

La mathématique migrante

Du déplacement des hommes à celui des outils mathématiques: quelques idées pour évoquer les échanges et les différences dans l'espace méditerranéen.

Karim Zayana, professeur à l'institut Mines-Télécom, inspecteur général de l'Éducation nationale

Sami Jadiba, professeur de mathématiques à l'université de Damas

Selma Kraiem, ingénieure Big Data chez Deloitte

Abdelwahid Fayala, professeur d'arabe à l'Inalco

S'il est bien un domaine où l'on n'imagine pas de barrière de la langue, ce sont les mathématiques. Certes elles sont universelles, cependant, elles diffèrent sensiblement d'une rive à l'autre de la Méditerranée: le vocabulaire, les symboles, la prononciation changent, jusqu'aux chiffres arabes qui, à défaut de l'être, pourraient au moins rester semblables de Damas à Paris. Les grandes migrations d'aujourd'hui nous rappellent que les mots, eux aussi, ont toujours voyagé. Le commerce et les guerres les ont charriés, intriqués, déformés. En voici un aperçu à travers l'arabe, emprunté à l'arithmétique, la géométrie ou l'algèbre, pour éclairer ce qui, d'un obstacle didactique peut se muer en richesse humaine et scientifique. Des milliers d'années après, prenons à notre tour la route de l'inconnu(e).

CHIFFRES, NOMBRES ET JOURS DE LA SEMAINE

Quand nous avons dix chiffres, de zéro à neuf, les Orientaux n'en ont qu'un, le zéro: tout le reste est nombres. Pour cause, « *siffr* » ainsi dit en arabe signifie « zéro », tableau de correspondances ci-dessous. Importé en Europe, le mot évolua: en « chiffre » d'une part, et, passant

l'Italie, en « *zefiro* », abrégé en « *zero* » puis accentué Paradoxal, « *setta* » se traduit « six ». En arabe, les jours ouvrés de la semaine dérivent des nombres et vice versa: « un » pour dimanche, « deux » pour lundi, etc., avec un saut religieux le vendredi. Alors « *setta* », phonéti-

Les grandes migrations d'aujourd'hui nous rappellent que les mots, eux aussi, ont toujours voyagé.

quement voisin de « *sebbat* » ou « samedi-sabbat », aurait-il reçu le numéro 6 plutôt que le 7 de ce fait? C'est une hypothèse vraisemblable que corroborent des considérations graphiques, nous le verrons plus loin. Trompeur, « *mia* » ne vaut pas « mille », mais « cent ». Quant à « mille », il se dit « *alef* », comme ce qui désigne, en mathématiques, une catégorie d'infini.

À ces difficultés de l'oral ajoutons l'écrit. Nos chiffres en usage sont hérités des Arabes qui eux-mêmes les reçurent des Indiens. Au gré d'une lente évolution, ils prirent tantôt des formes très cursives, tantôt plus anguleuses (plus aisées à graver sur la pierre ou l'écorce). Les Arabes d'Orient ont préféré les premières,

ceux d'Occident les secondes, qui sont aussi les nôtres. Si bien qu'en Orient, faux amis, le 5 a l'apparence du « 0 »: « ٥ », le « 0 » d'un point (donc d'une virgule dans un cadre numérique): « ٠ », le 6 d'un « 7 », comme à l'écoute: « ٦ », le 4 d'un « 3 » (en miroir) ou d'un epsilon, quantité négligeable en mathématiques: « ٤ ». Penchons la tête à gauche; notre 2 devient le leur, « ٢ », et notre 3 aussi avec ses petites dents: « ٣ ».

Dans le parler arabe, on présente toujours les unités avant les dizaines (mais après les centaines). Le nombre « 235 » s'énoncerait « deux-cent-cinquante » (et s'écrirait de gauche à droite, dans cet ordre, à la translittération près: 2, 3, 5 quand bien même l'arabe se lit de droite à gauche!).

LES CHEMINS DU SENS

À leur traversée, quantité d'objets mathématiques changent de genre. Citons le « point » (masculin ici, féminin là-bas), la « droite » (réciproquement), l'« angle », l'« addition », la « hauteur », l'« ensemble », etc. Certains, au pluriel, virent au singulier: c'est le cas de « statistiques ». D'autres glissent d'une famille à une autre. Ainsi, en français, « impair » s'oppose-t-il à « pair ». Pas en arabe où le mot « *pair* » découle de « deux », le mot « *impair* » de « un » (avec le risque, pour les natifs, de le disorthographier en « unpair »). L'« inconnue » devient l'« *ignorée* ». L'« inégalité » un « *penchant* ». Quelques rebonds forcent l'imagination. Le « *losange* » (qui chez nous pourrait être une altération d'« angle » fondue dans « *loxos* », « biais », en Grec, par contraste aux angles droits du carré) se rattache à l'« *œil* » pour sa ressemblance géométrique, le « minimum » au « *bas monde* », le « fois » de la multiplication au « *dans* » (des lots de trois cases dans un lot de quatre produisent effectivement $3 \times 4 = 12$ cases), ■■■

Tableau d'équivalences français-arabe

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	100	1000
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	٠	١٠٠	١٠٠٠
					« <i>setta</i> »				« <i>siffr</i> »	« <i>mia</i> »	« <i>alef</i> »

3. Les voies incertaines de l'inclusion

■■■ quand le « dans » annonce chez nous une division euclidienne, le « vecteur » au « rayon (*de lumière*) », etc. On peut enfin s'étonner d'apprendre qu'en Orient, l'appartenance n'existe pas. On ne possède pas : la relation « x appartient à E » renvoie davantage à une filiation, un peu comme si « x descendait de E ». Toute une philosophie !

Bien sûr, certains héritages sémantiques demeurent. À l'instar du français, « calculer » vient du « caillou » (aux temps reculés, les seconds servaient à compter en les entassant, autant de brebis sont autant de cailloux). Les deux « jambes » (« *skelos* », en Grec) du triangle « isocèle » sont

« égales » (« *isos* », toujours en Grec). Le « théorème », pour son côté théâtral, procède du « visible ». Les nombres « rationnels », qui sont fractionnés, y sont « cassés ». La « logique », consubstantielle au « logos » (langage, en Grec), tient du « patelin » (où l'on parle, certes, le patois), etc.

Au milieu de cet imbroglio, des mots gardent leur musicalité première. Une variable quelconque se dit « *shai* », qui signifie « quelque chose » (au diminutif « *shouaia* », un « petit quelque chose »). Elle a pour symbole son initiale, « sh », prononcée « *chi* », phonétiquement voisine du « χ » grec et latinisée x . L'étymologie d'« algèbre » se

remonte également : « al » est l'article défini « le/la », « *djebr* » est la « contrainte/compensation ». Le fait est : cette science décrit des systèmes structurés, dont tout ce qui sort d'une main (le membre de gauche d'une égalité) doit être remis de l'autre (le membre de droite). Enfin, l'« algorithme » tire son origine du mathématicien ouzbeko-bagdadite Alkhwazimi. Le « kh » se prononce à la manière d'une jota espagnole, approximativement rendue par un [g] guttural, et la suite est un nom de lieu (une province perse). Comme il existe des « Laplace », « Lagrange » ou « L'Hôpital ». Itinér (r) antes, les cultures s'emmêlent. ■

Obstacles et remèdes

Des repères pour comprendre les difficultés des élèves allophones en mathématiques.

Karine Millon Fauré, didacticienne des mathématiques à l'université d'Aix-Marseille

Pour les milliers d'élèves qui arrivent chaque année dans le système éducatif français en provenance d'autres pays, l'intégration dans les classes ordinaires au sortir d'une UPE2A (unité pédagogique pour élèves allophones arrivants) demeure souvent problématique, y compris dans les disciplines non linguistiques comme les mathématiques. Les obstacles qu'ils doivent surmonter s'avèrent beaucoup plus nombreux que pour leurs camarades nés en France, et les enseignants rencontrent des difficultés pour leur venir en aide.

Lors de l'enquête Evascol^[1] menée en 2015-2016, une équipe de chercheurs dont je faisais partie a

proposé à 177 élèves migrants une même évaluation de mathématiques, d'abord quelques mois après leur arrivée dans une classe d'UPE2A, puis en fin d'année scolaire. Les questions étaient les

La compréhension de la langue demeure un obstacle majeur à l'activité mathématique.

mêmes, mais l'énoncé était rédigé la première fois dans la langue d'origine de l'élève, grâce aux traductions du Casnav (Centre académique pour la scolarisation des enfants allophones nouvellement arrivés et des enfants issus de familles itinérantes et de voyageurs) d'Aix-Marseille, la seconde fois en français. J'ai observé une baisse significative des résultats entre les deux évaluations dans environ

29 % des cas. Autrement dit, même après un an de cours intensifs de français dans les classes d'UPE2A, près d'un tiers des élèves interrogés n'ont pas réussi à réaliser certains exercices de mathématiques lorsque la consigne était en français, alors qu'ils y parvenaient lorsque la consigne était dans leur langue d'origine. Pour eux, la compréhension de la langue demeure un obstacle majeur à l'activité mathématique, et c'est d'autant plus inquiétant que la plupart d'entre eux seront intégrés dès la rentrée suivante dans des classes ordinaires, sans soutien particulier en français.

LA LANGUE DES MATHÉMATIQUES

Il convient de préciser que les compétences langagières nécessaires à la compréhension d'un énoncé mathématique ne s'acquièrent pas forcément avec la maîtrise de la langue usuelle. Certains élèves utilisent le français courant sans aucune difficulté, alors qu'ils ne connaissent pas les termes élémentaires du lexique de géométrie (tels que « cercle », « parallèle », etc.). À

¹ Évaluation de la scolarisation des élèves allophones nouvellement arrivés et des enfants issus de familles itinérantes et de voyageurs, <https://evascol.hypotheses.org/>.