

Anthropologie des nombres et ethnomathématique

Éric Vandendriessche

Université Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, Sciences-Philosophie-Histoire, UMR 7219, CNRS, F-75205 Paris, France

eric.vandendriessche@univ-paris-diderot.fr

Pour cette conférence organisée au Collège de France par la revue « L'Homme », en hommage à Claude Lévi-Strauss (1908-2009), l'anthropologue brésilienne Aparecida Vilaça a choisi – selon ses propres termes – « une entrée peu habituelle, à savoir les mathématiques ». Comme l'a rappelé la conférencière, il s'agit néanmoins d'un thème « cher à Lévi-Strauss », qui percevait les mathématiques contemporaines (ou « modernes ») comme étant potentiellement génératrices de nouveaux résultats dans le champ des sciences humaines (Lévi-Strauss, 1956, 1971 : 567-570). Mais, de fait, ce n'est pas cet aspect de la relation entre anthropologie et mathématiques dont il a été question dans cette conférence. Aparecida Vilaça y a présenté une « autre mathématique, celle des indigènes », et, plus particulièrement, les « étranges particularités » des systèmes numériques à l'œuvre dans certaines sociétés autochtones. L'enjeu est ainsi de « comprendre l'esprit de chaque système arithmétique sans imposer nos catégories, en les reliant aux pratiques et croyances des peuples concernés ». Le projet d'Aparecida Vilaça rejoint en ce sens celui du jeune champ interdisciplinaire – désigné aujourd'hui sous le nom d'ethnomathématique –, qui vise à étudier les variations culturelles des concepts et savoirs mathématiques, et tout particulièrement de ceux élaborés en dehors des domaines savants et institutionnels.

C'est sous cet angle que je ferai ici quelques commentaires, – à la demande de la revue L'Homme –, sur l'intervention d'Aparecida Vilaça. Dans ces quelques pages, je commencerai par rappeler les grandes lignes du projet de l'ethnomathématique, tel qu'il s'est constitué depuis les années 1970, et dont les prémices sont de fait perceptibles dès le 19^e siècle (Vandendriessche & Petit 2017). Dans un second temps, nous verrons comment certains passages de la conférence invitent à croiser les perspectives disciplinaires pour mieux saisir la nature des liens entre les mathématiques et les contextes culturels dans lesquels elles sont pratiquées.

Les nombres : de l'anthropologie à la philosophie

Les systèmes de numération des sociétés orales (point d'entrée de la conférence) ont intéressé très tôt les anthropologues, comme en témoigne le chapitre intitulé « The Art of Counting » de l'ouvrage fondateur d'Edward Tylor (1871). Dans l'ensemble cependant, et jusqu'aux premières décennies du 20^e siècle au moins, l'identification des aspects mathématiques propres à des activités pratiquées dans des sociétés orales est restée tributaire d'une perspective évolutionniste chez les anthropologues comme chez les mathématiciens (Lucas 1893, Conant 1896...). Les systèmes de numération non-occidentaux, recueillis par les premiers anthropologues furent analysés pour l'essentiel comme des indices d'un stade archaïque de développement censément caractéristique de ces sociétés.

Ces systèmes de numération (non-occidentaux) ont également été étudiés dans le champ de la philosophie au début de 20^e siècle (Lévy-Bruhl 1910, Brunshvicq 1912...). Comme le rappelle Aparecida Vilaça (p. 11), nous devons au philosophe Lucien Lévy-Bruhl (1857-1939) un

chapitre intitulé « La mentalité prélogique dans ses rapports avec la numération » (1910 : 202-257), consacré aux systèmes numériques des sociétés ‘sans écriture’. Lévy-Bruhl établit de fait un lien entre la nature des mathématiques pratiquées dans les sociétés primitives et la mentalité – qualifiée de « prélogique » – qui selon lui les régit¹. Dans ce chapitre, si Lévy-Bruhl n’emploie pas explicitement l’expression « mathématique concrète » utilisée par Aparecida Vilaça (p. 11-12), il y introduit la notion de « numération concrète », dans le sens où, contrairement à la pensée logique, la mentalité prélogique ne disposerait pas de concepts abstraits, et ainsi, ne permettrait pas aux « primitifs » d’abstraire le nombre des objets comptés, en le détachant de « ce dont il est le nombre » (1910 : 219-220). Ces numérations seraient davantage en « relation avec le monde sensible et avec le corps » (Vilaça : 12), et donc conceptuellement ancrées dans une réalité concrète.

Bien qu’ayant eu le mérite d’attirer l’attention sur le thème jusqu’alors négligé des modes de pensée ou de raisonnement propres à des sociétés sans écriture, de manière générale, néanmoins, la prégnance des théories évolutionnistes, puis de celle relative à la « mentalité primitive », semble avoir durablement empêché l’identification de véritables savoirs mathématiques dans les sociétés étudiées par les ethnologues du 19^e et du début du 20^e siècle² (Vandendriessche & Petit 2017 : 195-200).

A ma connaissance, Claude Lévi-Strauss ne s’est pas directement intéressé aux « mathématiques indigènes » – hormis peut-être dans ce passage consacré à la décade (1968 : 272-283) qui a retenu l’attention de notre conférencière. Néanmoins, il est manifeste que la question des formes de rationalité à l’œuvre dans des sociétés ‘autres’ commencera à être posée d’une toute autre manière à partir de la seconde moitié du 20^e siècle, et notamment à la faveur des travaux du fondateur de l’anthropologie structurale (Lévi-Strauss 1962). C’est dans ce contexte, qu’à partir des années 1970/80, des mathématiciens, prenant significativement appui sur des travaux (voire des méthodes) de l’anthropologie, seront à l’origine du développement de l’ethnomathématique.

L’ethnomathématique

Si quelques travaux publiés dans les années 1970 sont considérés comme précurseurs de ce champ (Zaslavsky 1973...), le terme ‘ethnomathématique(s)’ ne fut cependant introduit véritablement que dans les années 1980 par la mathématicienne américaine Marcia Ascher (1935-2013) et le mathématicien brésilien Ubiratan D’Ambrosio (1932-), qui proposèrent chacun une conception de l’« ethnomathématique » et/ou des « ethno-mathématiques ». Pour D’Ambrosio, il s’agit d’étudier les mathématiques pratiquées dans l’ensemble des groupes humains (sociétés autochtones, communautés rurales ou urbaines, de groupes de travailleurs, de classes professionnelles, ou de groupes de pairs...), et à toutes les époques (D’Ambrosio

¹ Cette théorie de la « pensée prélogique » attribuée aux membres des sociétés « primitives » fait valoir une moindre capacité « à abstraire et à généraliser » chez 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. Lévy-Bruhl qualifie cette pensée de « prélogique » au sens où « elle ne s’astreint pas avant tout à s’abstenir de la contradiction » (1910, 79) : elle ne se soumet pas au principe de non-contradiction qui régit la logique scientifique.

² Notons que la prégnance des théories évolutionnistes est encore perceptible dans nombre de travaux de mathématiciens contemporains (Ifrah 1994, Guitel 1975...), qui décrivent une histoire unilinéaire des nombres dont les constructions les plus élaborées seraient réservées aux sociétés les plus ‘avancées’. Voir à ce sujet la critique de Danièle Dehouve (2011 : 17-25).

1985 : 45). Au-delà de ses implications pour l'histoire et l'épistémologie des mathématiques, le « programme (d'étude des) ethnomathématiques » (1999 : 50) a avant tout des objectifs pédagogiques et politiques (D'Ambrosio 2001, 2007). Il s'inscrit en effet dans une réflexion sur la décolonisation et la recherche de réelles possibilités d'évolution sociale pour les subordonnés et les marginalisés (Vandendriessche & Petit 2017 : 201-202).

Le projet de recherche en ethnomathématique de Marcia Ascher vise plus particulièrement à étudier les « idées mathématiques »³ telles qu'elles se développent dans des sociétés « traditionnelles » ou « small scale cultures » (1998 : 14). Si ces idées ne relèvent généralement pas d'une catégorie autochtone particulière, elles peuvent être identifiées – et étudiées – dans nombre de pratiques comme la navigation, les calendriers, la décoration, les jeux, les liens de parenté, etc. »⁴ (1998 : 13 et 219).

Ces travaux fondateurs ont de fait ouvert la voie vers la constitution d'un véritable champ de recherche interdisciplinaire, – structuré autour de différentes thématiques à la croisée de plusieurs disciplines (éducation mathématique, anthropologie-sociologie, philosophie-épistémologie, histoire des sciences) –, qui tend à s'institutionnaliser au sein de nombreuses universités, américaines (au Brésil notamment), océaniques, et africaines (Vandendriessche & Petit 2017: 208-212).

Si les premières études menées dans ce champ, principalement par des chercheurs de formation mathématique, ont été souvent engagées sur la base de publications secondaires (et non d'études directes), les ethnomathématiciens actuels – toujours mathématiciens de formation pour beaucoup – entendent plus souvent recourir à des méthodes de l'ethnographie, pour mieux identifier les procès et savoirs impliqués dans des pratiques qui semblent présenter un caractère mathématique (Vellard 1988, Eglash 1999, Chemillier 2007, Vandendriessche 2015, Tiennot, 2015, Mafra & Fantinato 2016...). Parallèlement, ces dernières décennies, un certain nombre de chercheurs en sciences humaines ont témoigné d'un intérêt renouvelé pour l'étude ethnologique ou anthropologique des systèmes de numération et de mesure (Mimica 1988, Lean 1992, Crump 1995, Wateau 2001, Urton 1997, Dehouve 2011, Pitrou 2015... et Vilaça dans ce volume), ou d'activités à caractère géométrique et algorithmique (comme le tissage ou le tressage de vanneries : Guss 1989, MacKenzie 1991, Desrosiers 2012...)⁵.

³ Dans l'ouvrage *Ethnomathematics: A multicultural view of mathematical ideas* (1991, traduction française 1998), Ascher définit plus précisément ce qu'elle entend par « idées mathématiques » ; expression qu'elle introduit « pour échapper aux connotations occidentales du mot *mathématiques* » (1998 : 14). Il s'agit dans sa perspective 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 » (1998 : 13 et 219).

⁴ Notons que la philosophie – et la philosophie des mathématiques en particulier – n'offre pas à ce jour de critères précis permettant de caractériser une pratique comme relevant des mathématiques (lorsque celle-ci n'est pas reconnue comme telle par celles et ceux qui la pratiquent notamment). Néanmoins, les activités de comptage/mesure sont plus spontanément incluses dans le corpus des mathématiques par les philosophes et historiens de cette discipline, que ne le sont des activités à caractère géométrique (telles que la confection de sacs bouclés dans le Chaco, les dessins sur le sable du Vanuatu, ou encore les jeux de ficelle de Papouasie-Nouvelle-Guinée).

⁵ Au cours des dernières décennies, et particulièrement en Amérique du Nord et du Sud, en Afrique, et en Océanie, certains anthropologues ont participé à des projets de recherche parallèles visant à documenter les connaissances mathématiques autochtones. Ces projets ont le plus souvent été engagés dans une perspective didactique, dans le but de produire du matériel pour les écoles/enseignants autochtones (Pinxten, van Dooren & Soberon 1987, Cabalzar 2012, Lipka & Koester and al. 2015...).

Ces travaux – dont certains semblent avoir nourri la réflexion d’Aparecida Vilaça – suggèrent que croiser plus loin des approches ethnographiques, ethnomathématiques, et anthropologiques, est une voie à privilégier pour étudier des activités impliquant des savoirs et des concepts (ethno-)mathématiques, et les saisir dans leurs inscriptions dans des systèmes sociaux et symboliques spécifiques⁶. Je suis convaincu que cette approche pourrait offrir à terme de nouvelles perspectives sur les questions anthropologiques concernant l’universalité et les variations culturelles de l’activité mathématique.

Quand « $1 + 1 \neq 2$ »

L’exemple emprunté à Mariana K. L. Ferreira (1997, 2014) par Aparecida Vilaça (p. 5 et 48) est sur ce point tout à fait révélateur. Mariana Ferreira est actuellement Professeur d’anthropologie à la « School of Humanities and Liberal Studies » (San Francisco State University). Certains de ses travaux – sur les pratiques mathématiques de sociétés autochtones amazoniennes – ont eu un écho important dans le champ de l’ethnomathématique (Feirrer 2014, préface de D’Ambrosio : xi-xiv). Dans les années 1980, elle enseigna les mathématiques et le portugais à l’école Diauarum fondée par les Juruna, Suyá, et Kayabi, dans le parc du Xingu (Mato Grosso, Brésil central). C’est dans ce contexte, qu’elle analysa des raisonnements arithmétiques ‘traditionnels’ paraissant aberrants du point de vue de l’arithmétique qu’elle était venue enseigner (Feirrer 1997).

Comme le rappelle Aparecida Vilaça, c’est la prise en compte du « système de réciprocité » à l’œuvre dans ces sociétés qui permet d’élucider les « étranges particularités » ou « dérivations aberrantes » que présentent – au premier abord – certains calculs. Dans ce contexte spécifique, le fait que le résultat de la différence ‘10-3’ soit annoncé égal à ‘13’ n’a finalement rien de surprenant (2014 : 48) : les règles de l’arithmétique Juruna, Suyá, et Kayabi ont été élaborées en relation avec cette pratique sociale impliquant que ‘donner’ n’entraîne pas ‘posséder moins’, et donc que soustraire une quantité à une autre a pour conséquence d’augmenter cette dernière.

Cette exemple tend à confirmer qu’étudier les pratiques numériques dans leurs liens avec des contextes culturels et symboliques spécifiques peut mener dans certains cas à la mise au jour de systèmes arithmétiques ‘autres’, structurés pour partie par des règles régissant la société. Notons qu’en retour ces études sont susceptibles d’aider les éducateurs à mieux appréhender les difficultés que peuvent rencontrer les enfants des sociétés autochtones dans leur apprentissage des mathématiques, tel qu’il est imposé par le monde globalisé (Feirrer 2014 : 50, Vandendriessche 2017).

La mise en évidence de pratiques mathématiques ‘autres’ mène également à s’intéresser à la façon dont des sociétés autochtones ont procédé pour concilier leurs (ethno-)mathématiques avec celles des colonisateurs (Ferreira 2014 : 52). On rejoint ici la question de recherche soulevée par Aparecida Vilaça qui vise « à comprendre comment [...] les Wari’ du Sud-Ouest amazonien brésilien font interagir leur façon de quantifier le monde avec celle des Blancs, dans des échanges commerciaux, dans les écoles des villages, ou, plus récemment, dans les licences universitaires interculturelles ». Concernant les nombres, notons que ces interactions ont parfois mené à l’élaboration de procédures complexes facilitant les nécessaires ‘aller et retour’ entre le

⁶ Plusieurs articles présentés dans le numéro « Ethnologie et mathématiques » de la revue *ethnographiques.org* s’inscrivent dans cette perspective : <http://www.ethnographiques.org/Numero-29-decembre-2014-Ethnologie>

système numérique décimal imposé par les colonisateurs et les systèmes de numération autochtones (Vellard 1988...).

Anthropologie et ethnomathématique

Dans son exposé, Aparecida Vilaça fait référence à l'ouvrage de l'anthropologue Gary Urton, « The Social Role of Numbers : A Quechua Ontology of Numbers and Philosophy of Arithmetic » (1997), dans le passage où est évoquée la façon dont les mathématiques se seraient constituées comme « le langage paradigmatique de l'Occident »⁷ (p. 2) notamment. Je profite de la mention de ce travail – devenu aujourd'hui un ouvrage de référence dans le champ de l'ethnomathématique – pour apporter ici quelques précisions. Dans les premières pages de ce livre, Urton s'intéresse aux contributions possibles de l'anthropologie aux mathématiques (« Anthropological's Potential Contribution to Mathematics », 1997 : 16-24) : la première contribution serait – selon lui – de questionner/interroger la conception platonicienne des mathématiques⁸ encore partagée par nombre de mathématiciens professionnels⁹. En mettant au jour une ontologie des nombres propre aux Quechua et en lien avec leur organisation sociale, Urton se demande pourquoi nier la « valeur de vérité » de ces principes de quantification « sous prétexte qu'ils produisent des valeurs numériques et formulations mathématiques qui ne s'accordent pas avec celles d'autres traditions mathématiques » (1997 : 18). L'universalité 'du' concept de nombre – cher aux mathématiciens, et dont certains perçoivent l'existence en dehors de l'esprit humain – serait ainsi profondément remis en question par l'étude des numérations 'autres'¹⁰. Si, comme le souligne l'anthropologue Stephen Chrisomalis (2009), nous manquons encore de critères précis pour évaluer la variabilité culturelle des nombres et questionner leur universalité, force est de constater que certaines études anthropologiques et ethnomathématiques (Crump 1990, Ascher 1991...) ont révélé des similarités et/ou des différences significatives dans la façon dont les sociétés quantifient le monde (2009 : 502).

⁷ Dans cette conférence, seul le développement occidental des mathématiques est considéré par Aparecida Vilaça, évoquant en particulier des liens entre christianisme et mathématiques, qui seraient - selon l'auteure - « plus proches qu'ils n'en ont l'air, si on considère que l'avènement du christianisme, dans la continuité de la philosophie grecque, a été décisif dans la définition de la notion de nature que, plus tard, est revenue aux mathématiques la tâche de décrire » (p. 3). Sur ce point, je rappellerai que depuis le 19^e siècle au moins, et le développement de la philosophie positive notamment, les mathématiques sont généralement considérées dans le monde occidental comme « l'instrument le plus puissant que l'homme puisse employer » pour expliquer les phénomènes naturels, sans en rechercher « des causes transcendantes, mais en étudiant leurs lois » (Comte [1830] 1905 : 92, 11-12). Enfin, la continuité entre philosophie grecque, christianisme, et mathématiques, apparaît de fait moins évidente si l'on prend en considération l'ensemble des savoirs et pratiques mathématiques, incluant ceux qui ont été développés dans d'autres contextes, époques, et civilisations, et leur circulation entre différentes aires culturelles (cf. projet ERC SAW – Science in Ancient World : <http://sawerc.hypotheses.org/>).

⁸ Comme le rappelle Urton, « cette théorie postule que les mathématiques 'découvrent' et valident des vérités logiques qui existent dans un état idéal et intemporel [...] Puisque, selon le Platonisme, les mathématiciens observent et décrivent une réalité qui existe au-delà de la sphère humaine, c'est-à-dire au-delà du domaine de l'expérience, de la variation, et du langage, cette réalité doit être décrite dans les mêmes termes indépendamment de différences culturelles et linguistiques qui distinguent une société d'une autre. De fait, le point de vue selon lequel les vérités mathématiques ne peuvent pas différer d'une culture à l'autre est un principe central de la vision platonicienne sur la réalité des nombres, des formes, des ensembles, etc. » (1997 : 16-17, ma traduction).

⁹ Voir par exemple (Changeux & Connes 2000).

¹⁰ Urton introduit les termes « ethno-nombres » (ethnonumbers) et « ethno-arithmétique » (ethnoarithmetic) pour souligner la variabilité culturelle du concept de nombre et de la numération (1997 : 8). Mariana Feirreira quant à elle emploie l'expression « socionumerical system » (2001) pour les mêmes raisons.

La seconde contribution de l'anthropologie aux mathématiques pourrait être – toujours selon Urton – de rendre compte de savoirs mathématiques encore inconnus dans le champ académique (Urton 1997 : 18-19). Il ne s'agirait plus – comme cela a souvent été le cas des premiers travaux ethnomathématiques – de mettre au jour des concepts et des pratiques 'mathématiques' (reconnus comme tels selon une perspective occidentale) dans des sociétés autochtones, mais d'étudier la façon dont des acteurs explorent (ou ont exploré) des configurations spatiales et/ou des systèmes numériques ou logiques, au travers d'activités techniques par exemple, guidés par leur propre conceptualisation du monde, du temps et de l'espace en particulier¹¹.

Il y a là un champ de recherche encore en chantier à la croisée de l'anthropologie et de l'ethnomathématique. Des recherches comparatives à grande échelle (menées avec cette double perspective) sont susceptibles de mettre en évidence des traits invariants et/ou distinctifs dans la façon dont les sociétés, de tradition orale en particulier, créent et mettent en œuvre des « idées mathématiques » (cf. Ascher 1998), et ainsi de faire progresser notre compréhension anthropologique de la nature de l'activité mathématique.

Conceptualisation de l'unité et de la paire

Pour conclure ces quelques réflexions inspirées par le propos d'Aparecida Vilaça, je reviendrai sur la question centrale de la conférence, relative à la façon dont les Wari' conceptualisent l'unité et la paire. Les Wari' font partie de ces nombreuses sociétés humaines (amazoniennes et aborigènes d'Australie notamment) qui utilisent/utilisaient des systèmes de numération dits 'à petits nombres', que certains mathématiciens qualifieraient volontiers de systèmes « rudimentaires » (p. 7), voire de systèmes « primitifs » (Boyer & Merzbach 2011...). De fait, l'ethnographie a montré que la complexité des systèmes numériques des sociétés orales varie significativement d'une société à l'autre (Mimica 1988, Pica & Lecomte 2008...). La question fondamentale est ici de mieux saisir cette variabilité culturelle de la numération. Au-delà de l'intérêt pour la quantification et/ou de la nécessité de quantifier qui pourrait différer d'un groupe social à l'autre, on peut chercher des indices sur le plan cognitif et/ou culturel dans le but de mieux comprendre pourquoi certains groupes sociaux font uniquement usage de petits nombres.

Dans le cadre d'un projet collectif interdisciplinaire, le linguiste Pierre Pica a étudié le système de numération des Mundurukú (Etat de Pará, Brésil), possédant cinq noms de nombres (1 à 5)¹². De façon remarquable, les Mundurukú, utilisent un autre système de numération de « nombres parallèles » (« parallel numbers »), dont leur système à cinq nombres serait dérivé (Pica & Lecomte 2008). Il s'agit d'un système qui permet de dénombrer des configurations symétriques d'objets, décrites par des expressions du type « un de chaque côté », « deux de chaque côté », ..., « cinq de chaque côté », et illustrées par les mains montrant chacune des quantités

¹¹ Le projet ANR ETKnoS (2016-2020) portant sur la pratique des jeux de ficelle est mené dans cette perspective : <http://www.sphere.univ-paris-diderot.fr/spip.php?rubrique153&lang=fr>

¹² Les études de psychologie cognitive, menées par Pierre Pica, Véronique Izard, Elisabeth Spelke, Stanislas Dehaene et Cathy Lemer (cf. Pica, Lemer, Izard & Dehaene, 2004) sur le système de numération mundurukú, tendent à démontrer que si les Mundurukú ne comptent pas au-delà de 5, ils possèdent néanmoins le « sens des nombres approximatifs » (« the sense of approximate number »), et sont capables de comparer, additionner et soustraire, de façon approchée, des quantités qui dépassent de loin leur lexique numérique. <https://www.pierrepic.com/groupe-de-recherche-sur-le-calcul-indig%C3%A8ne/>.

numériques identiques (de 1 à 5). Ce système serait révélateur – selon ces auteurs – du rôle de la symétrie dans l'appareillage cognitif des Mundurukú, au sein duquel la symétrie serait un principe essentiel à ne pas 'briser', et de première importance pour survivre dans leur environnement (« an essential element for their survival », 2008 : 518).

Si les travaux de Pierre Pica et de ses collaborateurs, menés à la croisée de la linguistique et des neurosciences, visent à saisir les processus cognitifs impliqués dans les activités de quantification des Mundurukú, on peut noter que le contexte social/culturel n'est pas (ou peu) pris en compte dans ces études. Par contraste, le projet anthropologique d'Aparecida Vilaça indique un autre chemin, cherchant à établir des liens entre les manières de quantifier et les ontologies développées dans ces sociétés. La « valeur négative attribuée au 1 » (p. 10) par les Wari', le « principe du double » (existence d'un « double potentiel à la fois pour les humains et les animaux », p. 14) à l'œuvre dans cette société, et, enfin, l'échec partiel des missionnaires qui ont cherché à faire « passer les Wari' du 2 au 1 » (p. 11), invitent à questionner plus loin le rôle que pourrait jouer une telle conceptualisation de l'unité et de la paire dans le rapport que les Wari' entretiennent avec la quantification. Comme le suggère Mariana Feirrer (2014 : 183) à propos des Xavante (Mato Grosso, Brésil central), l'unité de base (« basic unit ») pourrait être 2, et non 1, en vertu de l'organisation dualiste de ces sociétés. Pour avancer sur cette question, je suggèrerais d'étudier – chez les Wari', comme chez les Xavante –, les systèmes de comptage en jeu dans des activités de mesure, ou encore dans des activités techniques (telles que la vannerie, le tressage de sacs, la confection de hamacs...) qui pourraient avoir été élaborées en privilégiant la « paire » (à l'unité), comme cela a été mis en évidence dans le cas de la création textile dans les Andes (Desrosiers 2012).

L'intervention d'Aparecida Vilaça pourrait néanmoins laisser penser que l'apparent désintérêt des Wari' pour la quantification aurait comme origine leur rapport négatif à l'« unité », concept qui, par contraste, serait central dans la pensée monothéiste (p. 12), ou encore dans celle des Iqwaye de Papouasie-Nouvelle-Guinée. Pour ces derniers, l'unité serait une « catégorie ontologique universelle et originelle » (note 10, p. 12) à l'œuvre dans leur système de numération (corporelle), qui permet d'exprimer de très grands nombres, en lien avec leur cosmogonie (Mimica 1988). Il n'y aurait alors qu'un pas pour affirmer que les Wari' ne percevraient pas, ou refuseraient de conceptualiser, un ensemble d'objets comme une collection d'unités, compétence cognitive permettant de comparer deux ensembles d'objets par une correspondance « un à un »¹³. Si le choix d'une « unité de compte » semble nécessaire pour élaborer un système numérique d'une certaine complexité, rien n'impose en revanche que cette unité de base soit l'unité en tant qu'entité numérique indivisible (*i.e.* « ne contenant pas en soi une multiplicité », cf. note 8 p. 11) : les Wari' auraient pu mettre au point un système de comptage en accord avec le « principe du double », en imaginant un système où l'unité de compte serait par exemple la « paire », comme cela a pu être observé chez les Polynésiens (Lemaître 1985).

¹³ Sur ce point, Lévy-Bruhl soutenait que les nombres créés par la « mentalité prélogique » ne seraient pas des « nombres proprement dits », mais des « ensembles-nombres », dont elle n'a pas isolé préalablement les unités » (Lévy-Bruhl, 1910 : 219). Notons que l'on retrouve cet argument dans l'étude que Pica et Lecomte (2008) ont consacré aux Mundurukú : ces auteurs suggèrent que la faible étendue du système numérique des Mundurukú serait liée pour partie au fait qu'ils ne se représenteraient pas un ensemble d'objets comme une collection d'individus (« do not have access to individuals through sets », 2008 : 515).

Pour conclure

A ce jour, un nombre important de numérations autochtones ont été documentées par des ethnologues, des linguistes, ou encore des ethnomathématiciens. Néanmoins, à ma connaissance, peu de travaux de synthèse à visée comparative ont été publiés sur les systèmes de numération des sociétés orales (Crump 1990, Blanc 2006, Owens et al. 2018). C'est une tâche à laquelle il faut s'atteler dans une double perspective ethnomathématique et anthropologique pour mieux saisir la nature des liens entre les systèmes numériques et les contextes sociaux, mythologiques, cosmologiques, et/ou rituels, dans lesquels ils se sont développés, et les différentes « philosophies de la numération » (Urton 1997, Feirrer 2014) auxquelles ces systèmes sont attachés. Enfin, nous le savons, ces systèmes de numération autochtones, et plus généralement les langues vernaculaires associées, connaissent un déclin dans de nombreuses sociétés. Il y a donc urgence à ce que les ethnomathématiciens et les anthropologues/ethnologues s'associent pour documenter ces matériaux.

Bibliographie

- Ascher, Marcia, 1998 *Mathématiques d'ailleurs : nombres, formes et jeux dans les sociétés traditionnelles*. Paris : Editions du Seuil. Traduction par Karine Chemla and Serge Pahaut de *Ethnomathematics: A multicultural view of mathematical ideas*. Pacific Grove, California: Brooks and Cole Publishing Compagny, 1991.
- Blanc, Dominique, 2006 « Capacités numériques et usages des nombres dans des sociétés primitives ». En ligne URL : <http://www.dominiqueblanc.com/index.php?id=17>.
- Boyer, Carl. B. & Uta C. Merzbach, 2011 *A History of Mathematics*. Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons .
- Brunschvicg, Lucien, 1912 *Les étapes de la philosophie mathématique*. Paris, F. Alban.
- Cabalzar, Flora (dir.), 2012 *Educação Escolar Indígena Rio Negro, 1998-2011. Relatos de experiências e lições aprendidas*. São Paulo, Instituto Socioambiental.
- Changeux, Jean-Pierre & Alain Connes, 2000 *Matière à pensée*. Paris, Odile Jacob.
- Chemillier, Marc, 2007 *Les mathématiques naturelles*. Paris, Odile Jacob.
- Chrisomalis, Stephen, 2009 « The cognitive and cultural foundations of numbers », In E. Robson & S. Jacqueline (eds), *The Oxford Handbook of the History of Mathematics*, New York, Oxford University Press.
- Comte, Auguste, 1830 *Cours de philosophie positive, Tome I*, Paris, Rouen Frères.
<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k76267p/f4.item.r=.langFR.zoom>
- , 1905 *Cours de philosophie positive : extrait à l'usage des candidats aux baccalauréats (leçons I, II, III et X)* [précédé d'un Exposé sommaire de la vie et de l'œuvre du fondateur du positivisme par P. Laffitte], Paris, Delagrave.
<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5541378m/f3.item.r=%22math%C3%A9matique%22.zoom>
- Conant, Levi L., 1896 *The Number Concept*. New York/London, MacMillan & Co.
- Crump, Thomas, 1995 *Anthropologie des nombres, savoir compter, cultures et sociétés*. Paris, Le Seuil. (1990 *The Anthropology of Numbers*, Cambridge University Press).
- D'Ambrosio, Ubiratan, 1985 « Ethnomathematics and its place in the history and pedagogy of mathematics », *For the Learning of Mathematics*, 5 (1): 44-48.
- , 1999 « Ethnomathematics and its First International Congress », *ZDM*, 31(2): 50-53.

- , 2001 *Ethnomatematics: link between tradition and modernity*. Rotterdam: Sense Publishers.
- , 2007 « Peace, Social Justice and Ethnomathematics », *The Montana Mathematics Enthusiast*, Monograph 1: 25-34.
- Dehouve, Danièle, 2011 *L'imaginaire des nombres chez les anciens Mexicains*, *Sciences des religions*. Rennes, Presses Universitaires de Rennes.
- Dehaene, Stanislas, Vérinique Izard, Pierre Pica, & Elisabeth Spelke, 2004 « Exact and approximate arithmetic in an Amazonian indigene group », *Science*, 306 : 499-503.
- Desrosiers, Sophie, 2012 « Le textile structurel : exemples andins dans la très longue durée », *Techniques et culture*, 58 (2) : 82-103.
- Eglash, Ron, 1999 *African Fractals. Modern Computing and Indigenous Design*. New Brunswick, Rutgers University Press.
- Ferreira, Mariana K. L., 1997 « When $1+1 \neq 2$: making mathematics in central Brazil », *American Ethnologist*, 24 (1): 132-147.
- , 2001 « People of my side, people of the other side. Socionumerical systems in central Brazil », *International Reviews on Mathematical Education*, 33 (3): 89–94.
- , 2014 *Mapping Time, Space and the Body: Indigenous Knowledge and Mathematical Thinking in Brazil*. Rotterdam/Boston/Taipei, Sense Publisher.
- Guitel, Geneviève, 1975 *Histoire comparée des numérations écrites*. Paris, Flammarion.
- Guss, David M., 1989 *To weave and to sing. Art, symbol and narrative in the South American rainforest*. Berkeley, California University Press.
- Ifrah, Georges, 1994, *Histoire universelle des chiffres*, 2 tomes, Paris, Robert Laffont.
- Lean, Glenn, A., 1992 *Counting systems of Papua New Guinea and Oceania*. Ph.D Thesis, University of Papua New Guinea.
- Lemaître, Yves, 1985 « Les systèmes de numération en Polynésie orientale », *Journal de la Société des océanistes*, 80, tome 41: 3-13.
- Lévi-Strauss, Claude, 1956 « Les mathématiques de l'homme », *Esprit*, 243 (10) : 525-538.
- , 1962 *La pensée sauvage*. Plon, Paris.
- , 1968 *L'origine des manières de table. Mythologiques III*. Paris, Plon.
- , 1971 *L'homme nu. Mythologiques IV*. Paris, Plon.
- Lévy-Bruhl, Lucien, 1910, *Les fonctions mentales dans les sociétés inférieures*. Paris, F. Alcan.
- Lipka, Jerry, David Koester, Victor Zinger, Melfried Olson, Evelyn Yanez, Don Rubinstein, 2015 « Indigenous knowledge provides an elegant way to teach the foundations of mathematics », In T. Bartell, K.N. Bieda, R.T. Putnam, K. Bradfield & H. Dominguez (Eds.) *Proceedings of the 37th annual meeting of the North American, International Group for the Psychology of Mathematics Education*, East Lansing, MI, Michigan State University.
- Lucas, Edouard, 1893 *Récréations mathématiques*, tome 3. Paris, Gauthier-Villars.
- MacKenzie, Maureen A., 1991 *Androgynous Objects: String Bags and Gender in Central New Guinea*, Amsterdam, Hardwood Academic.
- Mafra, Jose R. & Maria Cecilia Fantinato, 2016 « Artesãs de Aritapera/PA: técnicas e processos em uma perspectiva Etnomatemática », *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 9(2): 180-201.
- Mimica, Jadran, 1988 *Intimations to infinity. The Mythopoeia of the Iqwaye counting system and Number*. Oxford/New York/Hambourg, Berg.

- Owens, Kay, Glen Lean, Patricia Paraide and Charly Muke, 2018 *History of Number. Evidence from Papua New Guinea and Oceania*. History of Mathematics Education, Springer International Publishing Switzerland.
- Pica, Pierre & Alain Lecomte, 2008 « Theoretical implications of the study of numbers and numerals in mundurucu ». *Philosophical Psychology* 21(4) : 507-522.
- Pica, Pierre, Cathy Lemer, Véronique Izard, Stanislas Dehaene, 2004 « Exact and Approximate Arithmetic in an Amazonian Indigene Group », *Science*, 306: 499-503.
- Pinxten, Rik, Ingrid van Dooren, Erik Soberon, 1987 *Towards a Navajo Indian geometry*. Gent, K.K.I. Books.
- Pitrou, Perig, 2015 « Le comptage rituel en Mésoamérique comme dispositif de mise en relation », *ethnographiques.org* 29. En ligne : <http://ethnographiques.org/2014/Pitrou>
- Tiennot, Luc, 2015 « À la recherche de jeux de semailles de type solo à Madagascar », *ethnographiques.org*, 29. URL: <http://ethnographiques.org/A-la-recherche-de-jeux-de>
- Tylor, Edward, 1871 « The Art of Counting, Primitive Culture ». In *Researches Into the Development of Mythology, Philosophy, Religion, Languages, Art and Customs*, Volume 1, chap. VII (pp. 239-272). London: John Murray, Albemarle Street.
- Urton, Gary, 1997 *The Social Life of Numbers: A Quechua Ontology of Numbers and Philosophy of Arithmetic*. Austin, University of Texas Press.
- Vandendriessche, Eric, 2016 « Variabilité culturelle de la numération. Quelques points d'entrée dans la littérature ethnomathématique », *Statistique et Société*, 4 (1) : 51-55.
- , 2017 « Des pratiques algorithmiques et géométriques propres à des sociétés autochtones. Quels usages pour un enseignement des mathématiques culturellement situé ? », In *Actes du Colloque du Groupe de didactique des mathématiques du Québec 2016* : 11-27.
- Vandendriessche, Eric & Céline Petit, 2017 « Des prémices d'une anthropologie des pratiques mathématiques à la constitution d'un nouveau champ disciplinaire : l'ethnomathématique », *Revue d'histoire des sciences humaines*, 31 : 189-219.
- Vellard, Dominique, 1988 « Anthropologie et sciences cognitives: une étude des procédures de calcul mental utilisées par une population analphabète », *Intellectica*, 2 : 169-209.
- Wateau, Fabienne, 2001 « Objet et Ordre Social. D'une canne de roseau à mesurer l'eau aux principes de fonctionnement d'une société rurale », *Terrain*, 37 : 153-161.
- Zaslavsky, Claudia, 1973 *Africa Counts. Number and Pattern in African Cultures*. Boston, Prindle, Werber and Schmidt.