENTHÈSE
SCIENTIFIQUE : DÉMONTER
UNE IDÉE REÇUE,
DÉCRYPTER UN MYSTÈRE,
LANCER UN DÉBAT.
ALORS QUE MÉTROPOLE
VAR INAUGURE UNE
RUBRIQUE CINÉMA, IL
DÉCORTIQUE L'HISTOIRE
DU 7E ART.



PAR JEAN-MARC GINOUX

Maître de conférences en mathématiques appliquées, docteur en mathématiques appliquées et docteur en histoire des sciences.

ginoux@univ-tln.fr
<http://ginoux.univ-tln.fr>

Le cinématographe trouve sa source dans une découverte réalisée par Léonard de Vinci : la camera obscura. En 1514, il en expliquait lui-même le principe : "En laissant les images des objets éclairés pénétrer par un petit trou dans une chambre très obscure, tu intercepteras ces images sur une feuille blanche placée dans cette chambre, mais ils seront plus petits et renversés".

Il faudra attendre la seconde moitié du 17^e siècle pour voir apparaître la lanterne magique découverte et perfectionnée par le père Athanase Kircher en Allemagne et par le père de Châle en France. Cette invention fut bientôt célèbre dans toute l'Europe. Le 18^e siècle vit alors grandir la passion des mondains pour les projections de lanternes magiques. Comme tous les théâtres d'ombres, la lanterne magique ne pouvait restituer la troisième dimension, permettant simplement d'animer des images fixes.

Mais le fondement sur lequel repose le principe du cinéma est le phénomène de persistance rétinienne, qui fut observé par Léonard de Vinci et démontré par le chimiste et physicien anglais Michael Faraday en 1825. Il établit qu'il existe une limite à la vitesse perceptible par l'œil : la rétine sensible à la lumière ne cesse pas d'envoyer ses signaux au cerveau à l'instant précis où une scène se modifie, mais continue de le faire pendant une fraction de seconde. Du fait de cette lenteur rétinienne, les yeux ne peuvent enregistrer une image que tous les 1/16^es de seconde environ. C'est pourquoi, quand il se déplace très rapidement, un objet paraît flou. Ses images successives, distinctes mais très voisines, semblent se fondre les unes dans les autres et forment un flot continu.

Cette découverte donna lieu à l'invention de nombreux dispositifs comme le thaumatrope (du grec *thauma*, prodige, et *tropion*, tourner). Imaginé autour de 1820, il s'agit d'un disque illustré sur ses deux faces et où sont accrochées de petites ficelles sur deux bords opposés. En faisant tourner entre le pouce et l'index ces ficelles, le disque suit le mouvement et les deux dessins se confondent. Apparurent ensuite le phénakistiscope (1832), le zootrope (1834), le praxinoscope (1876) puis le zoopraxinoscope en

1879 qui est considéré comme l'un des premiers dispositifs permettant la visualisation de courtes séquences animées. Ce dernier semble avoir été l'une des sources d'inspiration de Thomas Edison et William Dickson pour leur kinétoscope, le premier appareil de visualisation cinématographique de films à vocation commerciale. Ainsi, en avril 1894, on assista à la première projection cinématographique commerciale de l'histoire à New York, où dix kinétoscopes furent utilisés. A l'origine du développement de l'industrie cinématographique américaine, ce procédé allait avoir aussi un impact majeur en Europe.

Le 11 janvier 1888, l'ingénieur français Louis Aimé Augustin Le Prince déposa le brevet d'une caméra de projection cinématographique possédant une seule lentille. Le court métrage muet de 2 secondes, connu sous le nom de *Une scène au jardin de Roundhay* semble être le premier film réalisé au monde, ce qui pourrait faire de Louis Le Prince l'inventeur du cinéma.

Quatre ans plus tard, le 12 février 1892, Léon Guillaume Bouly déposa le brevet d'un "appareil réversible de photographie et d'optique pour l'analyse et la synthèse des mouvements, dit le Cynématographe Léon Bouly". Par la suite, il renomma son appareil "Cinématographe" et devint ainsi l'inventeur du nom.

Néanmoins, ce sont les frères Auguste et Louis Lumière qui vont être considérés comme les inventeurs du cinéma. Ils ont en effet apporté des améliorations essentielles aux dispositifs existants, comme par exemple la perforation de la pellicule pour son cheminement. Mais ils ont surtout eu l'idée de lancer l'exploitation commerciale de la cinématographie à partir de 1895, en proposant des films comme *La sortie de l'usine Lumière à Lyon*, *L'arroseur arrosé*, ou plus proche de nous *L'arrivée d'un train en gare de La Ciotat*. Et le succès retentissant que connurent les frères Lumière a fait basculer dans l'oubli le premier film réalisé en 1888 par le génial inventeur Louis Le Prince, disparu mystérieusement le 16 septembre 1890. Alors, qu'on l'appelle cynéma ou cinéma, cette belle invention française qui a connu un succès planétaire n'en fini pas de nous étonner... ■

UNE PETITE HISTOIRE DES JEUX OLYMPIQUES

**CHAQUE MOIS,
L'UNIVERSITAIRE
TOULONNAIS JEAN-MARC
GINOUX S'INSTALLE SUR CETTE
PAGE POUR UNE PARENTHÈSE
SCIENTIFIQUE : DÉMONTER
UNE IDÉE REÇUE,
DÉCRYPTER UN MYSTÈRE,
LANCER UN DÉBAT.
ALORS QUE LA GRANDE
QUINZAINÉ DU BLANC
DE SOTCHI EST DANS
LE RÉTROVISEUR, IL SE
PENCHE SUR L'HISTOIRE
DES JO.**



PAR JEAN-MARC GINOX

Maître de conférences en mathématiques appliquées, docteur en mathématiques appliquées et docteur en histoire des sciences.

ginoux@univ-tln.fr
<http://ginoux.univ-tln.fr>

Comme dans tout ce qui a trait à la civilisation grecque, il existe de nombreuses légendes qui entourent l'origine des Jeux olympiques antiques. Cependant, dans son Discours Olympique, le chroniqueur Lysias (Ve siècle av. J.-C.) attribue la création des Jeux à Héraclès : "Il est juste de célébrer Héraclès en particulier parce que, le premier, il a rassemblé pour ce concours. Dans l'époque précédente, les cités étaient divisées entre elles : après avoir mis fin aux tyrans et réprimé ceux qui faisaient preuve de violence, il institua ce concours de force physique, d'émulation de richesse et de déploiement de l'intelligence dans le plus beau des lieux de la Grèce".

Selon la tradition, la date de la création des Jeux qui se déroulaient alors dans le sanctuaire d'Olympie a été fixée à 776 av. J.-C. Ces "Jeux olympiques" avaient lieu tous les quatre ans et cette période prit ensuite le nom d'olympiade. Le premier champion olympique s'appelait Coroebos d'Elis. Il fut le vainqueur de l'épreuve du stadion, une course à pied d'une longueur d'un stade - soit environ 192 mètres.

Les Jeux olympiques vont alors se dérouler régulièrement pendant des siècles jusqu'en 146 av. J.-C., où la Grèce passe sous la domination des Romains qui n'apprécient que modérément ce type de rassemblements. En 393 après J.-C., l'empereur romain Théodose Ier, sur demande de l'évêque Ambroise, décrète l'interdiction de tous les jeux païens. Il sonne alors le glas de Jeux olympiques déjà fortement altérés : leur caractère sacré avait été érodé par de multiples violations, tandis que des Jeux s'étaient multipliés à travers les villes pour devenir l'affaire d'athlètes "professionnels".

A la fin du 18^e siècle, la découverte des ruines d'Olympie va donner lieu à plusieurs tentatives de rénovation des Jeux comme par exemple l'Olympiade de la République qui se tiendra à Paris en 1796, 1797 et 1798. Tout au long du 19^e siècle il y aura également plusieurs autres velléités : les Jeux du Rondeau en Dauphiné à partir de 1832, les Jeux scandinaves (en 1834 et 1836), les festivals olympiques britanniques (depuis 1849), les Jeux athlétiques disputés à Montréal (Canada) en 1843 et rebaptisés Jeux olympiques en 1844 et 1845, et enfin les Jeux olympiques de Zappas à Athènes en 1859 et 1870.

Le 25 novembre 1892, le baron Pierre de Coubertin, historien et pédagogue qui milite pour l'introduction du sport dans les établissements scolaires, appelle à la rénovation des Jeux olympiques. Deux ans plus tard se tient à la Sorbonne le Congrès pour le rétablissement des Jeux olympiques. Coubertin parvient à convaincre les représentants britanniques et américains, mais aussi ceux de Jamaïque, de Nouvelle-Zélande et de Suède. Plus de 2 000 personnes représentant 12 nations assistent au congrès, qui vote à l'unanimité la rénovation des Jeux olympiques. Ainsi qu'une autre décision importante : la condamnation des règlements sportifs de certaines fédérations (britanniques notamment) excluant les ouvriers et les artisans au nom d'un élitisme social qui allait à l'encontre des idéaux égalitaires français. Ainsi, les premiers Jeux olympiques modernes sont organisés en mars 1896 à Athènes, en mémoire de la tradition antique. 14 pays y sont représentés pour un total de 285 athlètes. Spiridon Louis, 24 ans, remporte l'épreuve la plus populaire du pays, le marathon. A son entrée dans le stade panathénien avec 7 minutes d'avance, il est ovationné par 100 000 personnes. Ce modeste berger grec devient un véritable héros national : il honore la légende de Pheidippides, le messager de Marathon à l'origine de cette épreuve mythique. L'athlète américain James Connolly obtiendra quant à lui la première médaille des Jeux modernes avec un triple saut à 13,71 mètres. Ce jeune étudiant d'Harvard devient ainsi le premier champion olympique depuis quinze siècles ! Si les Jeux olympiques ont été relancés en 1896, les premières médailles d'or, d'argent et de bronze n'ont fait leur apparition que 8 ans plus tard, à Saint-Louis aux Etats-Unis. Et c'est en 1908, à Londres, qu'aura lieu le premier défilé des athlètes derrière les drapeaux nationaux lors de la cérémonie d'ouverture. Les célèbres cinq anneaux feront leur apparition en 1920, à Anvers. Quant au podium tant convoité, il faudra attendre les JO de Los Angeles en 1932 pour en gravir les marches. ■

LA "PROPORTIONNELLE" : UN MODE DE SCRUTIN PAS SI SIMPLE...

CHAQUE MOIS,
L'UNIVERSITAIRE
TOULONNAIS JEAN-MARC
GINOUX S'INSTALLE SUR CETTE
PAGE POUR UNE PARENTHÈSE
SCIENTIFIQUE : DÉMONTER
UNE IDÉE REÇUE,
DÉCRYPTER UN MYSTÈRE,
LANCER UN DÉBAT.
ENTRE L'ÉCHÉANCE DES
MUNICIPALES ET CELLE DES
EUROPÉENNES, RETOUR
SUR L'HISTOIRE DU VOTE À
LA PROPORTIONNELLE.



PAR JEAN-MARC GINOX

Maître de conférences en mathématiques appliquées, docteur en mathématiques appliquées et docteur en histoire des sciences.

ginoux@univ-tln.fr
<http://ginoux.univ-tln.fr>

Lors des échéances électorales, la question du mode de scrutin ressurgit de façon systématique et récurrente. Ou plutôt sa remise en question. Garder le scrutin majoritaire ou introduire une dose de proportionnelle ?

Si le scrutin majoritaire semble avoir été utilisé pour la première fois durant la seconde moitié du 13^e siècle pour l'élection de parlementaires britanniques, c'est en France, à la fin du 18^e siècle, qu'apparaît pour la première fois l'idée de la représentation proportionnelle, avec Condorcet et Saint-Just. Le mouvement en faveur de l'introduction de ce mode de scrutin prend ensuite son essor à partir de 1885 en Belgique sous l'impulsion du juriste et mathématicien Victor de d'Hondt (inventeur du système du même nom), puis en France à partir de 1901 où il est défendu par l'homme politique et économiste Yves Guyot devenu directeur du quotidien *Le Siècle*.

La représentation proportionnelle est fondée sur la croyance en la capacité de la science à rationaliser la politique. Son objectif est de permettre une représentation de toutes les tendances du corps électoral, et tout particulièrement des minorités. En 1911, l'illustre mathématicien Henri Poincaré comparait ainsi les deux modes de scrutin : "La cause de la représentation proportionnelle est gagnée auprès de tous ceux qui réfléchissent, pour peu qu'ils ne soient pas aveuglés par l'intérêt ou la passion. On s'étonnera plus tard que le système majoritaire ait pu conserver des défenseurs. Ses défauts sont tels que la majorité elle-même peut en être atteinte. Un parti peut avoir la majorité dans le pays et être en minorité dans la Chambre, s'il a une forte majorité dans un petit nombre de circonscriptions, et si ses adversaires ont au contraire une majorité très faible dans des circonscriptions très nombreuses. Ce n'est pas là une simple hypothèse de mathématicien, cela est arrivé plusieurs fois, en Belgique, avant l'institution du système électoral de d'Hondt."

Cette "hypothèse de mathématicien" que décrit Poincaré correspond à la situation d'une cohabitation que nous avons déjà connue

par trois fois (1986-88, 1993-95, et 1997-2002). Puis, il ajoute : "Ce n'est pas tout. Ce qui est représenté dans notre système actuel, en admettant qu'il fonctionne bien, ce n'est pas la majorité, c'est la majorité de la majorité et il ne peut pas en être autrement."

Aussi, en ce début de 20^e siècle, la cause "proportionnaliste" soulève l'enthousiasme d'une frange considérable d'intellectuels au rang desquels se trouvent l'écrivain Anatole France, les mathématiciens Emile Borel, Emile Picard et Henri Poincaré, le publiciste Georges Lachapelle, l'historien Victor Bérard (traducteur de *L'Odyssée* d'Homère) ou le philosophe Henri Bergson, pour ne citer que les plus connus.

Dès lors, plusieurs tentatives pour imposer ce mode de scrutin vont avoir lieu en France tout au long du 20^e siècle. A l'issue de la Première guerre mondiale, au cours de l'été 1919, le Parlement adopte une loi instituant un scrutin de liste départemental combinant le principe majoritaire et le principe proportionnel. Le scrutin majoritaire est ensuite rétabli en 1927. Après la Seconde guerre mondiale, le 17 août 1945, le Gouvernement provisoire du général de Gaulle réintroduit la représentation proportionnelle. Mais l'ordonnance du 13 octobre 1958 restaure le scrutin majoritaire. La loi du 10 juillet 1985 modifie le mode de scrutin des élections législatives de 1986 en réintroduisant la proportionnelle... un texte qui sera abrogé l'année suivante.

Malgré ces nombreuses tentatives et les différents soutiens dont elle a pu bénéficier, la proportionnelle ne parvient pas imposer sa "voix" dans le monde politique. De tous les grands débats institutionnels du 20^e siècle, la controverse liée à la représentation proportionnelle est celle qui a engendré la plus étonnante ferveur, dépassant largement le cercle des spécialistes, juristes ou politologues. ■

HENRI POINCARÉ : INVENTEUR DU CHAOS PAR ERREUR...

Le 29 avril dernier on commémorait le 160e anniversaire de la naissance de celui qui est aujourd'hui encore considéré comme le "dernier savant universel". L'évocation de son nom, Poincaré, suscite généralement l'interrogative suivante : lequel ? En effet, le 9 avril 1912 le journal Le Figaro relatait cette anecdote relative à une séance de l'Académie des Sciences. Une dame, assise à côté de M. Lépine * se penche vers lui :

" Monsieur le préfet, montrez-moi donc les deux Poincaré ?
- Les voici. Le plus jeune, c'est le président, c'est Raymond. L'autre...
- C'est la Science ?
- J'allais le dire".

Mais c'est bien d'Henri dont il est question aujourd'hui ou plutôt d'Henry comme l'indique son acte de naissance. Ingénieur de l'école Polytechnique en 1875 puis de l'école des Mines en 1879, il soutient en cette même année son doctorat de mathématiques. Son destin semble indissociablement lié aux mathématiques comme l'a d'ailleurs pressenti son professeur de quatrième : "Henri sera mathématicien... Je veux dire un grand mathématicien". En 1887, il est élu à l'Académie des Sciences et deux ans plus tard, il participe au plus grand concours de mathématiques organisé à son époque : le prix du roi Oscar II de Suède et de Norvège. Ce monarque, passionné de sciences, avait décidé d'offrir à l'occasion de son soixantième anniversaire un prix d'une valeur de 3 500 francs de l'époque (ce qui correspondrait aujourd'hui à environ 1 million d'euros) au mathématicien qui serait susceptible de "démontrer de façon rigoureuse la stabilité de notre système planétaire". En d'autres termes, la question était de savoir si les planètes de notre système allaient décrire "éternellement" une orbite autour du Soleil. En se limitant à la Terre, à la Lune et au Soleil cette question porte depuis, le nom de "problème des trois corps". Le 29 janvier 1889, les quotidiens français annoncent que le prix du roi Oscar II vient d'être attribué à Henri Poincaré pour son mémoire sur la "Stabilité du système du monde". Au cours des six mois qui vont suivre, la notoriété de Poincaré va aller crescendo avant d'atteindre son point culminant le 4 juillet avec un article du célèbre astronome Camille Flammarion intitulé "Le problème des

trois corps et le triomphe de M. Poincaré". A ce même moment, le mathématicien suédois Lars Edvard Phragmen, chargé de la relecture du manuscrit de Poincaré avant sa publication dans la revue Acta Mathematica, découvre un certain nombre de points obscurs. Il en informe aussitôt le rédacteur en chef Gösta Mittag Leffler.

LA THÉORIE DE L'IMPRÉVISIBLE

Poincaré ne lui répond que le 1er décembre 1889, probablement après avoir repris ses démonstrations. Il écrit : "Mon cher ami, j'ai écrit ce matin à M. Phragmen, pour lui parler d'une erreur que j'avais commise et il vous a sans doute communiqué ma lettre. Mais les conséquences de cette erreur sont plus graves que je ne l'avais cru d'abord...". Puis, il ajoute : "J'avais cru tout d'abord que toutes ces courbes asymptotiques après s'être éloignées d'une courbe fermée représentant une solution périodique, se rapprochent ensuite asymptotiquement de la même courbe fermée. Ce qui est vrai c'est qu'il y en a une infinité qui jouissent de cette même propriété. Je ne vous dissimulerai pas le chagrin que me cause cette découverte".

Ces "courbes doublement asymptotiques" Poincaré leur donnera le nom de "courbes homoclines" parce qu'elles présentent, entre autres, la particularité de se refermer sur elles-mêmes. Mais elles possèdent surtout une propriété remarquable : elles sont considérées comme la "signature du chaos". C'est-à-dire que leur existence au sein d'un système en évolution (qu'on appelle dans notre jargon "système dynamique") suffit pour démontrer que son futur est imprédictible sur le long terme. C'est le cas par exemple pour la météorologie, dont les prédictions se limitent à une semaine tout au plus. Au-delà, il est impossible de prévoir le temps qu'il fera.

Ainsi, pour reprendre les termes l'historien des sciences Umberto Bottazzini, "ce que Poincaré avait exposé avec "chagrin" à Mittag-Leffler était la découverte du "chaos déterministe". C'est peut-être finalement la marque des "grands génies" de faire des découvertes fondamentales même par erreur. Une "erreur féconde" comme le disait Jean-Christophe Yoccoz, médaille Fields de mathématiques. ■

Pour en savoir plus : Jean-Marc Ginoux et Christian Gerini, "Henri Poincaré : une biographie au(x) quotidien(s)", Ellipses, 2012.

**CHAQUE MOIS,
L'UNIVERSITAIRE
TOULONNAIS JEAN-MARC
GINOUX S'INSTALLE SUR CETTE
PAGE POUR UNE PARENTHÈSE
SCIENTIFIQUE : DÉMONTER
UNE IDÉE REÇUE,
DÉCRYPTER UN MYSTÈRE,
LANCER UN DÉBAT.
RETOUR SUR LE PAYSAGE
SCIENTIFIQUE DE L'AVANT-
GRANDE GUERRE, EN
ÉCHO AUX RENCONTRES
HISTORIQUES DE
CARQUEIRANNE.**



PAR JEAN-MARC GINOUX

Maître de conférences en mathématiques appliquées, docteur en mathématiques appliquées et docteur en histoire des sciences.

ginoux@univ-tln.fr
<http://ginoux.univ-tln.fr>

LE MEMRISTOR : VERS UNE "I-RÉVOLUTION"...

Depuis quelques années, notre quotidien est envahi par les ordinateurs, les téléphones portables, les tablettes tactiles, qui contiennent des composants électroniques de plus en plus complexes dont le but ultime est d'accélérer toujours et encore la transmission de l'information.

Parmi les composants qui vont participer dans les années à venir à cette "i-révolution", il en est un qui va améliorer de façon très significative les performances de tous ces systèmes numériques : le memristor. Imaginé en 1971 par le professeur Léon Chua de l'université de Berkeley, il fut présenté comme le quatrième élément - ou l'élément manquant - à la théorie des circuits électroniques. Afin de mieux comprendre le rôle du memristor dans cette théorie, il faut rappeler celui des trois autres éléments : condensateur, résistance et bobine, qui représentent les constituants de base de tout système électronique.

D'une certaine manière, l'histoire du condensateur commence avec l'histoire de la physique, dans la Grèce antique. Thalès de Milet (624-547 avant J.C.) aurait été le premier à mettre en évidence le fait que l'ambre (elektron en grec) frotté sur de la laine a la propriété d'attirer des objets légers, comme des morceaux de paille ou de tissu. Au milieu du 18^e siècle, l'électricité connaît un essor considérable en Europe, et l'on doit le premier condensateur à Ewald Georg von Kleist : il avait rempli une bouteille avec de l'eau et l'avait ensuite fermée avec un bouchon percé par un clou. Tenant la bouteille d'une main, il avait mis en contact le clou avec un générateur électrostatique. Puis, après avoir écarté la bouteille de la machine, il avait touché le clou avec son autre main et reçu une violente décharge électrique. Il faudra cependant attendre un demi-siècle pour que le physicien italien Alessandro Volta donne à cette étrange bouteille le nom de condensateur. Ce premier élément permet d'emmagasiner une importante charge électrique dans un faible volume, et constitue un véritable accumulateur d'énergie qu'il est susceptible de restituer à tout instant. Récemment, Eesha Khare, une Californienne d'origine indienne âgée de 18 ans a créé à partir d'un super-condensateur un chargeur qui devrait permettre de recharger n'importe quel smartphone en 20 secondes ! Le second élément, la résistance, fut mise en évidence par le physicien allemand Georg

Simon Ohm en 1825, et désigne la propriété d'un matériau conducteur à ralentir le passage du courant. On utilise souvent l'analogie de l'écoulement de l'eau dans un tuyau pour expliquer la notion de résistance : on considère ainsi que plus le tuyau est étroit, plus il faut de pression pour obtenir un même débit.

Enfin, c'est le physicien anglais Michael Faraday qui découvrit en 1831 que le passage du courant dans un fil enroulé sur lui-même et formant une bobine créait un champ magnétique. Il donna alors le nom de bobine d'induction à ce troisième élément dont les applications vont de la simple sonnette aux bobines de supraconducteurs servant pour le stockage d'énergie sous forme électromagnétique.

UN ORDINATEUR QUI DÉMARRE INSTANTANÉMENT

Et ce n'est pas par l'expérimentation, mais par déduction logique, que Léon Chua a avancé en 1971 l'existence d'un élément manquant. En effet, en considérant les trois éléments, condensateur, résistance et bobine d'induction, ainsi que les lois de Volta, d'Ohm et de Faraday qui relient les différentes variables (tension, intensité, charge et flux), il remarqua qu'il fallait en imaginer un quatrième pour pouvoir les relier toutes entre elles. Il lui donna le nom de memristor - contraction de memory et resistor. Un memristor stocke efficacement l'information car la valeur de sa résistance électrique change, de façon permanente, lorsqu'un courant est appliqué. Un memristor est une résistance "variable" qui, par la valeur de sa résistance, reflète sa propre histoire, sa mémoire. En avril 2008, la société Hewlett Packard annonçait dans le journal Nature la réalisation du tout premier memristor, 37 ans après que son inventeur ait imaginé son existence. Concrètement, le memristor permettra d'écourter considérablement le temps de démarrage d'un ordinateur ou d'un téléphone portable, qui seront alors fonctionnels quasiment instantanément - et dans l'état exact de leur dernière utilisation. La rapidité ultime devrait être atteinte dans les mois à venir avec l'apparition des premières puces-mémoire de type memristor. ■

Léon Chua donnera une conférence grand public le jeudi 19 juin à 14 h dans le grand amphithéâtre 500.2 de la Faculté de Droit de Toulon. Entrée libre.

**CHAQUE MOIS,
L'UNIVERSITAIRE
TOULONNAIS JEAN-MARC
GINOUX S'INSTALLE
SUR CETTE PAGE POUR
DÉMONTER UNE IDÉE
REÇUE, DÉCRYPTER UN
MYSTÈRE, LANCER UN
DÉBAT.
PRÉSENTATION DES
TRAVAUX DE LÉON CHUA,
QUI DONNERA UNE
CONFÉRENCE LE 19 JUIN
À TOULON.**



PAR JEAN-MARC GINOX

Maître de conférences en mathématiques appliquées, docteur en mathématiques appliquées et docteur en histoire des sciences.

ginoux@univ-tln.fr
<http://ginoux.univ-tln.fr>

COMMENT BRONZER UTILE ET SANS DANGER ?

A l'approche de l'été, la préoccupation principale de tout un chacun est d'optimiser son bronzage. Pour y parvenir certains ont leur propre «recette» et affirment parfois de façon très péremptoire que c'est en début de matinée ou en fin d'après-midi que l'on bronze le mieux. Néanmoins, comme nous allons le voir, il s'agit là encore d'une légende urbaine tenace.

Le bronzage est la conséquence d'une exposition à un rayonnement ultraviolet d'origine naturelle (comme le soleil) ou artificielle (cabines UV). Lors de leur traversée de l'atmosphère, une partie des ultraviolets émis par le soleil est absorbée par la couche d'ozone. En fait la proportion d'UV atteignant la surface de la Terre varie énormément en fonction de l'altitude du soleil, c'est-à-dire de la hauteur du soleil par rapport à l'horizon. Cette hauteur est caractérisée mathématiquement par un angle qui dépend de la latitude du lieu où l'on se trouve, du jour et de l'heure (solaire).

Ainsi, lorsque le soleil est à son zénith, son altitude est de 90° , ses rayons traversent alors perpendiculairement la couche d'ozone et la distance qu'ils parcourent à travers elle est la plus faible. Par conséquent, c'est durant cette période (entre 13 h et 15 h à nos montres) que la couche d'ozone absorbe un minimum d'UV et offre le moins de protection. Un «savant calcul» démontre qu'elle laisse passer 1/250e des UV incidents.

UNE LÉGENDE URBAINE À DÉMONTER

Lorsque le soleil forme un angle de 30° par rapport à l'horizon, ses rayons doivent traverser la couche d'ozone de manière oblique et la distance qu'ils parcourent à travers elle est deux fois plus importante. C'est ce qui se produit généralement vers 9 h et vers 18 h. Le calcul précédent montre alors que dans ce cas, la couche d'ozone laisse passer 1/250e des UV incidents soit 1/62 500e des UV incidents. On en déduit une conclusion pour le moins surprenante : on bronze 250 fois moins vite lorsque le soleil est à 30° au-dessus de l'horizon (donc vers 9 h et vers 18 h) que lorsque qu'il est au zénith (entre 13 h et

15 h). Ce résultat infirme une légende urbaine selon laquelle on bronze mieux en début de matinée ou en fin d'après-midi.

Les «aficionados du bronzage» croient pouvoir continuer à se faire bronzer en fin d'après-midi. En réalité, ils se laissent abuser par la chaleur du soleil toujours intense et c'est en quelque sorte comme s'ils essayaient de bronzer avec une lotion solaire dont l'indice de protection serait 250 fois plus important.

Afin d'éviter les coups de soleil douloureux et dangereux, il suffit de se rappeler une règle simple : lorsque les ombres des objets sont plus longues que les objets eux-mêmes, l'altitude du soleil est inférieure à 45° et celui-ci n'est pas très dangereux. En revanche, lorsque les ombres sont plus courtes que les objets, la prudence est de rigueur, car l'altitude du soleil est supérieure à 45° .

Cette chronique trouve sa source dans le merveilleux ouvrage de Marc Seguin et Benoît Villeneuve, *Astronomie et Astrophysique* (Masson, 1995). ■

Certains sites Internet fournissent ce type d'informations, comme par exemple : http://zebulon1er.free.fr/Rayonnement_solaire_calculs.htm

CHAQUE MOIS,
L'UNIVERSITAIRE
TOULONNAIS JEAN-MARC
GINOUX S'INSTALLE
SUR CETTE PAGE POUR
DÉMONTER UNE IDÉE
REÇUE, DÉCRYPTER UN
MYSTÈRE, LANCER UN
DÉBAT.
C'EST L'ÉTÉ, LE SOLEIL TAPE
FORT... ZOOM SUR LES UV ET
LE BRONZAGE.



PAR JEAN-MARC GINOUX

Maître de conférences en mathématiques appliquées, docteur en mathématiques appliquées et docteur en histoire des sciences.

ginoux@univ-tln.fr
<http://ginoux.univ-tln.fr>



LE RADAR

UNE INVENTION FRANÇAISE

CHAQUE MOIS,
L'UNIVERSITAIRE
TOULONNAIS JEAN-MARC
GINOUX S'INSTALLE
SUR CETTE PAGE POUR
DÉMONTER UNE IDÉE
REÇUE, DÉCRYPTER UN
MYSTÈRE, LANCER UN
DÉBAT.

RETOUR SUR L'HISTOIRE DU
RADAR, UNE INVENTION
FRANÇAISE ET TESTÉE...
DANS LE VAR.



PAR JEAN-MARC GINOUX

Maître de conférences en mathématiques appliquées, docteur en mathématiques appliquées et docteur en histoire des sciences.

ginoux@univ-tln.fr
<http://ginoux.univ-tln.fr>

Une idée relativement répandue consiste à considérer que la Bataille d'Angleterre, qui opposa à partir de juin 1940 la Royal Air Force à la Luftwaffe et qui fut marquée par les bombardements de Coventry et de Londres, n'a pu être gagnée par les Britanniques que grâce à l'invention du radar. Ce que l'on sait moins, c'est que ce dispositif a été initialement conçu et breveté par des scientifiques français en 1934 !

Son principe, imaginé dès 1917, est basé sur la réflexion par des objets d'ondes électromagnétiques de longueurs d'ondes ultra-courtes. Mais ceci ne devint possible qu'après l'invention en 1926 du magnétron par le Japonais Kinjiro Okabe. Ce dispositif permit ainsi la production d'ondes électromagnétiques de longueurs d'ondes centimétriques, également appelées micro-ondes. C'est évidemment la raison pour laquelle... il équipe de nos jours la plupart des fours du même nom !

En 1927, alors que le physicien Camille Gutton procédait à des essais d'écho, un événement totalement fortuit le conduisit à la découverte d'un détecteur d'obstacles que l'on n'appelait pas encore RADAR (Radio Detection And Ranging). En effet, lors du réglage d'un émetteur à magnétron, une réception parasite vint troubler l'expérience en cours : une analyse poussée permit d'établir la concordance entre ce phénomène et les oscillations des nombreuses bicyclettes du personnel, suspendues sous le toit d'un abri qui tournait sous l'effet des coups de vent. Intrigués par cette coïncidence, les techniciens conclurent à un phénomène d'écho tournant. Aussitôt, un comité de direction décida la réalisation d'un équipement spécial de détection par écho, et un brevet était déposé le 20 juillet 1934.

Le dispositif fut proposé à la Compagnie générale transatlantique qui en équipa en août 1935 le paquebot Normandie : le système permettait alors de détecter des navires de 5 000 à 6 000 tonnes à plus de 10 kilomètres.

Les directeurs de la Compagnie générale de la télégraphie sans fil (CSF) et de la Société française de radiodiffusion (SFR), Maurice

Ponte et Emile Girardeau, organisèrent en mars 1939 une séance de démonstration. Un radar à ondes ultra-courtes établi au Havre permit de détecter les navires au large, avec un écart de 200 mètres et une direction indiquée à deux ou trois degrés près. À la fin du mois de mai, grâce à un magnétron plus puissant, les distances étaient presque doublées et la précision des mesures augmentées.

En septembre 1939, un dispositif analogue envoyé à Carqueiranne atteignit une portée de 50 à 60 km. À la fin 1939, un nouveau prototype installé au cap Sicié améliora encore la portée de détection sur avions qui passa de 60 à 130 kilomètres. Entre février et mai 1940, un émetteur placé sur l'île de Port-Cros permit de dépasser largement les 130 kilomètres de portée sur avions et d'obtenir des échos sur la Corse située à 210 km.

La guerre grondait, il fallait se presser : en septembre 1939, la décision était prise de lancer la réalisation d'une station radar pour la détection des avions destinée aux réglages du tir des batteries d'artillerie ceinturant la capitale. Après dix mois de travail acharné, les résultats se révélèrent très fructueux, mais hélas ! Nous étions déjà en juin 1940...

Trop tard pour Paris, mais pas pour l'Angleterre : au moment où la bataille de France faisait rage, Maurice Ponte reçut l'ordre de transporter outre-Manche quelques exemplaires du magnétron tout juste sortis des laboratoires de la CSF, et qui furent remis, le 9 mai 1940, aux autorités britanniques.

Les techniciens anglais reconnurent fort loyalement par la suite que la remise de ces nouveaux générateurs «leur avaient ouvert de larges horizons et permis de gagner au moins six mois» dans la création de ces radars à ondes ultracourtes qui ont apporté une contribution si importante à la victoire des Alliés dans la bataille d'Angleterre. ■

Cette chronique trouve sa source dans l'ouvrage de Maurice Guierre, «Les ondes et les hommes, histoire de la radio» (Julliard, 1951).