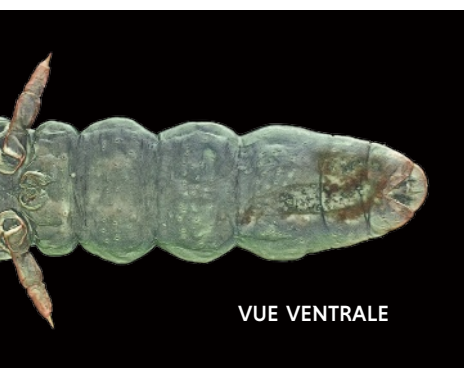




VUE VENTRALE



VUE LATÉRALE

peut pénétrer sur une profondeur de l'ordre de un mètre dans cette glace, ce qui réchauffe celle-ci et la fait fondre de l'intérieur. Andrew Fountain, glaciologue à l'université d'État de Portland, aux États-Unis, a découvert que cela peut se produire à des températures atmosphériques descendant jusqu'à -10°C .

Brenda Hall a été témoin de ce phénomène dans les montagnes du sud, jusqu'à 200 kilomètres au sud du glacier de Shackleton: «J'ai vu par des jours ensoleillés et clairs, raconte-t-elle, ces films d'eau qui descendent le long du front de la falaise de glace.»

DES HABITATS « BOUCLES D'OR »

Pour Ian Hogg et Byron Adams, ces mécanismes offrent des indices importants sur la façon dont *Tullbergia* et *Antarctophorus*, ainsi que de petits vers, acariens et autres animaux, ont pu survivre à des dizaines de périodes glaciaires le long des marges de glaciers tels que le Shackleton. Byron Adams surnomme ces milieux de vie les «habitats Boucles d'Or» – des cuvettes orientées au nord (vers le soleil) ayant juste la bonne configuration de roches sombres et de glace transparente. Cette glace aurait été bordée par une étroite bande habitable, peut-être large de quelques mètres seulement, où de petites et occasionnelles quantités d'eaux de fonte débarrassaient le sol de ses sels et grâce auxquelles les hexapodes s'hydrataient. À mesure qu'une période glaciaire s'installait et faisait remonter la glace sur les pentes, les *Tullbergia* auraient aussi remonté lentement la pente, peut-être juste de un mètre par an, s'ils avaient la chance de rencontrer des habitats Boucles d'Or en cours de route.

Ces explications semblent plausibles mais sont inachevées. Ian Hogg et Byron Adams, qui ne sont retournés ni l'un ni l'autre au glacier de Shackleton, doivent relier la génétique à une chronologie plus claire des va-et-vient de la glace de l'Antarctique. Ils doivent également voir si ce schéma se vérifie pour d'autres espèces. Avec leurs étudiants, ils essaient maintenant de séquencer l'ADN du même gène codant la cytochrome C oxydase chez une espèce d'acarien et une espèce de ver nématode qu'ils ont trouvées

sur le glacier de Shackleton et en d'autres endroits des monts Transantarctiques du Sud. Ils espèrent que la comparaison des séquences génétiques permettra d'expliquer depuis combien de temps ces autres espèces vivent ici, comment elles se sont déplacées dans le passé et comment elles ont subsisté.

Ce qui est déjà apparent, c'est que certaines espèces ont survécu de justesse. Lors des retraits glaciaires, elles ont peut-être établi de nouveaux avant-postes sur les montagnes voisines. Mais à chaque nouvelle période glaciaire, la plupart des populations se sont éteintes. *Tullbergia* porte les cicatrices de cette histoire brutale dans son ADN. Le fait que chaque individu des environs du glacier de Shackleton porte des séquences génétiques pratiquement identiques suggère qu'à un moment donné dans le passé, seulement deux de ces collembolles ont réussi à survivre. Chaque représentant vivant aujourd'hui descend de ces géniteurs, qui ont peut-être eu la chance d'être emportés par une tempête de vent sur un habitat Boucles d'Or de la taille d'un terrain de basket. *Tullbergia mediantarctica* «a été extrêmement proche de l'extinction», affirme Byron Adams.

Bien sûr, des communautés entières de plantes et d'animaux ont disparu de l'Antarctique, faisant partie des vagues d'extinctions qui ont ponctué l'histoire de la Terre. Un Antarctique plus chaud et plus humide aiderait-il *Tullbergia* à rebondir? Byron Adams était de retour dans les vallées sèches de McMurdo en janvier 2020. Le niveau des lacs monte, les sols secs deviennent plus humides et le nombre de petits animaux, tels certains vers nématodes qui vivent dans le sol, augmente. Dans le même temps, selon Byron Adams, les espèces qui ont survécu aux sols vraiment froids, secs et rudes diminuent en abondance, et leur aire de répartition se réduit. Les nouveaux arrivants évincent peut-être les plus anciens, qui s'accrochaient.

La question est de savoir si *Tullbergia* connaîtra un sort similaire. «Sur la base de ce que cette espèce a traversé dans le passé, je pense qu'elle s'en sortira plutôt bien, avance Byron Adams; tant qu'elle ne sera pas en concurrence avec les espèces envahissantes...» ■

BIBLIOGRAPHIE

G. E. Collins, **The diversity and population genetic structure of Collembola (Springtails) in Namib and Antarctic desert environments**, thèse de doctorat, université de Waikato (Nouvelle-Zélande), 2019 (<https://bit.ly/3bGnEdW>).

G. E. Collins et al., **Spatial and temporal scales matter when assessing the species and genetic diversity of Springtails (Collembola) in Antarctica**, *Frontiers in Ecology and Evolution*, vol. 7, article 76, 2019.

T. Caruso et al., **Nematodes in a polar desert reveal the relative role of biotic interactions in the coexistence of soil animals**, *Communications Biology*, vol. 2, article 63, 2019.

L'ESSENTIEL

> Numération, dessins géométriques, tatouages, vannerie, jeux de ficelle... Au XIX^e siècle, ethnologues, missionnaires et voyageurs ont rapporté des témoignages de pratiques non occidentales qui, aujourd'hui, sont autant de sujets d'étude de l'ethnomathématique.

> Jusqu'au milieu du XX^e siècle cependant, en raison de la prégnance de certaines théories, notamment évolutionnistes, ces pratiques ont été souvent appréhendées comme des

formes de rationalité et de logique peu abouties ou distinctes de celles au cœur de la science occidentale.

> La parution de *La Pensée sauvage*, de Claude Lévi-Strauss, en 1962, a contribué significativement à la remise en cause de cette perspective.

> Plusieurs mathématiciens se sont ensuite intéressés à ces pratiques avec l'idée de mieux saisir la diversité des mathématiques.

LES AUTEURS



ERIC VANDENDRIESCHE
ethnomathématicien
au sein du laboratoire
Science, philosophie,
histoire (Sphere) du CNRS
et de l'université de Paris



CÉLINE PETIT
ethnologue,
rattachée
au laboratoire
Sphere

Des ethnologues au pays des mathématiques

Dès la fin du XIX^e siècle, les anthropologues se sont intéressés à l'art de compter dans les sociétés non occidentales. Mais il a fallu plusieurs décennies pour que mathématiciens et anthropologues étudient les pratiques mathématiques de ces sociétés.

En 1927, alors qu'il mène des recherches ethnographiques auprès des habitants des îles de Malekula et d'Ambrym, aux Nouvelles-Hébrides (actuel Vanuatu, dans le Pacifique sud), le jeune Bernard Deacon adresse à son directeur de thèse à l'université de Cambridge, l'anthropologue Alfred Haddon, une lettre où il souligne avoir observé la manifestation de «compétences en mathématiques» chez des membres de ces sociétés alors encore souvent perçues comme «primitives»:

Les hommes plus âgés m'ont expliqué le système [de parenté d'Ambrym] avec une parfaite lucidité, je ne pourrais pas mieux l'expliquer moi-même. Il est parfaitement clair que les indigènes

(du moins les plus intelligents d'entre eux) conçoivent ce système comme un système de relations qu'ils peuvent représenter par des diagrammes. [...] La façon dont ils pouvaient raisonner sur les relations à partir de leurs diagrammes était absolument comparable à un bon exposé scientifique donné dans une salle de conférence. J'ai également recueilli [à Malekula] certaines expressions de compétences mathématiques. Lorsque j'aurai rassemblé mes matériaux, j'espère être en mesure de prouver que les autochtones sont capables d'une pensée assez abstraite.

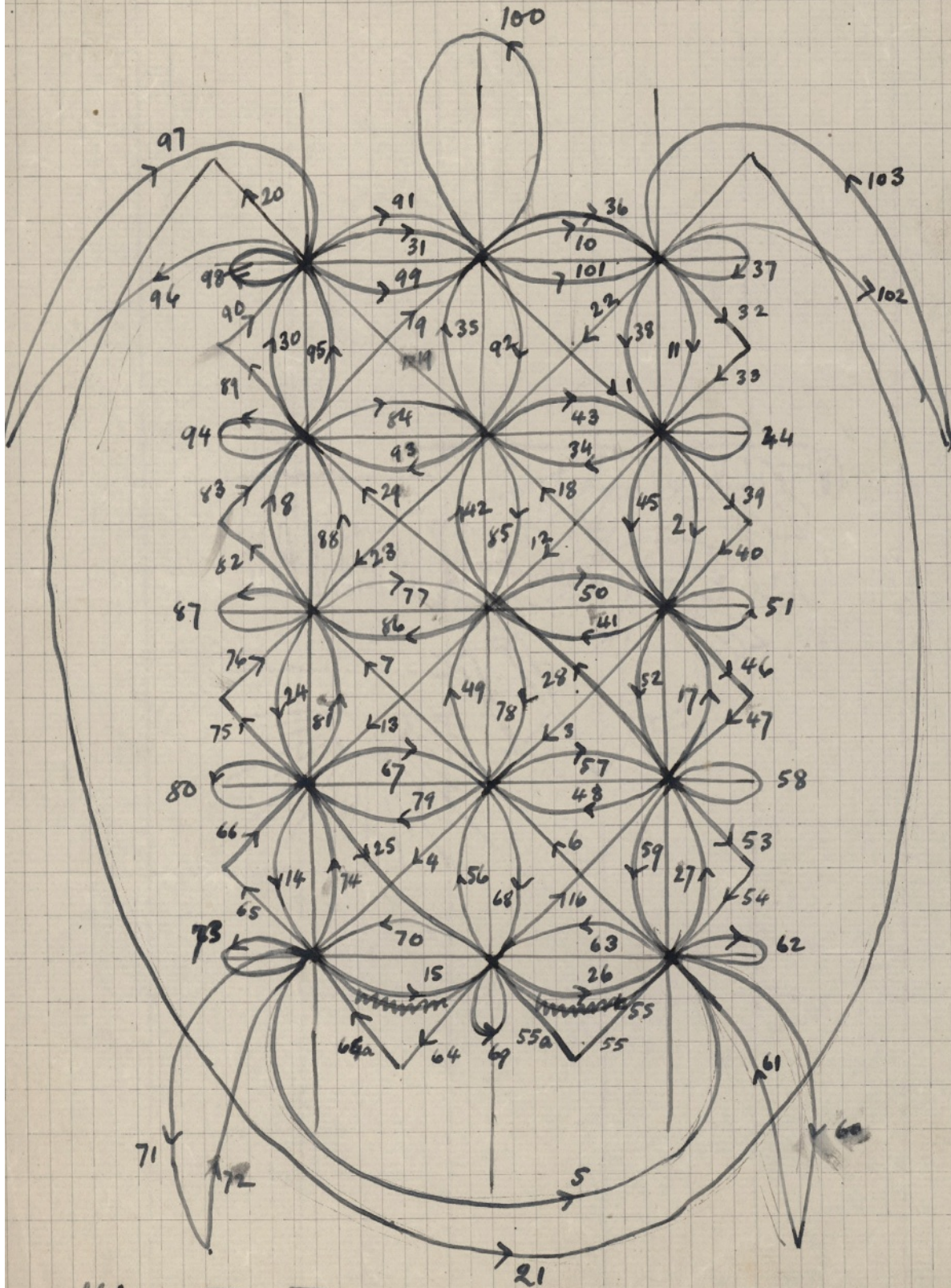
Victime de complications du paludisme, Deacon décéda peu de temps après sur l'île de Malekula et n'eut pas l'occasion de développer son propos. Toutefois, ses notes ethnographiques nous indiquent que ces «expressions >

Ce croquis de tortue représente l'un des nombreux dessins sur le sable que le jeune anthropologue britannique Bernard Deacon recopia dans ses carnets de notes pendant son voyage dans l'archipel de l'actuel Vanuatu, dans le Pacifique sud (celui-ci sur l'île Ambrym), dans les années 1920. Ces dessins sont formés d'une ligne continue, que les nombres indiqués sur le schéma permettent de reproduire.

MS 94/7/20

AMBRYIN GEOMETRICAL FIGURES NI.

20



HI = The Turtle

> de compétences mathématiques» étaient liées à la pratique locale des *geometrical drawings* – dessins tracés en continu sur le sable. Quant à la structure des liens de parenté mentionnée dans cette lettre, elle sera comparée quelques décennies plus tard à celle d'un objet mathématique, le groupe diédral...

De fait, Deacon semble avoir été l'un des premiers anthropologues à suggérer une dimension mathématique propre à des activités pratiquées dans des sociétés de tradition orale. Il faudra toutefois attendre près d'un demi-siècle avant que n'émerge «l'ethnomathématique» en tant que champ de recherche consacré à l'étude des pratiques et des savoirs mathématiques manifestés dans la mise en œuvre de diverses activités, en dehors des seules institutions académiques ou scolaires.

Pourquoi anthropologues, mathématiciens et historiens des sciences ont-ils tant tardé à interroger plus avant la manifestation de «compétences mathématiques» dans des pratiques telles que les productions textiles, la navigation, la divination, les jeux, observées pourtant bien des années plus tôt – surtout à partir du XIX^e siècle – dans des sociétés de tradition orale? Les principaux facteurs explicatifs sont sans doute à rechercher dans les prémices mêmes d'une anthropologie des mathématiques et leur ancrage profond dans une perspective évolutionniste.

L'ART DE COMPTER CHEZ LES «PRIMITIFS»

Parmi les premiers ethnologues, qui se consacrèrent à l'étude des sociétés non occidentales, plusieurs se sont intéressés à des pratiques identifiées comme mathématiques, telles que le fait de compter, de calculer ou de mesurer. C'est ainsi que dès la fondation de l'anthropologie sociale et culturelle, au cours de la seconde moitié du XIX^e siècle, l'étude de ces pratiques est venue étayer son projet: la comparaison des sociétés humaines.

En effet, dans l'un de ses travaux ayant contribué à la constitution de ce champ disciplinaire, le Britannique Edward Tylor consacre un chapitre à «l'art de compter» dans diverses sociétés non occidentales. Son intérêt pour la comparaison des systèmes de numération s'inscrit dans une perspective théorique au cœur de son ouvrage *Primitive Culture. Researches into the Development of Mythology, Philosophy, Religion, Language, Art, and Custom* (1871), qui postule que les sociétés humaines évoluent de façon linéaire en passant par trois stades principaux de développement: la sauvagerie, la barbarie et la civilisation. Si Tylor entend mettre en perspective les façons de compter relevées dans des sociétés réputées «primitives», c'est avant tout avec l'idée que cette comparaison offre une illustration du schéma théorique de

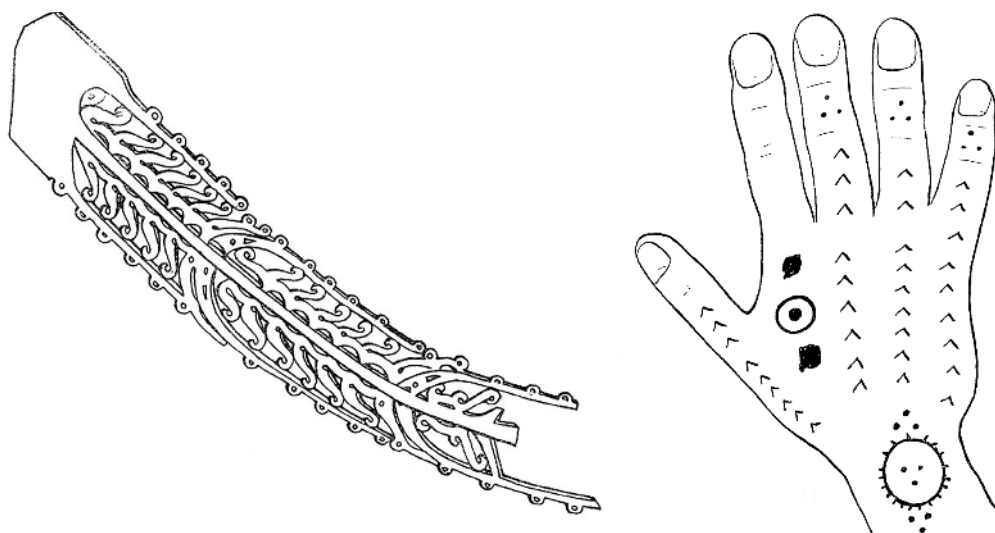
l'évolutionnisme, suggérant comment les systèmes numériques présents «à l'état rudimentaire dans les tribus sauvages» se sont développés au travers d'«inventions rationnelles», «jusqu'à devenir ceux que nous [Occidentaux] utilisons».

Sur la base d'informations collectées par des ethnographes, missionnaires et voyageurs, celui qui devint en 1896 le premier professeur d'anthropologie de l'université d'Oxford opère ici une classification. Il distingue les sociétés où l'on nomme les grands nombres et en fait usage (en reconnaissant chez certaines, notamment celles des îles Tonga, dans l'océan Pacifique, et plusieurs groupes d'Afrique de l'Ouest, l'expression de compétences «exceptionnelles» dans les modes de comptage), et celles où prévalent des systèmes de numération à petits nombres, et qui ont parfois développé des méthodes gestuelles leur permettant de compter bien au-delà (voir l'encadré ci-dessous).

Dans les premières décennies du XX^e siècle, la question des traits communs et des spécificités culturelles des systèmes de numération était souvent au cœur des travaux d'anthropologues s'intéressant aux pratiques mathématiques. Parmi les quelques études qui ont plus particulièrement préfiguré le développement d'une approche ethnomathématique, celle de l'anthropologue allemand Otto Raum sur les systèmes de numération caractéristiques de l'aire linguistique bantoue apparaît pionnière. Fils d'un missionnaire de la Leipzig Mission Society, Raum naquit à Mochi, près du mont Kilimandjaro, où il apprit dès son enfance la langue chaga (dialecte bantou). Avant de poursuivre des études

COMPTER JUSQU'À 5... ET AU-DELÀ

Il ne semble pas exister de sociétés sans nombre. Néanmoins, comme l'avait déjà noté l'anthropologue Edward Tylor au XIX^e siècle, la complexité des systèmes numériques varie d'une société à l'autre. Ce phénomène est probablement le résultat d'un intérêt pour la quantification – ou de la nécessité de quantifier – variable d'un groupe social à l'autre. Certaines sociétés ont développé des systèmes numériques complexes pour se représenter le monde: la cosmogonie des Iqwaye, en Papouasie-Nouvelle-Guinée, est par exemple en relation directe avec un système de numération corporelle permettant la représentation de très grands nombres, ainsi que l'a montré l'anthropologue Jadran Mimica en 1988. D'autres sociétés de tradition orale utilisent quant à elles des systèmes de numération «à petits nombres», tels les Mundurukù, en Amazonie brésilienne, qui possèdent cinq noms de nombres (1 à 5). En 2004, le psychologue cognitiviste Stanislas Dehaene et ses collègues ont montré que si les Mundurukù ne comptent pas au-delà de 5, ils sont néanmoins capables de comparer, additionner et soustraire, de façon approchée, des quantités qui dépassent de loin leur lexique numérique.



Au tournant du ^{xx}e siècle, plusieurs anthropologues ont identifié des savoirs géométriques dans certaines pratiques des sociétés non occidentales, comme la réalisation des ornements des pirogues en Nouvelle-Guinée (à gauche, le motif d'une proue observé par l'ethnologue britannique James Hornell en 1918 lors d'un voyage dans la baie Humboldt), ou celle de tatouages en Égypte (à droite, un tatouage reproduit par le psychologue Charles Myers lors d'un voyage en 1902).

doctorales en anthropologie à l'université de Londres, il fut missionnaire et éducateur, de 1928 à 1934, à la Teachers Training School, à Marangu, dans le nord de l'actuelle Tanzanie.

C'est à cette époque qu'il étudia les usages des systèmes numériques vernaculaires, perceptibles dans des pratiques quotidiennes diverses comme la construction de huttes ou les transactions sur le marché, dans la perspective d'améliorer l'enseignement de l'arithmétique à destination des élèves locaux. Soulignant de façon novatrice l'eurocentrisme qui domine alors l'enseignement des mathématiques, son ouvrage *Arithmetic in Africa* (1938) fait valoir la nécessité de prendre en compte le « contexte culturel » et d'y prendre appui pour enseigner cette discipline.

DES ARTEFACTS GÉOMÉTRIQUES

Si les anthropologues de la fin du ^{xix}e et du début du ^{xx}e siècle se sont surtout intéressés aux systèmes de numération et aux modes de calcul, quelques-uns ont identifié certaines pratiques liées à la création d'artefacts – masques, vanneries, poteries, tatouages, ornements – comme impliquant des savoirs géométriques. Ils ont ainsi relevé la prédominance de motifs « géométriques » et de combinaisons de motifs – voire l'expression d'un « art géométrique ornemental élaboré » – dans différents artefacts de sociétés d'Afrique du Nord (vannerie et poterie kabyles, maroquinerie des Touaregs et des Haoussas), d'Amérique centrale (poterie costaricaine) ou de Mélanésie (ornements de pirogues en Nouvelle-Guinée).

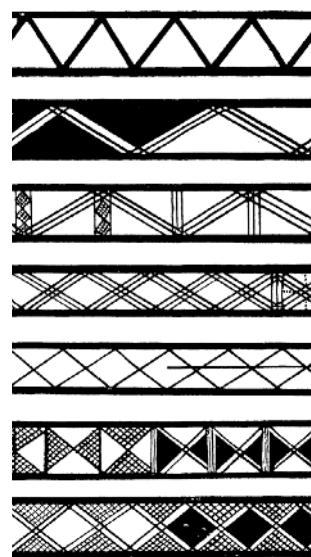
Dans l'ensemble, cependant, peu d'ethnologues de l'époque se sont attachés à décrire les processus de création de ces artefacts et à

en expliciter la dimension procédurale, susceptible de révéler des usages algorithmiques particuliers. Le travail de William Rivers et Alfred Haddon paraît à cet égard novateur, puisqu'ils proposèrent, en 1902, une méthodologie permettant d'enregistrer les étapes de construction des figures de ficelle, à partir de leur observation de cette pratique dans les îles du détroit de Torres, au sud de la Papouasie-Nouvelle-Guinée (voir l'encadré page 76).

Pour autant, ni Rivers ni Haddon ne semblent avoir établi un lien entre la réalisation de figures de ficelle et une activité d'ordre mathématique, ou du moins aucun d'eux ne l'a explicité sur un mode comparable à ce que Bernard Deacon a suggéré vingt-cinq ans plus tard à propos des dessins sur le sable.

À un autre niveau, et bien que cela apparaisse marginal, on décèle aussi dans quelques travaux de mathématiciens du ^{xix}e siècle et du début du ^{xx}e les prémices d'une reconnaissance du caractère mathématique de diverses activités étudiées ou rapportées par des ethnologues. Par exemple, Rouse Ball, mathématicien de Cambridge, décrit la réalisation des figures de ficelle comme un divertissement « mathématique » et lui consacra un chapitre de son livre *Mathematical Recreations and Essays* (1911).

Néanmoins, tant chez les mathématiciens que chez les anthropologues, l'identification d'aspects mathématiques dans les activités des sociétés « sans écriture » est restée tributaire d'une perspective évolutionniste, et ce jusqu'aux premières décennies du ^{xx}e siècle. On étudiait essentiellement les systèmes de numération recueillis dans ces sociétés comme des indices d'un stade archaïque de développement. L'analyse comparée qu'en fit le mathématicien



Un autre exemple de savoirs géométriques : les motifs des poteries kabyles, tels ceux-ci, observés à l'aube du ^{xx}e siècle.

> américain Levi Conant dans son ouvrage *The Number Concept* (1896) en témoigne : arguant que dans ces sociétés, les nombres sont nommés à l'aide de termes se référant à des parties du corps et donc ancrés dans une réalité « concrète », il affirma que ces systèmes relevaient de proto-mathématiques dénuées d'abstraction.

LA PENSÉE PRÉLOGIQUE

Ces idées ont constitué un obstacle majeur à l'identification de savoirs mathématiques dans ces sociétés non occidentales. Parallèlement, et jusqu'au milieu du ^{xx} siècle, la théorie de la « pensée prélogique » du philosophe et sociologue Lucien Lévy-Bruhl a aussi considérablement influencé les débats sur les formes de pensée ou de logique des peuples « sans écriture ».

Titulaire de la chaire d'histoire de la philosophie moderne de la Sorbonne et futur cofondateur, avec Marcel Mauss et Paul Rivet, de l'institut d'ethnologie de l'université de Paris, Lucien Lévy-Bruhl a présenté sa théorie dans deux ouvrages publiés en 1910 et 1922. Cette théorie fait valoir que ceux dont la pensée apparaît régie par un « principe de participation », selon lequel un être peut être à la fois lui-même et autre

chose, ont une moindre capacité « à abstraire et à généraliser ». Pour Lévy-Bruhl, cette pensée est « prélogique » au sens où « elle ne s'astreint pas à s'abstenir de la contradiction ».

Si les sociologues et anthropologues, notamment Émile Durkheim, Marcel Mauss et Bronisław Malinowski, ont très tôt critiqué cette théorie, son influence a été durable sur les historiens et philosophes des sciences. De fait, divers travaux visant à comparer l'émergence de « la science » d'une civilisation à une autre l'ont invoquée. En 1937, l'historien Abel Rey, par exemple, a fait valoir la prégnance d'une mentalité prélogique en Chine pour arguer du manque d'abstraction et de précision caractérisant – selon lui – la science chinoise ; par contraste, la science occidentale résultait à ses yeux du développement d'une pensée logique et rationnelle, en rupture avec le prélogisme primitif. Ces approches inspirées des travaux de Lévy-Bruhl ont sans doute contribué à entretenir un certain désintérêt de la majorité des mathématiciens de l'époque pour les sociétés non occidentales.

À partir de la seconde moitié du ^{xx} siècle cependant, les anthropologues ont commencé à s'intéresser d'une tout autre manière à la

UNE BIOLOGIE DES JEUX DE FICELLE

En 1888, Alfred Haddon, alors professeur de zoologie au Royal College of Science de Dublin, partit étudier la structure et la faune des récifs coralliens du détroit de Torres (Pacifique sud, Océanie). Lors de cette recherche naturaliste, il fut frappé par l'apparente déperdition des savoirs des habitants de la région depuis l'arrivée des Européens. Cette perception l'incita à engager aussitôt des recherches ethnographiques afin de documenter des pratiques, des savoirs et des systèmes de croyances qui lui paraissaient menacés.

À son retour en Grande-Bretagne, Haddon entreprit une étude comparée des « arts primitifs » océaniques, en inscrivant son travail dans

l'approche théorique de la « biologie des images ».

Le projet de ce courant disciplinaire (dont la paternité est généralement attribuée à l'archéologue Augustus Pitt Rivers) était d'étudier « l'évolution et la distribution géographique des formes dans les arts primitifs », de manière comparable à l'étude des êtres vivants dans la théorie darwinienne de l'évolution.

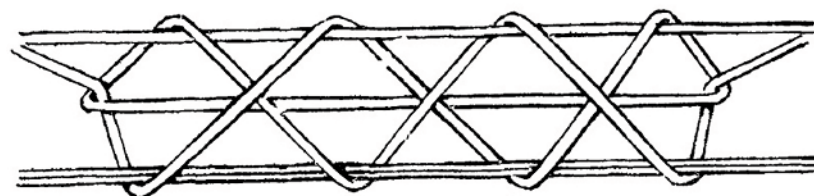
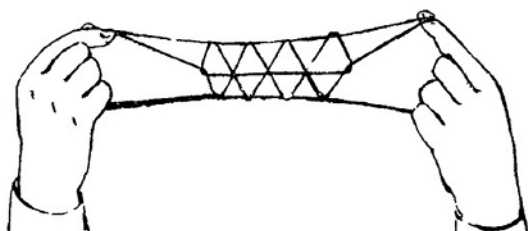
Si Haddon s'intéressa aux jeux de ficelle très élaborés des îliens du détroit de Torres dès sa première visite en 1888, c'est au cours de l'expédition anthropologique menée sous sa direction dans la région, en 1898, qu'il s'efforça de noter les méthodes de construction d'une trentaine de figures de ficelle, en collaboration avec l'anthropologue, neurologue, et psychiatre britannique William Rivers. Tous deux élaborèrent une nomenclature permettant d'enregistrer les différentes étapes de réalisation d'un jeu de ficelle.

La publication de cette recherche, en 1902, incita d'autres ethnographes à collecter de tels jeux dans diverses sociétés ; en témoignent les nombreuses



collections de jeux de ficelle, fondées sur cette nomenclature, publiées au cours du ^{xx} siècle. Dans le contexte des théories diffusionnistes de l'époque et dans une perspective d'ethnologie comparée, l'un des principaux objectifs de ces collectes était de contribuer à mettre au jour des contacts entre différentes sociétés et les voies de migration suivies par certaines populations.

William Rivers (à gauche), Alfred Haddon (assis) et les autres membres de leur expédition dans les îles du détroit de Torres, en 1898.



En 1902, lors de leur voyage dans les îles du détroit de Torres, au sud de la Papouasie-Nouvelle-Guinée, William Rivers et Alfred Haddon enregistrèrent les différentes étapes de construction de nombreuses figures de ficelle, comme celle-ci, dite « de la clôture autour du puits ».

rationalité et à l'abstraction dans les sociétés «sans écriture», principalement à la faveur des travaux de Claude Lévi-Strauss. Ce dernier fonde son projet d'anthropologie structurale sur la prémisses d'une unité de l'esprit humain.

Dans deux ouvrages parus en 1962, *La Pensée sauvage* et *Le Totémisme aujourd'hui*, il offre une double critique des conceptions dominantes sur les modes de pensée dans les sociétés «sans écriture»: il réfute à la fois l'approche fonctionnaliste de Malinowski, qui suggère que ces formes de pensée sont pleinement «déterminées par les besoins fondamentaux de la vie» (subsistance, sexualité...), et la perspective lévy-bruhlienne selon laquelle la pensée «primitive» diffère fondamentalement de la pensée «moderne» en ce qu'elle serait «entièrement déterminée par l'émotion et les représentations mystiques».

Par opposition, Lévi-Strauss entend montrer que la pensée à l'œuvre dans ces sociétés peut être à la fois «désintéressée» (non utilitaire) et «intellectuelle». Dans *La Pensée sauvage*, il souligne ainsi «l'appétit de connaissance objective» qui constitue «l'un des aspects les plus négligés de la pensée de ceux que nous nommons "primitifs"». Il fait valoir que si cet appétit de connaissance objective «est rarement dirigé vers des réalités de même niveau que celles auxquelles s'attache la science moderne, il implique des démarches intellectuelles et des méthodes d'observation comparables».

L'entrée dans la seconde moitié du xx^e siècle marque ainsi l'amorce d'un tournant épistémologique chez les anthropologues quant à la façon d'aborder les formes de rationalité et de logique de peuples non occidentaux. Un tournant que l'on décèle aussi chez

des mathématiciens: c'est en s'appuyant plus significativement sur des travaux d'anthropologie que certains furent à l'origine du développement de l'ethnomathématique.

UNE MATHÉMATICIENNE AMÉRICAINE EN AFRIQUE

Les textes considérés comme fondateurs de l'ethnomathématique ont été publiés entre les années 1970 et 1980. En 1973 paraît d'abord l'ouvrage *Africa Counts. Number and Pattern in African Cultures*, de Claudia Zaslavsky, professeuse de mathématiques à New York, qui avait à cœur de proposer à ses élèves, majoritairement afro-américains, un enseignement fondé pour partie sur des matériaux africains. Dans cet essai consacré à des sociétés d'Afrique subsaharienne, Zaslavsky analyse, comme autant d'expressions d'une rationalité mathématique, différentes pratiques usuelles qu'elle a observées lors de ses séjours au Kenya et au Nigeria, relatives aux noms de nombres, à la structuration du temps, à l'architecture, aux motifs décoratifs ou encore à des jeux. Même si ses analyses peuvent sembler aujourd'hui peu approfondies, Zaslavsky a proposé une perspective novatrice (orientée, dans ses termes, vers les «sociomathématiques»), qu'elle a promue à l'université Columbia et qui a incité d'autres chercheurs à poursuivre dans cette voie.

Le terme «ethnomathématique» fut véritablement introduit dans les années 1980

Le terme «ethnomathématique(s)» fut véritablement introduit dans les années 1980, dans les travaux respectifs de la mathématicienne américaine Marcia Ascher et du mathématicien brésilien Ubiratàn D'Ambrosio, qui en proposèrent chacun une définition.

Ubiratàn D'Ambrosio est l'auteur du premier article dont le titre mentionne explicitement ce terme. Dans ce texte paru en 1985, il définit les «ethnomathématiques» comme les mathématiques pratiquées par les différentes sociétés ou tout groupe social pouvant être

> identifié au travers de traditions et d'objectifs communs, qu'il s'agisse de communautés rurales ou urbaines, de groupes de travailleurs, de classes professionnelles... L'objectif de D'Ambrosio est d'étudier les mathématiques pratiquées dans l'ensemble des groupes humains, à toutes les époques. Ce programme ambitieux consiste en ce sens en une anthropologie générale des concepts et des pratiques mathématiques.

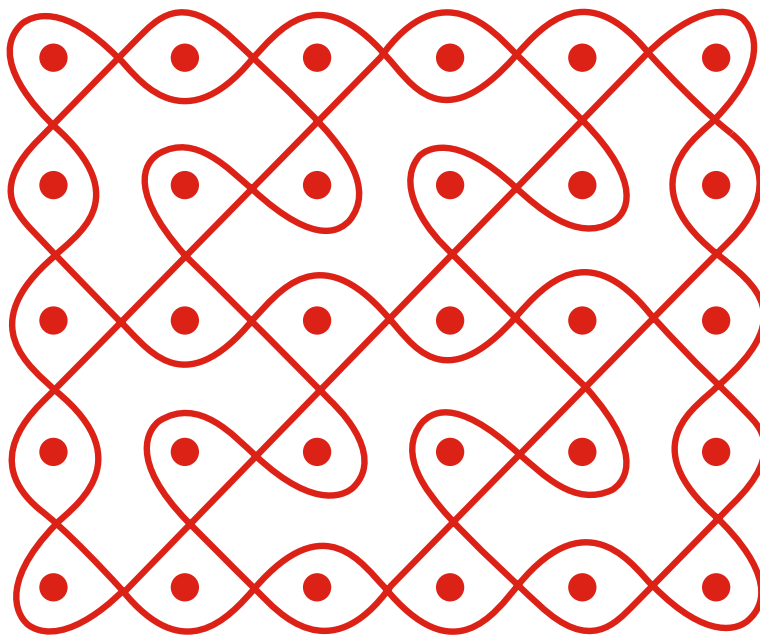
Au-delà de ses implications pour l'histoire et l'épistémologie des mathématiques, il a aussi des objectifs pédagogiques et politiques. Pour D'Ambrosio, il s'agit en effet de contribuer à refonder les cursus scolaires et à « restaurer la dignité des personnes » appartenant à des sociétés colonisées, en promouvant la reconnaissance et l'intégration de leurs pratiques mathématiques dans les enseignements.

L'ETHNOMATHÉMATIQUE SELON LES ÉPOUX ASCHER

C'est également au début des années 1980 que la mathématicienne américaine Marcia Ascher commence à esquisser les contours d'un programme d'« ethnomathématique » en proposant – avec son époux anthropologue, Robert Ascher – une analyse à la fois mathématique et anthropologique des *quipu* incas (un système d'écriture au moyen de nœuds le long de cordellettes). Publiée en 1981, cette étude incita les époux Ascher à poursuivre des recherches visant plus largement à étudier « les idées mathématiques des sociétés sans écriture », comme ils l'explicitèrent dans un article fondateur intitulé « Ethnomathematics », paru en 1986.

Dans son ouvrage *Ethnomathematics* (1991), où elle développe les objectifs de ce projet de recherche, Marcia Ascher précise ce qu'elle entend par « idées mathématiques », notion qu'elle utilise « pour échapper aux connotations occidentales du mot mathématiques » : il s'agit des « idées qui traitent de nombres, de logique, de configurations spatiales, et surtout de la combinaison ou l'agencement de ces composantes en systèmes ou structures ». Elle souligne que ces idées ne relèvent généralement pas d'une catégorie autochtone particulière, mais « peuvent être identifiées dans nombre de pratiques comme la navigation, les calendriers, les jeux, les relations de parenté, etc. ».

Parmi les travaux à l'origine de la constitution d'une approche ethnomathématique figurent aussi ceux du Hollandais Paulus Gerdes, professeur de mathématiques à l'université de Maputo, au Mozambique. Son approche, multiple, combine celles de D'Ambrosio et d'Ascher. Comme Ascher, il met au jour le caractère mathématique d'activités pratiquées dans des sociétés de tradition orale, telles que les dessins sur le sable des Tchokwe de l'Angola ; et comme D'Ambrosio, il tend



Dans les années 1990, les dessins sur le sable des Tchokwe de l'Angola, tel celui-ci, ont inspiré le mathématicien Paulus Gerdes tant pour concevoir des outils d'enseignement des mathématiques que pour élaborer de nouvelles questions mathématiques.

aussi à privilégier les enjeux pédagogiques de l'ethnomathématique, utilisant ses recherches pour élaborer des matériaux didactiques à destination des futurs enseignants de mathématiques africains. Par ailleurs, Gerdes amorce un travail novateur en montrant comment les idées qui émergent de l'étude des ethnomathématiques amènent à élaborer de nouvelles questions mathématiques.

Depuis, l'ethnomathématique est devenue un champ disciplinaire enseigné dans certaines universités. Si les premiers travaux, menés principalement par des chercheurs de formation mathématique, n'impliquaient que rarement une observation directe (ou participante), les ethnomathématiciens actuels empruntent plus souvent aux méthodes de l'ethnographie pour fonder leurs analyses.

Parallèlement, des chercheurs en sciences humaines comme Fabienne Wateau, Gary Urton, Sophie Desrosiers et Perig Pitrou témoignent d'un intérêt renouvelé pour l'étude ethnologique des systèmes de numération et de mesure ou d'activités à caractère géométrique et algorithmique telles que le tissage ou le tressage de vanneries : ils entendent notamment interroger les spécificités culturelles de ces pratiques. Quant au rôle didactique de ces activités, il est désormais au cœur des discussions sur l'éducation mathématique dans les sociétés autochtones. Espérons que ces différentes approches de l'ethnomathématique contribueront à une vision moins ethnocentrée des mathématiques. ■

BIBLIOGRAPHIE

E. Vandendriessche et C. Petit, **Des prémices d'une anthropologie des pratiques mathématiques à la constitution d'un nouveau champ disciplinaire : l'ethnomathématique**, *Revue d'histoire des sciences humaines*, vol. 31, pp. 189-219, 2017.

M. Ascher, **Ethnomathematics : A Multicultural View of Mathematical Ideas**, Brooks and Cole Publishing Company, 1991.

O. Raum, **Arithmetic in Africa**, Evans Brothers, 1938.

ÈME
29^{3/4}

FESTIVAL
D'ASTRONOMIE
DE FLEURANCE (GERS)
DU 7 AU 14 AOÛT 2020

À LA FOIS
RÉEL & VIRTUEL
LE FESTIVAL S'ADAPTE



R

ENDEZ-VOUS

P.80 Logique & calcul
 P.86 Art & science
 P.88 Idées de physique
 P.92 Chroniques de l'évolution
 P.96 Science & gastronomie
 P.98 À picorer

DANS LES ARCANES DES TRIPLETS PYTHAGORICIENS

La géométrie des triangles rectangles a entraîné l'arithmétique des triplets pythagoriciens, connus depuis au moins deux millénaires. Ces triplets suscitent de nombreuses questions, qui ne sont pas toutes résolues.

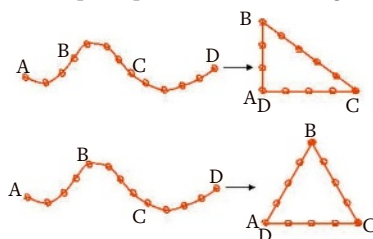
L'AUTEUR



JEAN-PAUL DELAHAYE
 professeur émérite
 à l'université de Lille
 et chercheur au
 laboratoire Cristal
 (Centre de recherche
 en informatique, signal
 et automatique de Lille)

P our disposer d'un angle droit, on prend une feuille de papier au bord bien rectiligne et on replie le bord sur lui-même, ce qui produit un pli orthogonal au bord et crée donc un angle droit parfait. Mais comment s'y prendre si, à la place d'une feuille, on n'a sous la main qu'une corde? La solution, aussi connue que merveilleuse, associe arithmétique et géométrie et illustre la profondeur magique des mathématiques. La solution, dont on ignore qui l'imagina en premier, procède en quatre étapes (schéma ci-dessous) :

- En faisant des nœuds ou à l'aide d'un crayon, on marque sur la corde deux points dont l'écart fixera l'unité de longueur.
- En tendant la corde et en la repliant, on crée 11 autres marques sur la corde, distantes deux à deux d'une unité.
- En utilisant ces 13 marques, on repère alors quatre points A, B, C et D séparés de 3 unités, puis de 4, puis de 5.
- On fait coïncider A et D et on tend la corde, ce qui donne un triangle rectangle en B (on va voir pourquoi) et donc un angle droit.



Cette corde est dénommée «corde à treize nœuds» ou «corde des druides». On peut avec

la même corde obtenir un triangle équilatéral en prenant cette fois des points A, B', C' et D de façon qu'il y ait 4 unités de longueur entre A et B', entre B' et C' et entre C' et D. On fait coïncider A et D, on tend la corde et, bien évidemment, le triangle ABC est équilatéral, ce qui donne des angles de 60°.

Ce type de manipulations était vraisemblablement utilisé au Moyen Âge par les bâtisseurs des cathédrales. On prétend parfois que les Égyptiens ont utilisé la corde à treize nœuds, mais, selon les historiens spécialistes comme Eli Maor (*voir la bibliographie*), rien ne l'atteste avec certitude.

LE PLUS VIEUX THÉORÈME?

La méthode de la corde repose sur ce qui est peut-être le plus ancien et fameux théorème, le théorème de Pythagore :

«Le carré de la longueur de l'hypoténuse d'un triangle rectangle est égal à la somme des carrés des longueurs des deux autres côtés.»

Plus précisément, la méthode de la corde à treize nœuds utilise la réciproque du théorème : «si le carré de la longueur d'un côté d'un triangle est égal à la somme des carrés des longueurs des deux autres côtés, alors ce triangle est rectangle et son hypoténuse est le plus grand côté.»

Pour le premier triangle, on a $3^2 + 4^2 = 9 + 16 = 25 = 5^2$, ce qui justifie la méthode, mathématiquement aussi parfaite que la méthode de la feuille repliée. Notons que la corde sera plus pratique que la feuille pour dessiner des motifs géométriques dans un jardin, sur un champ ou pour contrôler la géométrie d'un édifice dont on veut que les murs ➤



Jean-Paul Delahaye a notamment publié : **Les mathématiciens se plient au jeu**, une sélection de ses chroniques parues dans *Pour la Science* (Belin, 2017).