Les deux zéros mayas

L'invention du zéro est célébrée comme une avancée majeure de la raison humaine. De fait, dans les cultures à tradition pictographique, idéographique, logographique ou alphabétique, cette invention parachève le monument des numérations écrites ou figurées ; tout comme elle fournit l'instrument omniprésent et non surpassé de la maîtrise des nombres et du calcul. Il n'est donc pas exagéré de poser que cette maîtrise a ouvert une voie royale au développement des mathématiques, notamment des mathématiques appelées à devenir un langage international des sciences, en particulier des sciences de la nature. Que savons-nous des divers commencements de l'histoire de l'invention du zéro historiquement attestée dans quatre civilisations urbaines situées en Chine, Inde, Mésopotamie et Mésoamérique ?

L'histoire des sciences situe généralement la naissance du zéro dans le berceau indien de l'invention des numérations de position, ou dans le cadre plus ancien de l'astronomie babylonienne. Cependant, cette histoire, écrite le plus souvent jusqu'ici par des Occidentaux, raconte surtout comment l'arrivée du zéro de position dans l'Europe du Moyen-Age a divisé les penseurs et comment les diverses corporations s'en sont, ou non, saisi pour réaliser leur fonction de comptables ou de théoriciens et faire advenir de nouvelles pratiques. On sait ainsi que l'invention du zéro se répandit par le truchement des Arabes et de leurs traducteurs juifs et latins dont les œuvres furent largement commentées par les inventeurs de l'université européenne et diversement utilisées par les corps de métier. Focalisant l'attention sur l'origine de la numération décimale de position et sur l'étrange objet zéro, l'histoire des sciences s'est révélée pratiquement insensible aux autres manières humaines d'inventer les couples nombres/numérations, et de cultiver, par des voies royales ou non, la diversité des langages et techniques de la nature ou des sciences. Bref, on a longtemps négligé, d'une part, l'histoire des ethnosciences qui se développèrent hors Occident et, d'autre part, le caractère inter-ethnique et inter-disciplinaire d'une science trop rapidement dite une, européenne, occidentale ou universelle. De même, on a difficilement reconnu que l'affirmation selon laquelle la science pourrait être, en acte, un universel présente bien des caractères du slogan ou de l'envolée hagiographique. Car on sait, aujourd'hui comme hier et ici comme ailleurs, que toute pensée humaine, scientifique ou non, est largement et fonctionnellement dépendante des langues et des cultures, des pouvoirs et des institutions, des pratiques et des sociétés..., et que la diffusion des connaissances dans la diversité inhomogène du milieu humain jamais isotrope est loin de ne dépendre que de leurs propriétés cognitives. Il ne suffit pas qu'une connaissance soit vraie ou utile pour que les hommes s'en emparent. Il ne suffit pas qu'une espèce cognitive existe pour qu'elle perdure ou se répande. Ainsi par exemple, le fait que les Européens réussirent à coloniser les peuples habitant plus de 80 % des terres émergées est à coup sûr un facteur important pour la compréhension de la diffusion de la monoculture numérique positionnelle et décimale.

C'est pourquoi l'étude systématique de la diversité des espèces cognitives sur notre petite planète réserve bien des surprises. Et l'on peut parier que notre terre recèle de nombreux filons cognitifs inexploités, dont beaucoup sont, comme les langues, en voie de disparition. L'observation ou la recherche systématique de cette diversité permet régulièrement à ceux qui s'y adonnent de découvrir d'étonnantes solutions aux mille et un problèmes que la raison humaine ne cesse de poser depuis qu'elle s'est engagée dans la (con)quête du nombre. Qui aurait pu imaginer, dans le secret d'un laboratoire instrumenté ou non de puissants ordinateurs, que les noms de nombre peuvent par exemple recevoir, comme c'est le cas en comox lhaamen (Colombie britannique), les flexions du système verbal d'une langue et renvoyer ainsi davantage à un processus inscrit dans la temporalité qu'à un état, une qualité ou une propriété atemporelle ?

L'invention des couples nombres/numérations est certes impensable sans celle du langage articulé qui signe l'appartenance à l'espèce humaine, mais elle n'est pas nécessairement liée à l'invention de l'écriture (ou de quelque autre technique de représentation pour la vue ou pour les mains) sauf peut-être dans ses liens avec le développement du calcul complexe, lequel s'est partout effectué à l'aide d'entailles, de jetons, d'abaques, de quipus, de bouliers, et de toutes sortes de supports écrits. Quoi qu'il en soit, l'observation de la diversité des langues des ethnies à tradition orale primaire et l'observation de la diversité des numérations écrites démontrent largement qu'il existe plus d'une manière de fonder et développer l'idée de nombre, en relation ou non avec des numérations parlées tout aussi diversement diverses. On peut montrer, par exemple, que certaines ethnies ont préféré fonder l'intuition ordinale du nombre, plutôt que son intuition cardinale ou mesure, et développer systématiquement, comme les Mayas le firent, l'opération de nature ordinale appelée 'protraction' (Hagège) ; tandis que d'autres, par exemple les anciens Egyptiens développèrent systématiquement l'opération de fractionnement de l'unité, laquelle conduirait de manière naturelle à concevoir comme une limite la quantité de mesure nulle. On pourrait aussi montrer que les Mayas développèrent à peine, sauf peut-être dans leur numération parlée étroitement liée à un système linguistique de classificateurs, l'idée de 'nombre-de' (Baruk) si répandue dans d'autres ethnies, comme le montre la diversité des métrologies de la Mésopotamie. A l'inverse, les Mayas développèrent, davantage que d'autres ethnies, l'idée de 'nombre-opérateur', $\mathbf{t} : n \rightarrow \mathbf{t}(n)$, et l'on sait que les scribes cherchaient régulièrement les points fixes, $\mathbf{t}(n) = n$, dans le cadre du comput du temps c'est-à-dire dans le cas où n et $\mathbf{t}$ sont des nombres renvoyant respectivement à une date et à une durée. On devine ainsi que le nombre maya est moins un entier naturel de l'ensemble N construit pour simuler les quantités discrètes, qu'une entité des produits d'ensembles de la forme Z/nZ construits pour modéliser les cycles du temps. De là, la conjecture que le dynamisme propre de la pensée mathématique maya conduirait à construire un équivalent du corps Q des rationnels, et à calculer sur les paquets de glyphes de période selon une technique, probablement en virgule flottante, proche du calcul sur les décimaux inventés bien plus tard en Europe par le flamand Simon Stevin (*De Thiende*, 1585, *La Disme*, traduction par Girard 1634).

Notre propos est modeste. Il s'agit pour l'essentiel de démontrer que **les Mayas inventèrent deux zéros** – dits ***zéro ordinal*** et ***zéro cardinal*** – qu'ils ne confondirent jamais dans l'usage. Si leur zéro cardinal est raisonnablement considéré comme un équivalent de notre zéro de position, par contre, leur zéro ordinal est une notion méconnue jusqu'ici en épistémologie et histoire des sciences. Certes, les épigraphistes avaient remarqué, dès le début du siècle dernier, le fait que l'écriture maya dispose de deux glyphes différents, mais ils n'en avaient pas mesuré, semble-t-il, la portée sémantique, épistémologique ou cognitive, et les historiens ne s'en étaient guère emparé. Sans doute parce que la transcription habituellement proposée par les épigraphistes (le zéro de la numération décimale) confondait, sous une forme unique, deux notions mayas différentes, trop différemment différentes des idées occidentales sur le zéro pour construire un espace critique de traduction sans lequel et hors duquel il semble impossible de rendre commensurables des notions étrangères l'une à l'autre et développées de manière indépendante des deux côtés de l'Atlantique.

Il s'agit aussi de montrer qu'aucun des deux zéros mayas ne renvoie immédiatement à l'idée indienne du chiffre du vide 'çunya' ou à l'idée de nombre nul ($x - x$ ou $1/\infty$), et que leur invention renvoie par contre, d'une part, à l'idée d'intronisation ou de départ/arrivée sur un cycle (cas du zéro ordinal) et, d'autre part, à celle de complétude ou d'accomplissement (cas du zéro cardinal). Un Occidental ne peut pas ne pas observer que le zéro cardinal maya n'est pas *a priori* motivé, comme le chiffre 0 de la numération décimale, par l'idée indienne de vide (**çunya**). Par contre, mais cette thèse embryonnaire reste extrêmement conjecturale, le zéro cardinal maya pourrait avoir une vague relation, par le biais du phonétisme des langues mayas et de la lecture **mil** des glyphes, avec la négation **ma**, et par là, avec l'idée de 'rien' plus proche du *nombre nul* que du *chiffre zéro*.

Par ailleurs, un mathématicien verrait qu'il existe un lien entre la notion d'accomplissement et la capacité d'identifier les opérateurs qui laissent invariants les éléments d'un ensemble, comme par exemple une translation de vecteur nul. Il en résulte que si rien ne permet de souligner l'importance de la notion de nombre nul pour les Mayas qui ne divisèrent pas l'unité, tout porte par contre à penser qu'ils étaient familiers de la notion d'opérateur nul ou d'application identique. Au même titre que nous savons que tous les ans commencent un premier janvier, ou que les cycles multiples de 7 jours repassent par les mêmes jours de la semaine, les scribes mayas savaient qu'une translation de vecteur égal à la longueur d'un cycle complet laisse invariant tous les éléments de ce cycle, et, contrairement à nous, ils étaient familiers d'une sorte d'horlogerie bien huilée faite de très nombreux cycles aux propriétés pour eux familières (subitisées).

Il s'agit enfin de rappeler que la pensée maya du nombre répond à une forte demande socio-eth(n)ique dans le domaine du comput du temps, et de suggérer que les inventions numériques les plus typiques de cette culture sont en relation étroite avec leur conception du temps et conformes à son image amérindienne. Un temps conçu tout à la fois comme bouclé et progressif, un temps que l'on imagine comme une réalité unidimensionnelle, un fil ou une corde, s'enroulant en spirales de plus en plus larges sur la surface d'un cône, le cône du toit des maisons et des temples circulaires, eux-mêmes images amérindiennes traditionnelles de l'espace sur lequel les astres se déplacent. Un temps divisé en passé que l'on connaît et en futur invisible (imprédictible) que l'on cherche à exorciser en le vivant comme une répétition du même qui, à chaque boucle du temps, change pourtant le dieu-patron qui le porte comme une charge.

Tel père, tel fils. Certes. Mais chez les Mayas, l'un est le sujet comblé du cycle porté par le dieu du maïs, tandis que son même est le sujet sacrifié du dieu de la mort. Comment mieux exprimer que la reproduction du même n'est pas une répétition prédictible, sauf à admettre qu'il faut, à chaque changement de cycle, changer aussi de cadre explicatif, changer de système logique, et prendre ainsi en compte l'insertion dans le milieu naturel nutritif, dans l'environnement social formateur, et dans le transcendant moral humanisateur et civisilateur.

On devine que l'aventure humaine est pensée comme une trajectoire dans un espace de phases, profondément anisotrope, tel en tout cas que dans chaque région traversée, les entités se voient comme possédant des propriétés différentes et relevant de différents principes. Ici, la particule est solide, là elle sera liquide ou gazeuse, ailleurs elle rencontrera une autre entité avec laquelle elle réagira ou non, partiellement ou totalement, selon qu'un catalyseur ou un inhibiteur sera présent ou absent. On devine que l'explication scientifique de la nature est plus un déploiement interprétatif de la complexité des possibles qu'une réduction simplificatrice aux seuls paramètres accessibles dans une monoculture disciplinaire.

L'étude épistémologique des mathématiques mayas pourrait ainsi rejoindre les questions ouvertes en sciences 'dures' par le paradigme dit *du chaos déterministe*, et œuvrer aux programmes qui, selon Christian Vidal (1995), explorent la conjecture – née de l'observation que la compétition entre une réaction chimique et un transport de matière par diffusion aboutit, dans certains cas, à une distribution inhomogène stationnaire à partir d'un milieu initialement uniforme – selon laquelle certaines morphogenèses ont pour source un processus de réaction-diffusion[1].

Quoi qu'il en soit de l'observation précédente, l'étude interdisciplinaire des mathématiques mayas démontre, nous semble-t-il, qu'une notion supposée aussi abstraite et universelle que le nombre est en fait très largement attachée à des activités culturelles situées, sensibles à leur contexte social, aux écritures et aux pratiques en usage chez les astronomes, et que cette notion donne lieu à des pratiques spécifiques, propres à chaque discipline ou ethnie, et largement irréductibles ou incommensurables entre elles. Comme le soulignent certains penseurs : la cognition est située et distribuée, la pensée intelligente est incarnée. En tout cas, la mise en signes du nombre et les activités de résolution de problèmes arithmétiques ou calendaires ne suivent pas des règles que l'on pourrait dire universelles et nécessairement partagées par tous les hommes qui les mettent en œuvre un peu partout sur la planète ; au contraire, des différences radicales se font jour entre les *pratiques* mathématiques des scribes mayas, égyptiens, grecs, arabes… Ces pratiques spécifiques, propres à une discipline, à une époque, ou à une ethnie, ne semblent pouvoir être mises en correspondance relative que dans le cadre d'une autre pratique, la pratique de la traduction, notamment parce que toute notion est largement dépendante, et différemment dépendante, des diverses notations qui permettent de la saisir ici et maintenant.

Pour conclure cette rencontre, nous dirons que la cognition humaine ne répond pas à une logique monotone[2], que l'espace cognitif est loin d'être homogène et isotrope. L'observation des faits cognitifs suppose en quelque sorte que l'on change de logique au passage des frontières d'une époque, d'une discipline, d'une langue ou d'un système d'écriture. Et si l'on en croit l'exemple de la formule {Jean et Pierre ont voyagé dans le même train} proposée par Kayser, le fait qu'un phénomène ait été modélisé n'en fait pas à coup sûr un objet scientifique, car ce qui est vrai dans un modèle simplifié ou en laboratoire peut être faux dans un modèle moins réducteur ou dans la nature. Scientifique ou non, un fait n'est important et pertinent que s'il est considéré, dans le déploiement des possibles, dans ses relations au monde physique et au monde social, le long d'une trajectoire allant de l'utopie à l'après coup toujours susceptible de traverser des régions cognitives en régime de logique non monotone.

---

[1] Vidal, C., 1995, Du chaos déterministe aux structures de Turing, ou la réaction chimique créatrice autant que jamais. Séminaire de l'Ecole doctorale mathématiques et informatique (16 mars 1995).

[2] « Cependant, **la notion de preuve peut être considérée comme un obstacle à l'utilisation de la logique en sciences cognitives**. En effet, toute preuve *f* dans un système déductif S utilisant pour axiomes les formules A est, *ipso facto*, une preuve de *f* dans tout système déductif S' ayant pour axiomes un ensemble incluant A. C'est la propriété de monotonie. Or, il arrive souvent qu'une formule *f* soit considérée comme une conséquence d'un ensemble E, mais ne soit plus considérée comme conséquence pour un ensemble E' incluant E. Par exemple, de E = {Jean a pris le train à 9 h 47 à la gare du Nord pour se rendre à Villetaneuse}, on conclura *f* = Jean et Pierre ont voyagé dans le même train, mais de E' = E 4 {il y a deux trains qui quittent la gare du Nord à 9 h 47 en direction de Villetaneuse} on refusera de tirer la même conclusion. On peut dénier à cette notion de conséquence l'appellation de logique, mais la nécessité n'en demeure pas moins de modéliser la forme très répandue de raisonnement qui lui correspond. C'est à cette tâche que se sont attaqués depuis la fin des années 1970 **les concepteurs des logiques non monotones**. […] Sarit Kraus, Daniel Lehmann et Menachem Magidor ont proposé d'étudier la déductibilité non monotone pour elle-même, indépendamment du système de calcul des conséquences. », Kayser, D., 1998, article 'Logique', *Vocabulaire de sciences cognitives*, Paris, Presses Universitaires de France.