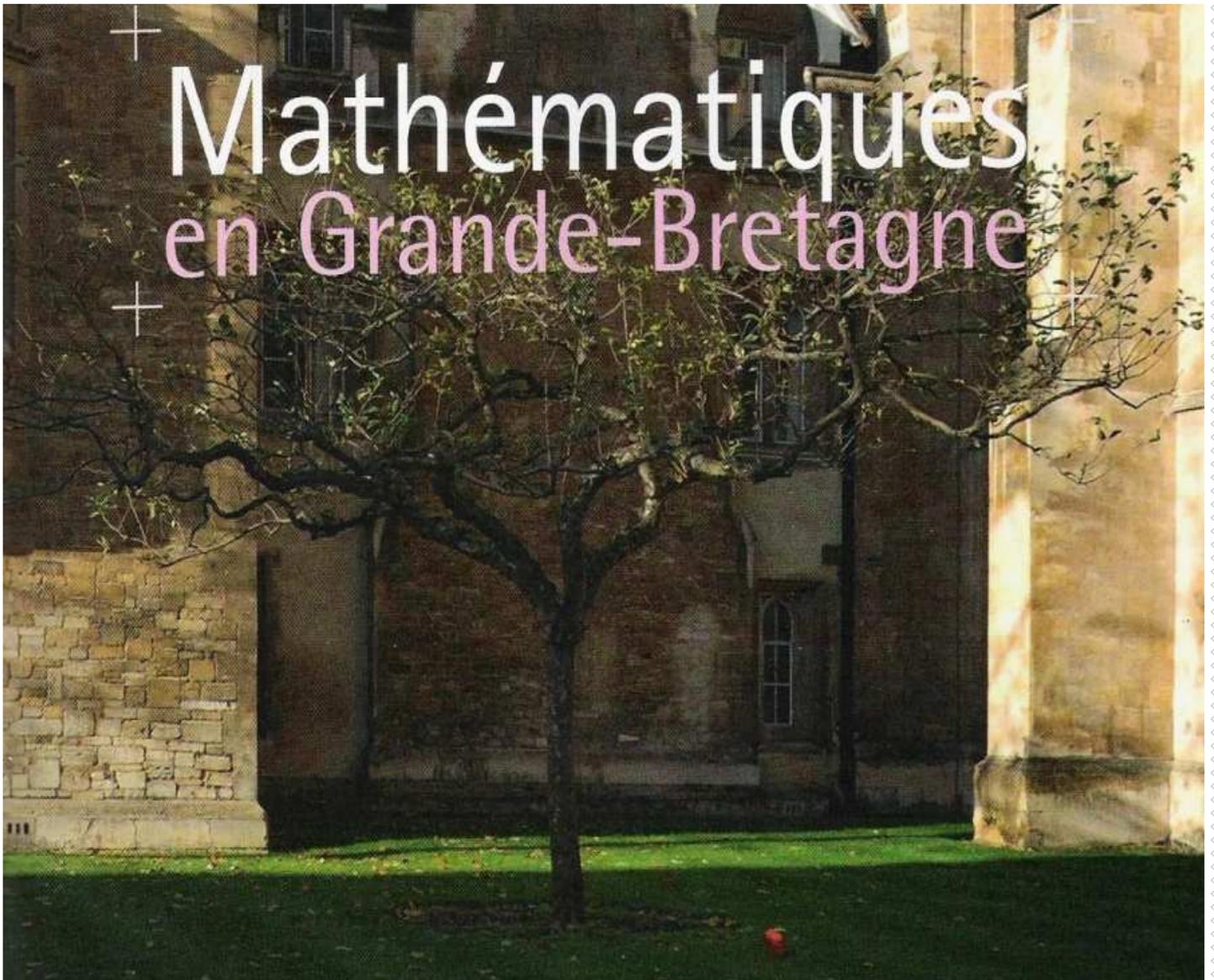


Oxbridge



L'influence d'Oxbridge

Oxford et Cambridge sont les deux plus anciennes universités anglaises. Ce sont aussi les plus célèbres. De Newton à Wiles en passant par Hardy ou Stokes, elles ont permis l'éclosion des talents des mathématiciens les plus féconds du Royaume-Uni.

Elles ont, au fil du temps, formé des élites si semblables, développé une culture si universelle, qu'on les réunit parfois sous le même vocable : Oxbridge. Le terme désigne en fait l'arc géographique entre Oxford et Cambridge, les deux plus anciennes universités du Royaume-Uni et du monde anglophone. Tout en ayant une histoire différente, ces deux universités ont vu passer la plupart des scientifiques anglais, comme étudiants ou comme professeurs. Elles totalisent parmi leurs chercheurs 46 prix Nobel et 3 médailles Fields pour Oxford, 88 prix Nobel et 4 médailles Fields pour Cambridge. Leur aura dépasse de loin le territoire de l'Angleterre.

Oxford, la tradition mathématique

La date de la fondation n'est pas claire, mais une chose est sûre : on enseigne à Oxford depuis 1096. Le lieu se développe rapidement, surtout depuis qu'Henry II, en 1167, interdit aux étudiants anglais de fréquenter l'Université de Paris. Très vite, Oxford tisse des liens avec l'étranger en accueillant des étudiants venus d'ailleurs. C'est en 1231 que les premiers diplômes y sont décernés. Les étudiants y travaillent dans des Colleges, lieux de résidence et d'enseignement, avec leurs répétiteurs appointés. Les plus anciennes de ces institutions sont le **College Balliol** et le **College Merton**, fondés entre 1249 et 1264.



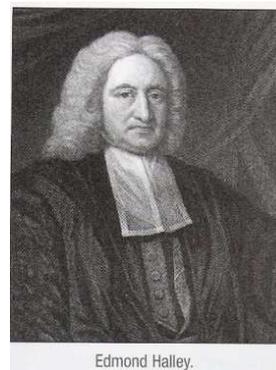
Bien avant que Newton fasse la réputation mathématique de Cambridge, Oxford attire, dès le Moyen-Âge, des mathématiciens de qualité dans son École mathématique. On y enseigne la grammaire, la rhétorique et la dialectique pendant quatre ans (le Trivium) et la musique, l'arithmétique, la géométrie et l'astronomie durant trois ans (le Quadrivium). À cette époque, l'arithmétique se limite peut-être au calcul de la date de Pâques et l'astronomie s'apparente à l'astrologie... Mais avec le philosophe Roger Bacon, les mathématiques prennent leur essor à Oxford.

Le lieu a toujours été au cœur de « disputes » scholastiques entre étudiants ou professeurs et religieux ou politiques. L'un des présidents du College Balliol, au XIV^{ème} siècle, s'est ainsi battu pour la diffusion de la Bible en langue vernaculaire plutôt qu'en latin. Il faut attendre ce siècle pour que le College Merton devienne le lieu où étudier et pratiquer les mathématiques et l'astronomie. On y a construit les tables pour calculer l'emplacement exact du méridien d'Oxford. Au XV^{ème} siècle, un mathématicien d'Oxford, Robert Recorde, l'inventeur du signe d'égalité, quittant Oxford pour Cambridge, fonde l'école mathématique de Cambridge. Recorde y transmet son art réputé de la pédagogie. Après son départ d'Oxford, les mathématiques y ont un peu décliné.

Avec Henry Savile, Oxford prend une large part aux nouvelles découvertes scientifiques (Copernic notamment). William Sedley fonde en 1618 la Sedleian Chair de philosophie naturelle qui deviendra par la suite une chaire de mathématiques. Et l'année suivante, Henry Savile crée la première chaire de géométrie et astronomie, qui porte aujourd'hui le nom de Savilian Chair. À cette époque, période de bouillonnement intellectuel, les mathématiques se développent rapidement, en particulier à Oxford. De nombreux mathématiciens connus y occupent des chaires comme Henry Briggs, (1561-1630) inventeur des logarithmes décimaux.

Des chaires prestigieuses

En plus de sa vocation traditionnelle d'enseignement des « humanités », Oxford est un lieu de découvertes scientifiques. C'est là que Halley, alors professeur de géométrie, prédit en 1705 le retour de la comète qui porte son nom pour Noël 1758, ce qui advint. Il persuade Newton de publier ses Principia et il en aurait, parait-il, payé sur ses deniers la publication. Durant le siècle suivant la mort de Halley, en 1742, Cambridge a pris son essor. Il n'y a plus à Oxford de mathématicien de renom. Mais cette université se dote de laboratoires et crée deux départements scientifiques, dont l'un de mathématiques pures et appliquées, et propose l'ouverture aux filles en 1878. Elles ne seront admises comme membres à part entière qu'en 1920.



Haut lieu d'enseignement, Oxford n'a cessé de s'ouvrir aux disciplines scientifiques, augmentant sans cesse sa capacité de recherche en sciences naturelles et appliquées, devenant ainsi foyer d'enseignement international et forum de débat intellectuel.

Cambridge, pépinière de talents mathématiques

À Cambridge, université créée en 1209 par des transfuges d'Oxford, on enseigne les mathématiques depuis Robert Recorde, vers 1550. Mais c'est à Newton que Cambridge doit sa



*réputation d'université scientifique. Étudiant à partir de 1660 au **Trinity College** de cette université puis chercheur, le fondateur de l'analyse mathématique moderne reprend la chaire de mathématiques en 1669. Il va se rendre célèbre à travers toute l'Europe par ses travaux sur la lumière, amplifiant du même coup la renommée de Cambridge. Cette époque va voir, comme à Oxford, la création de deux chaires d'enseignement des mathématiques : la Lucasian Chair of Mathematics, créée par Henry Lucas qui lègue à cette occasion sa bibliothèque de quatre mille volumes, et la Sadleirian Chair of Pure Mathematics, fondée par Lady*

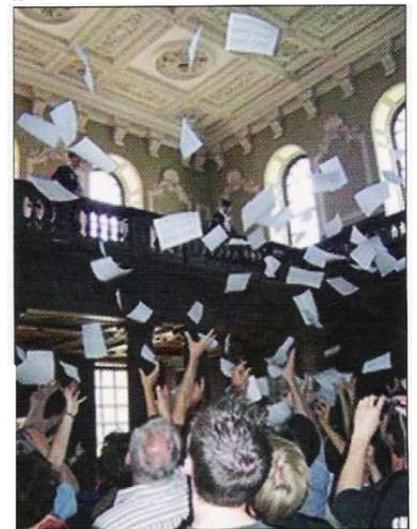
Mary Sadleir. Cambridge se transforme, rénove son diplôme, qui passe de la « disputation » à un « examen pour les volontaires » puis au « tripos », avec questions imprimées, ancêtre de nos actuelles évaluations universitaires.

Devenus écrites au XVIII^{ème} siècle, les tripos font la part plus belle aux mathématiques qu'au latin. Si le Senior Wrangler a droit aux honneurs de la presse et à une réception festive dans sa ville natale, celui qui se classe dernier reçoit une cuillère en bois (la fameuse wooden spoon). Les résultats de certaines parties des épreuves font l'objet d'une annonce solennelle, puis sont jetés depuis le balcon de Senate House à Cambridge.

Newton fut le deuxième titulaire de la Lucasian Chair et en a fait l'une des plus prestigieuses chaires mathématiques du monde. Elle a accueilli des célébrités du monde scientifique, tout comme la Sadleirian Chair of Pure Mathematics ou la Rouse Ball Chair. L'Université de Cambridge mérite sa réputation qui en fait l'une des toutes premières universités scientifiques du monde.

Les Tripos

L'appellation de « Tripos » date des temps moyenâgeux où les examens étaient oraux (une disputation) et les candidats assis sur des tripodes devant des professeurs sur des « chaires confortables ». Les Tripos, de 1753 à 1910, sont les examens mathématiques les plus difficiles au monde. Le concours dure quatre jours, à raison de dix heures par jour. Il produit d'excellents mathématiciens purs, mais surtout de formidables mathématiciens appliqués, qui feront briller l'Angleterre victorienne au firmament de la physique théorique jusqu'au tout début du XX^{ème} siècle. Les candidats travaillent sous la direction de coaches (entraîneurs) qui soumettent les élèves à de dures séances quotidiennes d'exercices. Les coaches, royalement payés, sont des mathématiciens respectables, qui ont abandonné toute ambition personnelle, sinon celle de préparer au mieux les candidats. Ils s'informent des recherches en mathématiques et en physique pour adapter les problèmes à leurs élèves.



Le Senior Wrangler est admis fellow (chargé de recherche ou d'enseignement) de la Royal Society. Les postes de professeur d'université lui sont ouverts. La proclamation des résultats donne lieu à des réjouissances publiques : porté en triomphe, sa photographie est vendue dans les rues.

Les jeunes filles peuvent concourir comme les garçons mais ne sont pas admises dans le classement. En 1890, Philippa Fawcett est la première femme à dépasser le Senior Wrangler. Les résultats ont les honneurs de la presse : son résultat est 13 % supérieur au détenteur du titre, et elle n'a droit qu'à la mention « Au-dessus du Senior Wrangler ». Cette injustice, mise en avant par les associations féministes, constitue une base de discussion des droits des femmes.

Les Tripos étaient surtout des concours de vitesse. Les candidats devaient choisir sans hésitation la meilleure méthode avérée de résolution. De nombreux scientifiques, aujourd'hui renommés, n'obtinrent pas le meilleur classement et furent dépassés par des étudiants plus scolaires. Les critiques de Hardy, portant sur la formation très théorique à la mécanique classique, provoquèrent l'abandon des Tripos il y a juste un siècle. Les physiciens n'avaient aucune pratique expérimentale. De nos jours, le Tripos de mathématiques est un cursus de licence en trois ans. L'évaluation se fait essentiellement par des épreuves écrites à la fin de l'année universitaire.

*Du papyrus à
l'ordinateur...*

*Une aventure
britannique*

*Parcours révolutionnaire à suivre
au cours des visites de musées*

Papyrus de Rhind

Le papyrus Rhind est considéré comme la source d'informations la plus importante connue à ce jour sur les mathématiques de l'Égypte antique. Ce rouleau, de 30 centimètres de large et de plus de 5 mètres de long, a été retrouvé dans une tombe, à Thèbes sur la rive est du Nil. Son scribe Ahmès, l'a rédigé en écriture hiéroglyphique, apparentée aux hiéroglyphes. Le papyrus datant de 1650 av. J.-C. environ, cette découverte fait de Ahmès le plus ancien auteur connu de l'histoire des mathématiques ! Le papyrus contient également les premiers symboles connus des opérations mathématiques, le signe *plus* (+) étant symbolisé par une paire de jambes avançant en direction du nombre à ajouter.

En 1858, alors qu'il visite l'Égypte, Alexander Henry Rhind, égyptologue écossais, achète le papyrus dans un marché de Louxor, avant que le British Museum de Londres ne l'acquière en 1864.



Ahmès écrit que le rouleau fournit « une estimation précise pour réfléchir aux choses, ainsi que la connaissance de toutes les choses, de tous les mystères, de tous les secrets ». Le papyrus contient divers problèmes mathématiques, depuis les fractions jusqu'à la géométrie des pyramides en passant par les progressions arithmétiques est l'algèbre, ainsi que des mathématiques pratiques relatives à l'arpentage, la construction et la comptabilité.

Abaque

En 2005, les lecteurs et éditeurs de Forbes.com, ainsi qu'un panel d'experts, ont classé l'abaque comme le deuxième outil le plus important de tous les temps en termes d'impact sur la civilisation humaine. Les premier et troisième outils de la liste étaient, respectivement, le couteau et le compas.



L'abaque moderne, avec les boules et les fils de fer, a ses racines dans des instruments tels que la tablette de Salamis, la plus ancienne règle à calcul utilisée par les Babyloniens vers 300 av. J.-C. Ces règles étaient généralement en bois, en métal ou en pierre, et se composaient de lignes ou de rainures le long desquelles étaient déplacées des boules ou des pierres. Vers l'an 100, les Aztèques inventèrent le *nepohualtitzin* (aussi appelé par ses adeptes l'« ordinateur aztèque »), dispositif semblable à l'abaque et utilisant pour effectuer les calculs des grains de blé enfilés sur des cadres de bois.

L'abaque, tel que nous le connaissons aujourd'hui, avec des boules mues le long de fils de fer, était utilisé en Chine dès 1200, sous le nom de *suan-pan*. Au Japon, l'abaque est appelé *soroban*. D'une certaine façon, l'abaque peut être considéré comme l'ancêtre de l'ordinateur et, à l'image de celui-ci, il fait office d'outil pour aider l'être humain à effectuer rapidement ses calculs, que ce soit dans le monde du commerce ou de l'ingénierie. Les abaques sont toujours utilisés en Chine, au Japon, en Afrique et dans certains pays de l'ex-Union Soviétique, ainsi que les personnes mal voyantes, avec une légère différence de conception. Même si l'abaque sert de préférence aux opérations d'addition et de soustraction, les utilisateurs expérimentés l'emploient pour multiplier, diviser et calculer des racines carrées. En 1946, à Tokyo, une compétition de vitesse de calcul opposa deux personnes, l'une utilisant un soroban japonais et l'autre une calculatrice de l'époque. Le soroban a gagné !



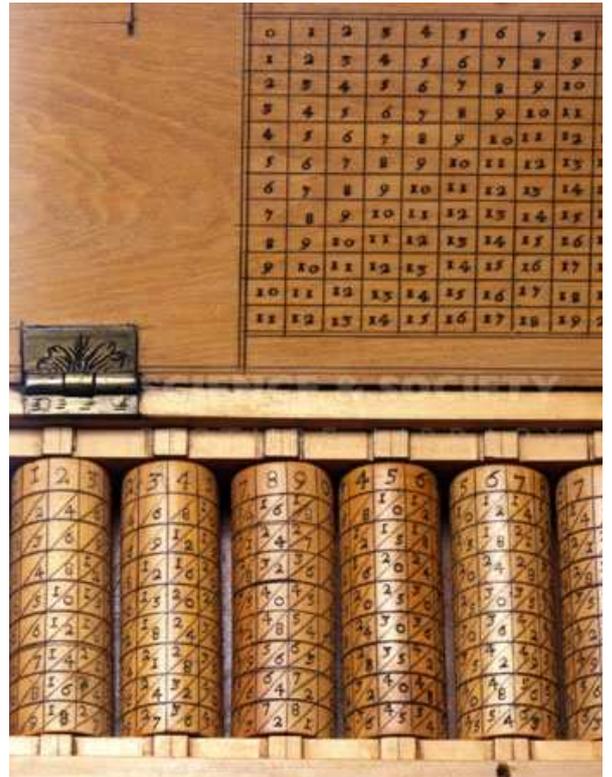
Des exemplaires sont exposés au [British Museum](#) dans les sections Asie et Préhistoire & Europe ainsi qu'au [Musée de la Science](#) à Londres.

Logarithmes

Le mathématicien écossais John Napier est le célèbre inventeur des logarithmes, qu'il décrit en 1614 dans son ouvrage *Description de la merveilleuse règle des logarithmes*. Depuis, cette méthode a contribué à d'innombrables avancées scientifiques et techniques en rendant possibles les calculs complexes. La description du nouvel outil fut lue par Henry Briggs qui poursuivit son œuvre, prenant pour sa part l'option du logarithme décimal.

Avant que les calculettes électroniques ne soient largement répandues, les logarithmes et les tables de logarithmes étaient couramment utilisés en arpentage et en navigation. Neper (nom francisé) fut aussi l'inventeur des bâtons de Neper, où sont gravées les tables de multiplication et qui peuvent être disposés selon différents modèles pour faciliter les calculs. Avant l'apparition des calculettes, pour multiplier deux nombres, un ingénieur regardait généralement leurs logarithmes dans une table, les ajoutait et consultait la table pour trouver le résultat. Cette opération était plus rapide que la multiplication manuelle et constitue le principe sur lequel reposent les règles à calcul.

Aujourd'hui, diverses quantités et échelles s'expriment sous forme de logarithmes d'autres quantités. Par exemple, l'échelle des pH en chimie, le bel (unité de mesure) en acoustique et l'échelle de Richter pour mesurer l'intensité des tremblements de terre impliquent tous une échelle logarithmique de base 10. Il est intéressant de noter que la découverte des logarithmes, juste avant Newton, eut un impact sur la science comparable à celui de l'invention de l'ordinateur au XX^{ème} siècle.



En génie électrique, une unité de mesure, le Neper, a ainsi été nommée en son honneur. À Édimbourg, l'université Napier porte également son nom. Aussi, un logarithme porte son nom, le logarithme népérien. Enfin, un cratère lunaire, le cratère Neper, lui rend également hommage.

Ce portrait, côtoyant des os (ou règles) de Neper et des tables logarithmiques, se trouve au Musée de la Science de Londres.

La règle à calcul

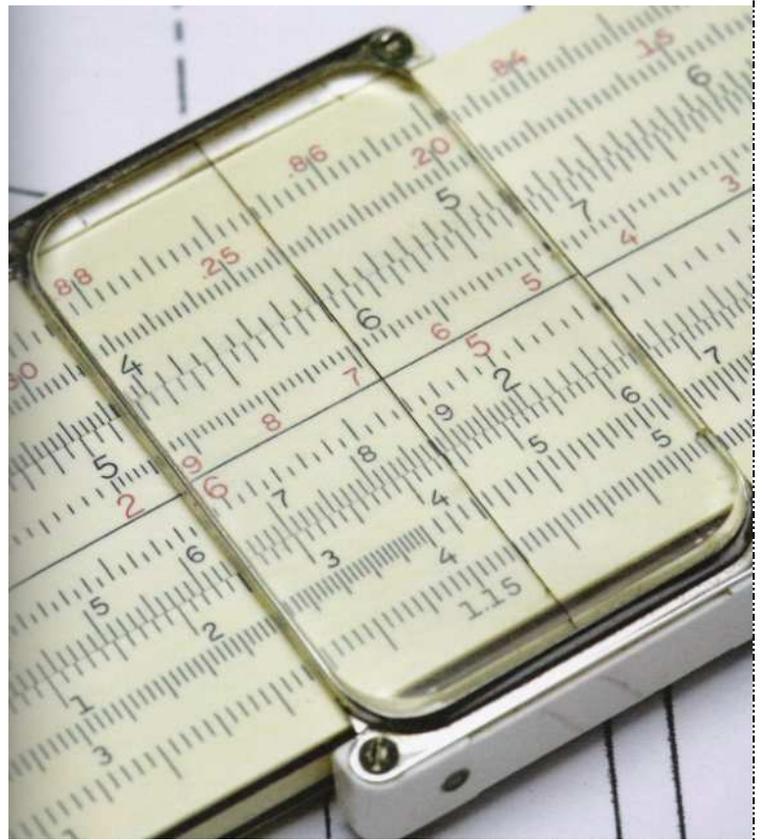
Ceux qui allèrent au collège avant les années 1970 se souviennent de la règle à calcul, qui semblait aussi courante que la machine à écrire. En quelques secondes, il était possible de multiplier, diviser ou calculer les racines carrées, entre autres. La première version fut inventée en 1621 par le mathématicien anglais et ministre anglican William Oughtred, et reposait sur les logarithmes de Neper. Il semble que William Oughtred n'ait pas, à l'origine, été entièrement conscient de la valeur de son travail, car il ne s'empressa pas de publier sa découverte. Selon certains récits, l'un de ses étudiants lui vola l'idée et publia une brochure sur la règle à calcul, qui soulignait sa portabilité et affirmait avec enthousiasme qu'elle pouvait être « utilisée aussi bien à cheval qu'à pied ».

En 1850, un jeune lieutenant français de 19 ans modifia la conception originale de la règle à calcul et l'armée française l'utilisa pour les calculs de projectiles, lors de la guerre contre la Prusse. Pendant la seconde Guerre mondiale, les bombardiers américains recouraient fréquemment à des règles à calcul spécialisées.

Grand zélateur de la règle à calcul, Cliff Stoll écrit : « Pensez aux réalisations techniques qui doivent leur propre existence à la règle à calcul : l'Empire State Building, le barrage Hoover, le pont du Golden Gate, les transmissions automobiles hydrodynamiques, les radios à transistor et le Boeing 707 ». Wernher Von Braun, le concepteur de la fusée V-2, s'appuya sur les règles à calcul de l'entreprise allemande Nestler, à l'image d'Albert Einstein. Les missions spatiales Apollo étaient équipées de règles à calcul de poche en cas de défaillance des ordinateurs !

Au XX^{ème} siècle, 40 millions de règles à calcul furent produites à travers le monde. Au vu du rôle crucial que l'outil joua depuis la révolution industrielle jusqu'aux temps modernes, un bulletin de l'Oughtred Society souligne : « Pendant plus de trois siècles, la règle à calcul a servi à effectuer les calculs des principaux édifices construits sur terre ».

Au Musée de la Science de Londres, plusieurs règles à calcul sont présentées avec des indications permettant d'en comprendre le fonctionnement.

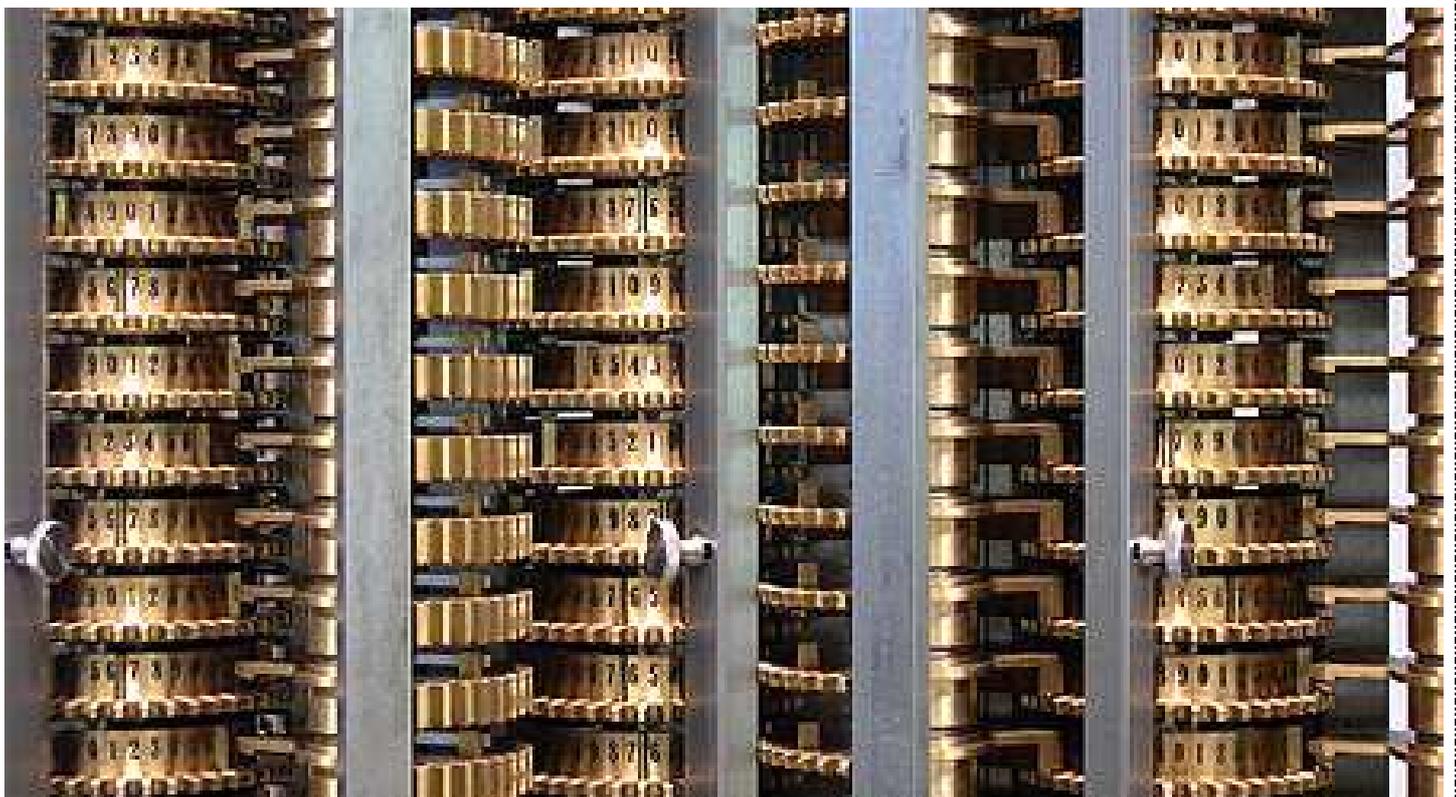


Ordinateur mécanique de Babbage

Charles Babbage était un analyste, statisticien et inventeur anglais qui s'intéressait aussi au thème des miracles religieux. Selon lui, les miracles pouvaient se produire dans un monde mécanique. De même que Babbage pouvait imaginer de programmer d'étranges comportements sur ses machines à calculer, Dieu pouvait programmer de semblables irrégularités dans la nature. Il est curieux de tout : ses inventions vont du compteur de vitesse au pare-buffle que l'on met devant les locomotives.

Babbage est souvent considéré comme le plus important mathématicien-ingénieur de la préhistoire des ordinateurs. Il est notamment célèbre pour avoir conçu un immense calculateur mécanique, ancêtre de nos ordinateurs modernes. Babbage pensait que son appareil serait surtout utile pour produire des tables mathématiques, mais s'inquiétait des erreurs que les humains pourraient commettre en transcrivant des résultats de ses 31 roues métalliques. Charles Babbage avait probablement un siècle d'avance, mais la politique et la technologie de son temps n'étaient pas adaptées à ses rêves les plus fous.

En s'intéressant aux tables de logarithmes, il conçut la machine à différences, commencée en 1822 mais jamais achevée à cause des contraintes techniques de l'époque. Elle permet de calculer les valeurs des polynômes au moyen de 25 000 pièces mécaniques.



Il envisagea aussi de créer un ordinateur aux fonctions plus générales, la machine analytique, qui pourrait être programmée à l'aide de cartes perforées et possédait des emplacements distincts pour le stockage des nombres et le calcul. Une machine analytique capable de stocker 1 000 nombres de 50 chiffres serait longue de plus de 30 mètres. Sa machine ne sera construite qu'en 1991 et sera fonctionnelle. Actuellement exposée au **Musée de la Science** à Londres, elle est composée de 8 000 pièces, mesure trois mètres de large et deux mètres de haut.

Ada Lovelace, fille du poète anglais Lord Byron, fournit les spécifications d'un programme destiné à la machine analytique. Même si Babbage lui offrit son aide, Ada Lovelace est considérée par la plupart comme le premier programmeur informatique.

Algèbre de Boole



L'ouvrage le plus important du mathématicien anglais George Boole fut son travail intitulé *An Investigation into the Laws of Thought, on Which are Founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities* (1854). Boole avait pour projet de réduire la logique à une simple algèbre impliquant seulement deux quantités, 0 et 1, et trois opérations de base : *et*, *ou* et *non*. À l'époque moderne, l'algèbre de Boole a connu de larges applications dans la communication téléphonique et la conception des ordinateurs. Boole considérait son travail comme « la contribution la plus précieuse à la science ».

Malheureusement, Boole mourut à l'âge de 49 ans, des suites d'une pneumonie, après avoir pris froid sous la pluie. Son épouse, croyant qu'un remède devait ressembler à la cause, l'aspergea d'eau pendant qu'il était alité...

Le mathématicien Augustus De Morgan fit l'éloge de ses travaux : « Le système logique de Boole fut le fruit de la combinaison du génie et de la patience ... Que les procédures symboliques de l'algèbre, inventées comme outils de calcul numérique fussent à même d'exprimer le moindre acte de pensée et de fournir la grammaire et le dictionnaire de tout système de logique, devait être prouvé pour être cru... ».

Environ 70 ans après la mort de Boole, le mathématicien américain Claude Shannon découvrit l'algèbre de Boole alors qu'il était encore étudiant et montra comment il était possible de l'utiliser pour optimiser la conception des systèmes de commutation téléphonique. Il démontra aussi que les circuits avec relais pouvaient résoudre des problèmes d'algèbre de Boole. Ainsi, Boole, avec l'aide de Shannon, fournit l'un des fondements de notre ère numérique.

Machines de Turing

Brillant mathématicien et théoricien informatique, Alan Turing a été contraint de suivre un "traitement médical" destiné à le "guérir" de son homosexualité. Cette persécution est intervenue alors que ses travaux consacrés au décryptage avaient contribué à abrégé la Seconde Guerre mondiale et lui avaient valu d'être membre de l'Ordre de l'Empire britannique.

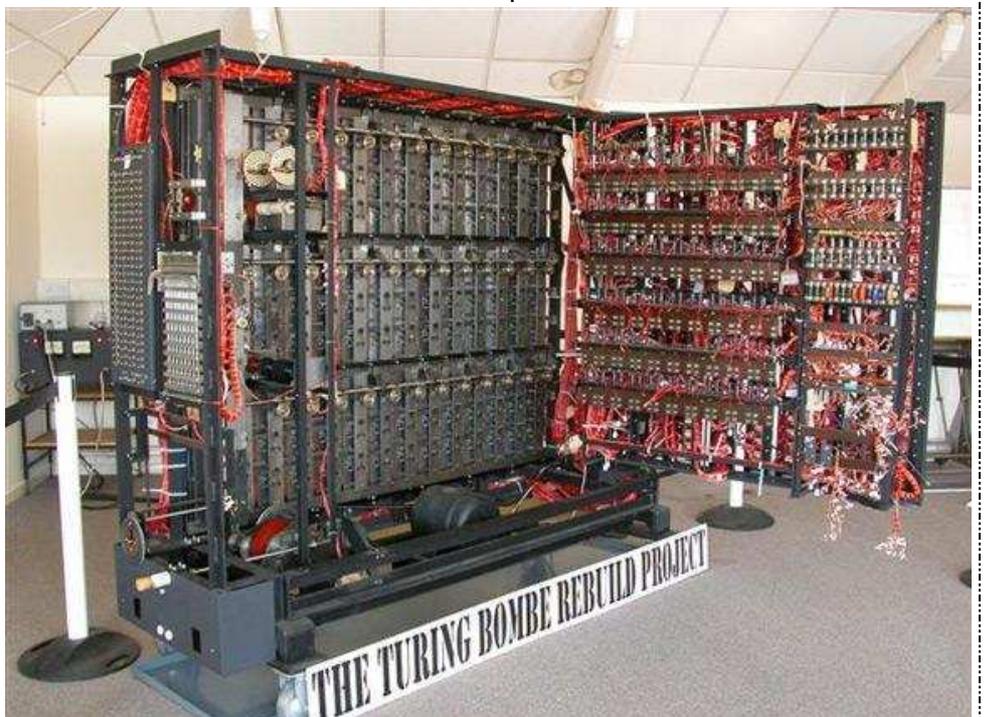
Quand Turing appelle la police suite au cambriolage de son domicile en Angleterre, l'un des officiers le soupçonne d'être homosexuel. Accusé, le mathématicien a le choix entre être incarcéré et suivre un traitement médical expérimental. Pour éviter l'emprisonnement, il accepte de recevoir une injection d'hormone d'œstrogène pendant une année. Sa mort à l'âge de 42 ans, soit deux années après son arrestation, constitue un choc pour ses amis et ses proches. Il est retrouvé dans son lit. L'autopsie conclut à un emprisonnement au cyanure. Peut-être s'est-il suicidé mais, aujourd'hui encore, le doute subsiste. Il se serait donné la mort selon le conte de Blanche-Neige : en croquant une pomme empoisonnée au cyanure. Certains prétendent que l'histoire inspira la société Apple pour la création de son logo...



De nombreux historiens considèrent Turing comme le « père de la science informatique moderne ». Dans l'un de ses articles majeurs, il prouve que les machines de Turing (appareils abstraits permettant la manipulation de symboles) sont à même d'effectuer tout problème mathématique imaginable représenté sous forme d'un algorithme. Les machines de Turing aident les scientifiques à mieux comprendre les limites du calcul. Elles ont permis de classer les problèmes : les calculables et les non-calculables.

Alan Turing est aussi l'inventeur de test de Turing, lequel a conduit les scientifiques à réfléchir plus profondément à ce que peut signifier l'appellation de « machine intelligente » et à la possibilité que les dites machines puissent, un jour, « penser ». Turing croyait que les machines parviendraient à passer son test avec succès en démontrant leur capacité à dialoguer avec les êtres humains de façon si naturelle que ceux-ci ne pourraient déterminer s'ils parlaient à une machine ou à une personne.

En 1939, Alan Turing a mis au point une machine électromécanique qui a contribué à déchiffrer les codes secrets de la machine nazie Enigma. La machine de Turing baptisée la « Bombe » et améliorée par le mathématicien Gordon Welchman, devint le principal outil permettant de déchiffrer les communications d'Enigma.



Sacrés

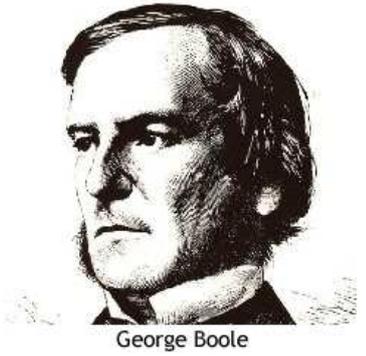
Savants

Britanniques

Mathématiques en famille

Mary Everest-Boole, la femme de George Boole, était une mathématicienne autodidacte, connue pour son fascinant ouvrage *Philosophy and Fun of Algebra* (1909).

Le nom d'Everest est célèbre grâce à l'oncle de Mary, géomètre en Inde pendant plus de vingt ans : il conduisit une expédition dans la chaîne de montagnes dont le sommet porte aujourd'hui son nom. Mary, elle, apprit seule le calcul grâce à des livres. Elle se passionna pour les mathématiques et rencontra à Cork le déjà célèbre George Boole. Elle fut alors chargée de la publication de l'ouvrage monumental de son mari *Laws of Thought*, fondement de l'arithmétique informatique moderne. Son propre livre *Philosophy and Fun of Algebra* fournit aux historiens modernes un aperçu de l'éducation mathématique au début des années 1900.



George Boole

À une époque de sa vie, Mary travailla au Queens College de Cambridge, première faculté anglaise pour femmes. Hélas de son temps, les femmes n'étaient pas autorisées à passer des diplômes ou à enseigner au collège. Même si elle désespérait de pouvoir enseigner, elle accepta de travailler dans une bibliothèque, où elle conseilla de nombreux étudiants. Sa persévérance, son enthousiasme pour les mathématiques et son éducation en font une héroïne aux yeux de certaines féministes.



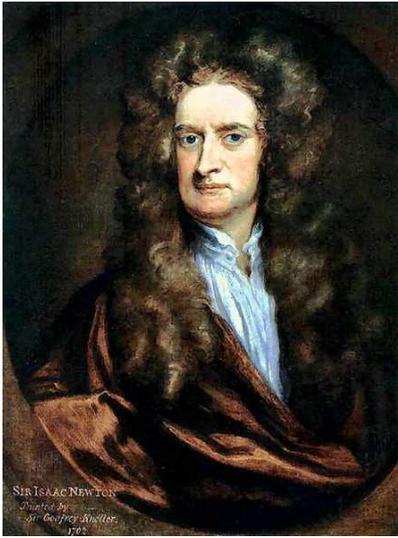
Vers la fin de sa vie, elle s'intéressa plus particulièrement aux nombres imaginaires, auxquels elle vouait un respect presque mystique : « Un étudiant en mathématiques de Cambridge en vint à réfléchir à la racine carrée de « moins un » comme s'il s'agissait d'une réalité, au point d'en perdre son sommeil, de rêver qu'il était lui-même la racine carrée de « moins un » et qu'il ne pouvait s'extraire lui-même ; il tomba à ce point malade qu'il ne put point se rendre à son examen ». Mary Everest-Boole écrivit aussi : « Les anges et les racines carrées des nombres négatifs... sont les messagers d'un monde encore inconnu et qui viennent nous informer de notre future destination et du chemin le plus court pour y accéder ».

Malgré leurs 17 ans d'écart, les époux Boole donnèrent naissance à cinq filles : Mary, Margaret, Alicia, Lucy et Ethel. Ils semblaient avoir les mathématiques dans le sang. En effet, la fille aînée épousa Charles Howard Hinton, mathématicien qui proposa ensuite des outils pour visualiser la quatrième dimension.

La troisième sœur, Alicia, s'est trouvée face à la dimension 4 très jeune et se passionna pour la géométrie de cette dimension. Seule, elle retrouva des résultats complexes déjà démontrés. Elle épousa Walter Stott, un statisticien. En 1910, Alicia Boole-Stott inventa une méthode révolutionnaire permettant de construire des solides particuliers, les polyèdres archimédiens. Sa méthode, d'une simplicité et d'une élégance rares, donne un éclairage nouveau sur polyèdres étudiés depuis... Archimède ! À sa mort, elle fait cadeau de ses modèles : ils sont toujours à Cambridge.



Newton : l'incontournable savant de Grande-Bretagne



Il n'a pas suffi qu'une pomme lui tombe sur la tête pour faire jaillir du cerveau d'Isaac Newton, fut-il génial, des avancées scientifiques fondamentales. Il n'était pourtant pas né sous les meilleurs auspices. Sa mère le met au monde le jour de Noël 1642 à Woolsthorpe alors qu'elle est veuve depuis trois mois. Elle confie son fils à sa mère trois ans plus tard, quand elle se remarie avec un pasteur. Ce dernier meurt, elle revient vivre à Woolsthorpe avec Isaac et les trois enfants de son second mariage. Mais elle le met en pension chez un pharmacien afin de lui permettre de suivre des études secondaires. Initié à la chimie, Isaac montre son intérêt et son talent dans cette discipline. Mais quatre ans plus tard, il doit quitter l'école pour s'occuper du domaine familial. Il y montre peu de goût et, par chance, son maître d'école et son oncle parviennent à convaincre sa mère de le laisser suivre des études universitaires.

Isaac entre au Trinity College de Cambridge. L'enseignement officiel n'est pas passionnant, mais Newton le complète par la lecture des *Éléments d'Euclide*, de la *Géométrie* de Descartes, des œuvres de Galilée et bien d'autres textes scientifiques de référence. En 1665, il obtient le Bachelor of Arts.

C'est alors que l'épidémie de peste qui s'abat sur l'Angleterre contraint le collège à fermer. Newton se réfugie à Woolsthorpe, où commence la période la plus féconde de sa carrière. Au début de l'année 1665, il trouve une méthode qui est la base des développements limités. Il énonce la formule du binôme qui porte son nom. Au mois de mai, il résout la méthode des tangentes, c'est-à-dire établit le lien qui existe entre l'accroissement d'une fonction et la pente de la tangente au graphe de cette fonction. En novembre, il comprend l'intégration (l'opération inverse de la dérivation). Il introduit la notion de courbure. En 1666, il se rend compte, en se penchant sur les lois de Képler, que l'attraction de deux astres est inversement proportionnelle au carré de leurs distances. Il classe les fonctions cubiques. Aucun savant n'a obtenu tant de découvertes fondamentales en si peu de temps. Certes, celles-ci n'étaient pas achevées, mais il avait trouvé pour chacune le point fondamental grâce à une immense concentration et une capacité à analyser en même temps tous les paramètres d'un problème. Cependant, Newton n'écrit rien de son travail.

En 1667, le Trinity College rouvre ses portes et Newton en devient membre puis obtient une chaire qui lui permet d'enseigner ses découvertes, en particulier ses travaux d'optique. En 1670, il se tourne vers la théologie, l'alchimie, l'occulte et l'ésotérique. Sa personnalité est très fragile et névrosée. De caractère craintif, méfiant, ne supportant pas la critique, il fut toujours réticent à publier ses découvertes jusqu'à sa rencontre avec l'astronome Edmond Halley qui l'incita à consigner son travail par écrit. Ensuite couvert d'honneurs, il jouit d'une grande considération dans les milieux intellectuels anglais. Mais une profonde dépression l'atteint. La reine l'anoblit néanmoins en 1705.

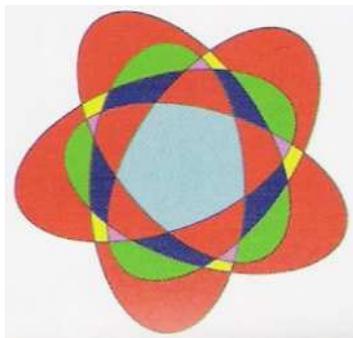
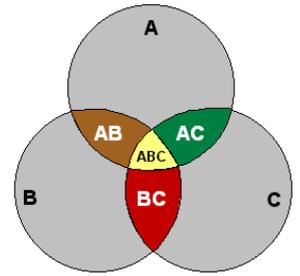
Une statue d'Isaac Newton au [Trinity College](#) rend hommage à l'œuvre exceptionnelle du savant anglais qui a su comprendre deux théories fondamentales sur lesquelles s'appuient toujours aujourd'hui les mathématiques d'une part et les sciences physiques de l'autre.



Autres
découvertes
mathématiques
britanniques

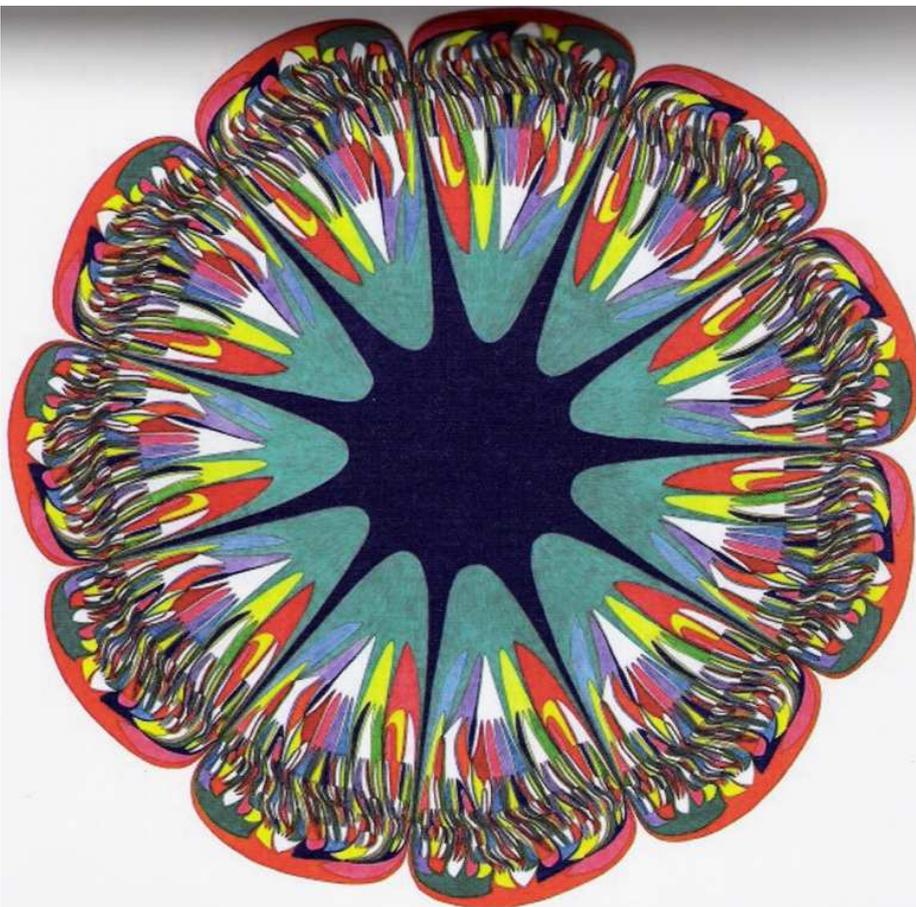
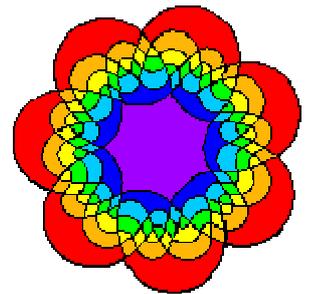
Diagrammes de Venn

En 1880, John Venn, mathématicien britannique, conçut un schéma de visualisation des éléments, des ensembles et des relations logiques. Un diagramme de Venn contient généralement des zones circulaires représentant des groupes d'éléments ayant en commun différentes propriétés. Ces diagrammes ont été utilisés en logique avant Venn - par les mathématiciens Gottfried Leibniz et Leonhard Euler, par exemple - mais Venn fut le premier à les étudier de façon exhaustive, à les formaliser et à généraliser leur emploi. De fait, Venn chercha à généraliser les diagrammes symétriques pour visualiser un plus grand nombre d'ensembles comportant des intersections, mais il ne parvint qu'à quatre ensembles.



Un siècle s'écoula avant que le mathématicien Branko Grünbaum montre qu'il était possible d'obtenir des diagrammes de Venn symétriques par rotation à partir de 5 ellipses comme le montre l'illustration ci-contre.

Les mathématiciens réalisèrent qu'il était possible d'en dessiner à l'aide d'un nombre premier de pétales. Cependant, les diagrammes symétriques à 7 pétales furent si difficiles à trouver qu'à l'origine les mathématiciens doutèrent de leur existence.



En 2001, le mathématicien Peter Hamburger et l'artiste Edit Hepp construisirent un exemple pour 11 pétales illustré ci-contre.

Le paradoxe du barbier



En 1901, le philosophe et mathématicien Bertrand Russel découvre un éventuel paradoxe ou une contradiction apparente qui le conduit à modifier la théorie des ensembles. L'une des versions du paradoxe de Russel, connue sous le nom de « Paradoxe du barbier », met en scène un village dont, chaque jour, le barbier rase uniquement ceux qui ne se rasent pas eux-mêmes, et seulement ceux-ci. Par conséquent, le barbier se rase-t-il lui-même ?

Le scénario semble impliquer que le barbier se rase lui-même si et seulement s'il ne se rase pas lui-même. Comme l'écrit Helen Joyce : « le paradoxe laisse entrevoir une perspective effrayante, selon laquelle l'ensemble des mathématiques repose sur des fondements instables et qu'aucune preuve n'est digne de confiance ».

Ce paradoxe a conduit Russel à s'intéresser aux ensembles et il a compris qu'il devait modifier la théorie des ensembles pour éviter les confusions et possibles contradictions exhibées par le paradoxe du barbier. Le mathématicien britannique Alan Turing s'est inspiré du travail de Russel quand il a étudié l'indécidabilité du problème de l'arrêt : étant donné un programme informatique, parviendra-t-il à s'arrêter en un nombre fini d'étapes ?

**Quelques
curiosités
scientifiques et
découvertes
non Britanniques**

**À contempler
au cours des visites de musées**

Ruban de Möbius

Le mathématicien allemand August Ferdinand Möbius était un homme quelque peu réservé et étourdi, qui conçut sa plus célèbre invention, le ruban de Möbius, à presque soixante-dix ans en 1858. Pour créer la bande, il suffit de joindre les deux extrémités d'un ruban après avoir fait tourner l'une des deux extrémités de 180 degrés. Le résultat est une surface à un seul côté – une bestiole peut se déplacer de n'importe quel point de la surface à un autre point sans avoir à franchir le moindre

bord. Il est impossible de colorier un côté du ruban de Möbius en rouge et l'autre en vert puisque le ruban ne possède qu'un seul côté.

Des années après la mort de Möbius, la popularité et les applications du ruban ne cessèrent de grandir et il est devenu une partie intégrante des mathématiques, de la magie, de la science, de l'art, de l'ingénierie et de la musique. Le ruban de Möbius est un symbole omniprésent dans le recyclage où il représente la transformation des déchets en ressources utiles. Aujourd'hui, le ruban de Möbius se retrouve partout, depuis les molécules et les sculptures métalliques

jusqu'aux structures architecturales, et modélise la totalité de l'univers.

Le ruban de Möbius est la première surface à un seul côté inventée et analysée par l'être humain. Il s'agit surtout de la première et la seule initiation d'un vaste public à l'étude de la topologie : la science des formes géométriques et de leurs relations. C'est pourquoi il trouve toute sa place dans le Musée de la Science de Londres à côté de la bouteille de Klein.



Bouteille de Klein

La bouteille de Klein, d'abord décrite en 1882 par le mathématicien allemand Felix Klein, est une bouteille dans laquelle s'enroule un col flexible pour créer une forme ne comportant ni intérieur ni extérieur. Cette bouteille est associée au ruban de Möbius et peut théoriquement être créée en collant deux rubans de Möbius par leurs bords. Une façon de construire un modèle physique imparfait d'une bouteille de Klein dans notre univers 3 D consiste à ce qu'elle se traverse elle-même au sein d'une courbe circulaire. Quatre dimensions sont nécessaires pour créer une authentique bouteille de Klein sans auto-intersection.

Imaginez votre frustration si vous essayez de peindre juste l'extérieur d'une bouteille de Klein. Vous commencez par peindre sur ce qui semble être la surface « extérieure » bombée et poursuivez le long du col. L'objet en quatre dimensions ne possède pas d'auto-intersection, ce qui vous permet de continuer en peignant le col, qui est maintenant « à l'intérieur » de la bouteille. Tandis que le col s'ouvre pour rejoindre la surface bombée, vous découvrez que vous êtes maintenant en train de peindre l'intérieur de la bouteille. Si notre univers avait la forme d'une bouteille de Klein, nous pourrions trouver



des itinéraires qui feraient que nos corps s'inversent lorsque nous revenons d'un voyage, de telle sorte que, par exemple, notre cœur se trouverait à droite.

Initialement, la bouteille de Klein s'appelait surface de Klein, "Kleinsche Fläche" en allemand. Une erreur d'un traducteur l'a fait connaître sous le nom de bouteille de Klein, "Kleinsche Flasche". C'est cette terminologie qui s'est imposée, même en Allemagne!

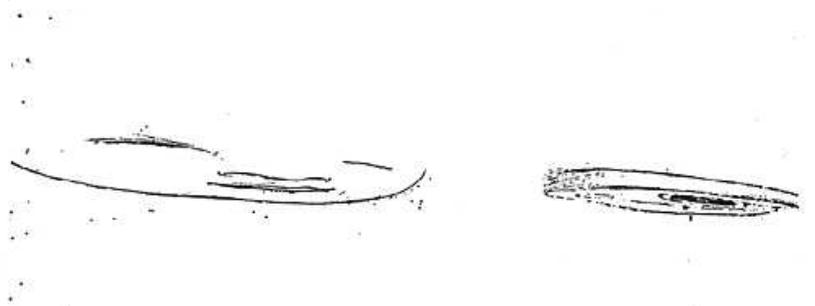
La bouteille de Klein possède donc un col flexible qui s'enroule dans la bouteille pour créer une forme sans intérieur et extérieur distincts. Il vous sera plus aisé de bien l'observer en allant l'examiner au Musée de la Science de Londres.

L'anamorphose

Une anamorphose est une déformation réversible d'une image à l'aide d'un système optique - tel un miroir courbe - ou un procédé mathématique. L'anamorphose désigne également la déformation de l'image d'un film ou d'une émission de télévision à l'aide d'un système optique ou électronique afin de l'adapter à un écran informatique ou de télévision.

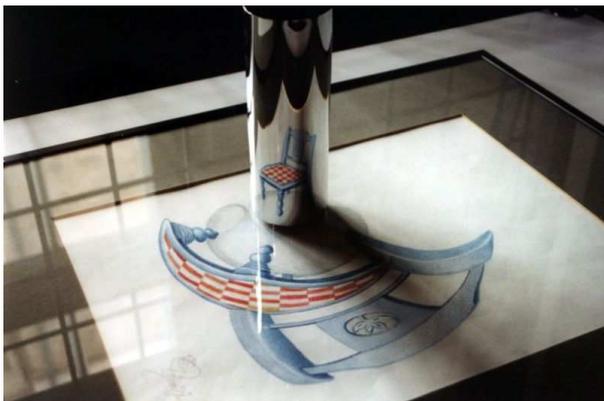
Certains artistes ont produit des œuvres par ce procédé et ainsi créé des images déformées qui se recomposent à un point de vue préétabli et privilégié. Cet « art de la perspective secrète » connaît des applications multiples, aussi bien dans le domaine de l'architecture et du trompe-l'œil que dans des utilisations utilitaires. L'anamorphose est une particularité étonnante de la perspective.

Par exemple, on connaît, de Léonard de Vinci, cette anamorphose d'un visage d'enfant et d'un œil (1485). À regarder depuis la droite du dessin, en regard frisant.



Il existe aussi d'autres types d'anamorphoses, où l'on interpose un miroir conique ou cylindrique entre le regard et la peinture qui, déformée, s'y reconstitue.

L'anamorphose a été utilisée pour les périscopes des chars d'assaut dès la Première Guerre mondiale, afin d'augmenter l'angle de vue : l'image était « comprimée » par l'objectif du périscopie puis décompressée par l'oculaire.



Le format 16/9, apparu en télévision, met en œuvre le principe de l'anamorphose. Il s'agit d'une anamorphose électronique consistant à modifier le balayage pour comprimer horizontalement l'image au rapport 16/9.

Depuis les années 1990, les annonceurs exploitent l'aire de jeu de certains sports comme espace publicitaire. Mais l'angle de prise de vue rasant des caméras retransmettant les matchs à la télévision déformait les logotypes et les faisait apparaître très allongés. Des anamorphoses ont donc été appliquées aux visuels des annonceurs de façon à s'afficher à l'écran de manière conforme à l'apparence d'origine du logotype.

La signalisation routière peinte directement sur le sol fait également appel à ce procédé afin que les usagers de la route aient une vue non-déformée d'une image ou d'un texte lorsqu'ils se situent à une certaine distance.



L'anamorphose la plus connue compose le tableau *Les Ambassadeurs* de Holbein. Jan Van Eyck a également utilisé une anamorphose dans le portrait *Les Époux Arnolfini*.

Les Ambassadeurs d'Holbein

En 1533, le peintre et graveur allemand, Hans Holbein le Jeune, compose le tableau *Les Ambassadeurs*. Cette œuvre, très particulière et mondialement connue, contient près de la base de la toile une forme appelée l'« os de seiche » qui apparaît depuis un point de vu oblique : c'est l'anamorphose d'un crâne.



On ne peut voir le crâne qu'en regardant le tableau avec une vue rasante sur la droite à 1,50 m parallèlement à la surface du tableau ou en plaçant le dos d'une cuillère au sommet de l'os, à droite. C'est une forme de cryptage



Ce double portrait de Jean de Dinteville et Georges de Selve est actuellement conservé à la [National Gallery](#) de Londres depuis 1890.

Les deux hommes, qui regardent le spectateur de l'œuvre, sont accoudés à un meuble comportant deux étagères et sur lequel sont disposés plusieurs objets qui se rattachent au *Quadrivium*, les quatre sciences mathématiques : l'arithmétique (livre rouge sur l'étagère inférieure), la géométrie (tapis rouge aux motifs géométriques complexes), la musique (un luth et quatre flûtes) et l'astronomie (sphère céleste et globe terrestre). Ce tableau exprime « la puissance laïque et ecclésiastique appuyée sur le savoir ».

Ce crâne est en fait une vanité, c'est-à-dire une nature morte particulière suggérant que l'existence terrestre est vide, vaine, la vie humaine précaire et de peu d'importance. La présence de ce crâne fait ainsi de ce tableau un « memento mori », un appel à l'humilité. Les deux personnages représentés étant invités à se souvenir qu'ils sont mortels comme tout un chacun.

Le peintre a caché discrètement un crucifix en haut à gauche du tableau derrière le rideau : même si à cette époque on veut représenter les choses de manière réaliste, les peintres n'oublient pas pour autant le monde du divin et de la religion. L'œuvre est « ouverte » à la réflexion du spectateur sur les liens à établir entre le réel et les apparences.

Les Époux Arnolfini de Jan Van Eyck

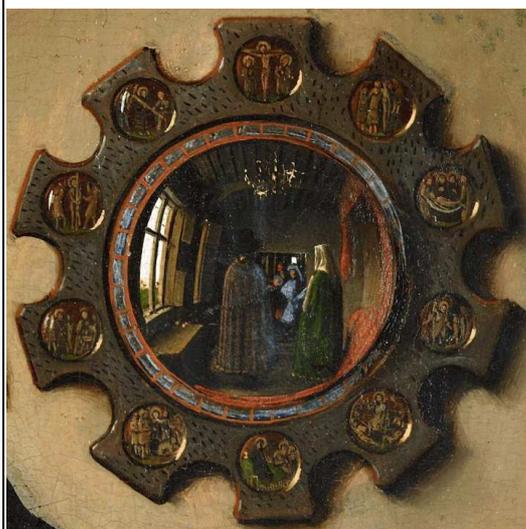
Principal peintre de la renaissance flamande et perfectionniste de la peinture à l'huile, Jan Van Eyck a peint en 1434, siècle des humanistes, un double portrait : *Les Époux Arnolfini*.

Y est représenté Giovanni Arnolfini, marchand et banquier italien en compagnie de sa femme Gionvanna Cenami, fille d'un autre riche marchand italien, le jour de leur mariage. La main de l'épouse disposée sur son ventre témoigne d'une future fécondité.

Le vert caractérise l'espérance d'une fécondité prochaine, contrairement au blanc qui lui, est signe de pureté, de virginité. Le marron et le noir exposent le symbole de l'autorité. Le rouge, issu en majeure partie du lit et du fauteuil, révèle l'intimité du foyer.

L'homme est positionné près de la fenêtre, c'est à dire tourné vers le monde extérieur, celui des affaires. La femme, quant à elle, se tient debout près du lit, en lieu et place de son rôle de femme au foyer. Son air est soumis et son visage inexpressif.

Deux sources de lumière éclairent la pièce : la lumière du jour qui provient de deux fenêtres et la lumière d'une bougie qui n'est là que pour symbole religieux du mariage. La chandelle symbolise le regard de Dieu qui assiste au mariage.



Centre optique, le point essentiel du tableau est l'impressionnante étude d'un reflet convexe, obtenu par anamorphose. Le miroir convexe est capable d'absorber et refléter dans une image simple à la fois le plancher et le plafond de la pièce, aussi bien que le ciel et le jardin à l'extérieur qui sont tous deux à peine visibles par la fenêtre de côté. Le miroir aspire le monde visuel entier. Les maîtres hollandais étaient friands de ce genre d'études minutieuses.

Son rôle est important car Van Eyck s'y représente en tant que témoin du mariage au même titre qu'un autre personnage que l'on distingue dans le miroir.

Cette œuvre se trouve à la [National Gallery](#) à Londres.