Partager la science par l'éducation

Sharing science through education

Pierre Léna(1), Michèle Gendreau-Massaloux(2), Yves Quéré(3)

(1) Académie des sciences de France
(2) GID, Groupe interacadémique pour le développement
(3) Académie des sciences de France

Résumé : Si la démographie et l'état de l'éducation en Afrique posent de difficiles défis, la jeunesse est un atout pour l'avenir, auquel peut contribuer un enseignement de la science bien mis en œuvre, tout particulièrement auprès des filles. Des projets pilotes nombreux existent, ainsi qu'une communauté d'acteurs, en particulier scientifiques, qui les créent et les développent, en s'appuyant sur l'universelle capacité de curiosité des enfants. La clef se trouve dans la formation des maîtres de l'école primaire et secondaire, que nombre d'actions en cours de déploiement sur le sol africain peuvent accompagner.

Abstract: Demography and status of education in Africa are sources of difficult challenges, but the youth of the population is a hope for the future, to which a well-thought science education can contribute, especially among girls. Many pilot projects do exist, as well as a community of actors, especially scientists, who are creating and developing new tools and ways for science teaching, exploiting the universal curiosity of children. The key for primary and secondary schools stands in teacher training, which is the focus of many actions being developed or planned on the African continent.

1 L'actuelle pyramide des âges, problème ou promesse ?

Nul ne peut ignorer la redoutable situation de l'éducation en Afrique, alors que la démographie emplit les écoles, que les salaires, le recrutement et le suivi professionnel des enseignants sont en difficulté. Or, plus que jamais, l'éducation est indispensable, tant il faut communiquer à toute une jeunesse des compétences multiples, en particulier techniques et scientifiques, pour lui permettre une vie d'adulte qui soit à la mesure des enjeux économiques, climatiques et éthiques qui se posent à l'Afrique. Mais l'on peut également affirmer que, si l'éducation se révèle à la hauteur, l'extrême abondance de jeunes dans la population est une chance extraordinaire, permettant créativité et initiative, comme le montre la Chine actuellement dans un tout autre contexte. Mais

ce dernier pays, dans ces zones rurales, nous montre également combien la croissance des villes, que l'Afrique connaît aussi, laisse tragiquement à l'abandon des millions d'enfants ruraux, sans avenir et sans santé (Normile, 2017).

Nous ne saurions résumer ici le long et excellent rapport de l'Unesco publié en 2016 : *L'éducation pour les peuples et la planète, créer pour tous des avenirs durables* (Unesco, 2016). Parmi les défis que veut résoudre le Partenariat mondial pour l'éducation, celui des 400 millions d'enfants qu'en 2030 il faudra scolariser en Afrique, n'est pas le moindre. Comment ne pas se réjouir alors de l'annonce faite à Dakar en février 2018, quand le président de la République française annonça que sur la période 2018-2020 la France contribuerait à ce Partenariat avec 200 millions d'euros, soit 13 fois plus que sa contribution dans la période précédente ? Et il n'est pas indifférent de noter qu'Emmanuel Macron a mis tout particulièrement l'accent sur la formation des instituteurs et des professeurs. Ces derniers sont au cœur d'une transformation de l'éducation, mais leur action s'inscrit désormais dans une époque où émerge la formidable puissance des réseaux et de l'intelligence collective (Blamont, 2018). Des outils tels que les smartphones, les réseaux sociaux, la science participative offrent un potentiel encore largement inexploré et en pleine croissance. Outre l'accès à l'information, éventuellement de façon interactive, ces outils permettent des collaborations internationales que les finances ne limitent presque plus (APSA, 2018). Ils peuvent aussi élargir au-delà de l'école un propos éducatif qui associe familles et communautés locales : une manière de faire vivre ce sens communautaire si propre à l'Afrique.

2 La curiosité, moteur universel

Depuis vingt ans, les neurosciences nous ont beaucoup appris sur le développement de l'être humain, en particulier sur ses fonctions cérébrales, dès sa naissance et même auparavant. Ainsi, chez le nouveau-né, le petit enfant, l'écolier, le collégien adolescent, nous découvrons peu à peu comment se construit le rapport au langage, au monde qui l'entoure : celui des objets, de la lumière et des couleurs, des plantes et des animaux, du soleil et des étoiles… Une psychologue américaine, Alice Gopnick, a pu qualifier le nouveau-né de « scientifique au berceau » (Gopnik *et al*, 2005). Et ne nous qualifie-t-on pas souvent, nous autres scientifiques et chercheurs, de *grands enfants* ? Stanislas Dehaene, professeur au Collège de France, a consacré une de ses leçons à l'émergence universelle de la curiosité chez l'être humain (Dehaene, 2018). Si nous observons bien, nous constatons que, dans toutes les cultures, les enfants – filles aussi bien que garçons – en regardant le monde qui les entoure, posent des questions à leurs parents, des questions qui parfois nous surprennent par leur profondeur. Cette curiosité naissante est le fondement même de la science. Car la science, ce ne sont pas d'abord des réponses : pratiquer la science c'est savoir poser des questions sur les mystères du monde et lorsqu'on tient une bonne question, la découverte n'est pas loin. C'est cette pratique qui nous a appris l'art d'observer, qui nous conduit à raisonner sur ce que nous observons, à mesurer, et à proposer des hypothèses explicatives, à construire des modèles sur le monde, à conquérir une puissance sur lui, source de la technique et de la technologie. Mais l'enfant aime aussi toucher, manipuler,

expérimenter, tout particulièrement lorsque, comme souvent en Afrique, la nature lui demeure encore proche.

Faire vivre la curiosité, le regard et le talent de la main chez l'enfant est le propos de l'éducation. La famille saura transmettre à l'enfant, par les récits et les contes, un langage qui raconte le soleil, les étoiles, les plantes sous forme mythique, imagée. L'Afrique et ses cultures sont extraordinairement riches sur ce point. Puis c'est à l'école que revient de construire, sur ces premières expériences, des structures solides de pensée et des outils de langage. C'est ainsi que l'enfant va entrer dans la science qui est le « comprendre pour savoir », donnant du sens au monde qui l'entoure, et dans la technique qui est le « comprendre pour faire ». Ainsi outillé, il entrera dans le monde adulte sans avoir laissé ses talents en jachère (Pasquinelli, 2014).

3 Questions et esprit de recherche

Nous voici dans une école maternelle de la banlieue parisienne. Le maître demande à Isabelle (5 ans) de verser quelques gouttes d'encre rouge dans un verre d'eau puis d'y disposer une marguerite. Bientôt, les pétales commencent à rosir contrairement à ceux d'une autre marguerite disposée, elle, dans un verre d'eau claire. « Tiens, murmure Isabelle, l'eau, elle est montée dans les pétales » et, aussitôt après, s'adressant au professeur : « Maître, comment c'est possible ? L'eau, elle est montée. D'habitude l'eau, ça coule ». Jolie observation, merveilleuse question. La suite, on la devine. Le professeur va fendre, avec un scalpel, la tige devant les élèves, leur faire observer avec une loupe les fins « tuyaux » par où l'eau monte en raison de ce qu'il appelle la *capillarité*, un mot que les enfants auront à apprendre quitte à ce qu'ils n'en comprennent le sens que bien plus tard.

Et maintenant, une école de Lorraine, en France, a proposé à ses élèves, âgés de 6 ans (classe de CP) un défi qui les occupe pendant plusieurs mois : décider si une souris, qui parcourt un labyrinthe construit par les élèves, apprend à se diriger grâce à sa mémoire du chemin, ou en ayant déposé une odeur (Film, 2011). Ce court film, réalisé tout au long de l'année scolaire, est une magnifique démonstration de l'intelligence qui peut être mise en œuvre chez ces tout jeunes enfants.

Dans ce film, les fillettes sont tout aussi actives, tout aussi curieuses, tout aussi imaginatives que les garçons. Filles et garçons dialoguent à égalité, réfléchissent ensemble pour construire leur image du monde. La science n'a pas de genre, elle n'a pas de sexe, elle est une magnifique aventure propre à l'être humain. Il s'agit de comprendre, de raisonner, de se représenter son propre corps, la matière, inanimée ou vivante, le climat, l'évolution des espèces, la transmission entre générations. Tout ceci, bien entendu, se construit au cœur d'une culture, avec des idées héritées, parfois approximatives, naïves, encombrées de fausses évidences dont il va falloir douter pour les remplacer. Le choc est parfois rude entre ce que telle jeune fille imagine de la réalité et ce qu'elle finira, en éduquant son raisonnement, par en comprendre. Ce qu'elle en fera dans sa vie, dans ses choix personnels, ne relève pas de la science, mais de l'exercice de sa liberté, de son éthique, du discernement. Mais à tout le moins, l'éducation à la science lui aura donné cette liberté de réfléchir par elle-même, d'utiliser les mots justes pour exprimer sa pensée et pour la communiquer autour

d'elle, d'écouter les arguments et de juger, de réfléchir sa conduite et ses actes en les inscrivant naturellement dans sa propre culture. Elle saura également les raisonner vis-à-vis du mieux-être de son village, de son quartier, de sa nation, de son continent africain, et même du monde puisqu'aujourd'hui le changement climatique nous apprend que nous sommes totalement solidaires à la surface de la Terre, alors que nos sociétés sont envahies de science comme de technique.

4 L'aventure de *La main à la pâte*

C'est en s'appuyant sur de telles observations qu'en 1995, le prix Nobel de physique Georges Charpak (Académie, 2011) a lancé une opération qu'il appellera *La main à la pâte* (Charpak, 2005). Il s'agissait, dans les écoles primaires de France, d'aider les instituteurs à faire découvrir la science aux enfants. Nous voulions retrouver ce qui autrefois s'appelait la « leçon de choses », qui avait alors pratiquement disparu de nos écoles. Nous voulions que les enfants observent, expérimentent en faisant des expériences très simples avec un matériel élémentaire, expriment leurs questions, suggèrent des explications que la science appelle des hypothèses, les écrivent sur un cahier avec les mots de la vie quotidienne, puis cherchent à vérifier si la nature validait l'explication donnée ou si, au contraire, il fallait raisonner davantage et proposer une autre explication (Harlen, 2012). Très rapidement, cette pédagogie active s'est répandue dans les écoles françaises. Elle n'était pas vraiment nouvelle, la véritable nouveauté ayant été celle-ci : l'Académie des sciences de France, et de nombreux collègues scientifiques, consacrèrent beaucoup de temps à aider les instituteurs, en leur fournissant des ressources pour leur classe. Aujourd'hui, grâce à un site Internet extrêmement fourni, ces ressources gratuites sont disponibles dans toutes les écoles de France et de la francophonie (Fondation Lamap, 2018).

Nous savions bien sûr que la science est universelle. Mais nous avons découvert ce qui était déjà mentionné plus haut : la curiosité des enfants est également universelle. C'est cette double universalité qui nous a permis de dialoguer avec les écoles et les professeurs d'Asie, d'Amérique latine, d'Europe, et naturellement d'Afrique. Dans les écoles de Johannesburg ou de Lomé, du Cameroun ou du Sénégal, de Madagascar ou de Tunisie, du Maroc ou du Mali, nous avons constaté ce mariage merveilleux entre science et curiosité, entre technique et manipulation. Bien sûr, ce mariage s'exprime dans une culture particulière, avec des mots qui sont ceux de cette culture, de la famille de l'enfant, dans une nature qui est différente selon le climat, la latitude, la végétation, mais l'éveil à la science se produit presque toujours. Néanmoins, les idées majeures qui constituent le cœur de la science d'aujourd'hui, le Grand Récit qu'elle exprime tel que le propose Michel Serres (Serres, 2016), forment une base universelle pour toute éducation à la science (Harlen, 2015). Mise en œuvre à l'école et au collège, bien autant à destination des filles – généralement inventives en plus d'être curieuses – que des garçons, cette éducation aura le double mérite de donner aux enfants un esprit de rigueur et de méthode, et d'être la source d'un choix professionnel de technicien, de médecin, d'ingénieur, de professeur, de chercheur, au service de sociétés qui en manquent parfois cruellement.

5 Que faire ?

Partager ces idées générales sur la place que peut, ou devrait, occuper la science dans l'éducation est une chose, les mettre en œuvre en est une autre, sur le sol africain comme ailleurs. Sans doute, à l'image de ce qui se produit sur d'autres continents – Amérique latine et Europe notamment –, faut-il faire appel aux scientifiques africains eux-mêmes pour accompagner les enseignants et faire le pont entre universalité de la science et traditions culturelles ? De ce point de vue, il faut espérer des Académies des sciences des pays africains – dont la plupart sont nées dans les deux ou trois dernières décennies – qu'elles se lancent dans cette entreprise et qu'elles la fassent bénéficier de leur prestige. À coup sûr, nous devons également développer une coopération Sud-Nord, pour laquelle surgissent de nombreuses initiatives. Le projet CESAME, lancé en 2017 au sein de l'Académie des sciences de France, offre des pistes prometteuses (Cesame, 2017), dans le sillage de *La main à la pâte* et du programme *Scientiam Inquirendo Discere* en Italie (ANISN, 2018), avec le concours de l'ICTP (International Center for Theoretical Physics) de Trieste et celui des centres AIMS (African Institutes for Mathematical Sciences) en Afrique. Le programme APPRENDRE, coordonné par l'Agence Universitaire de la Francophonie, devra posséder un volet scientifique significatif (Apprendre, 2018), s'appuyant en particulier sur une belle initiative de physiciens, l'Association pour la promotion scientifique de l'Afrique (APSA, 2018).

6 La formation des maîtres, clé du renouveau éducatif

Ce renouveau se dessine sur tout le continent. À cet égard, un partenariat fructueux pourrait s'instaurer entre *La main à la pâte*, CESAME, le programme APPRENDRE et l'Institut de la Francophonie pour l'éducation et la formation, qui, situé à Dakar, s'appuie sur la Conférence africaine des ministres de l'éducation, et sur la conférence africaine des ministres de la jeunesse et des sports. À travers quatre programmes structurants – l'Initiative francophone pour la formation à distance des maitres (IFADEM), l'Initiative « École et langues nationales » en Afrique (ELAN-Afrique), la formation et l'insertion professionnelle des jeunes (FIPJ), l'Appui aux innovations et réformes éducatives (PAIRE). L'Institut de la Francophonie pour l'éducation et la formation accorde la priorité à l'éducation de base et à la formation professionnelle et technique. Il propose et organise des activités de renforcement des capacités des enseignants, des personnels d'encadrement, des cadres et gestionnaires du système éducatif, et d'évaluations des apprentissages des élèves. Il fournit aux États et gouvernements qui le souhaitent le conseil et l'expertise technique nécessaires sur différents aspects éducatifs, en vue d'améliorer la qualité des programmes d'enseignement, notamment par la promotion de l'innovation pédagogique.

Il s'agit, au fond, à la fois d'instruction et d'éducation, et le rôle du maître est essentiel dans les deux secteurs. *Instruire*, c'est la fonction propre des enseignants. Elle leur permet d'aller au cœur des méthodes et des savoirs, ce que marque le préfixe *in-*, qui signifie que l'on entre dans un champ de connaissance donné. Et ne pensons pas que la mise à disposition, grâce à Internet, de données en nombre considérable que chaque élève peut aujourd'hui, en Afrique comme en Europe, trouver sur sa tablette ou son téléphone portable, rende moins nécessaire ce face à face : Internet colporte des

données, mais ne classe pas, ne trie pas, n'élimine pas les erreurs ni les manipulations intéressées. Le maître apprend à choisir l'information fiable, à la contrôler, à relier l'expérience à la loi, à utiliser le questionnement critique pour accéder à un savoir authentique. Il aide la pensée à se structurer, sans quoi elle demeure floue et souvent impuissante. Il est important que non seulement les filles et garçons en bénéficient à tous les niveaux, mais qu'ils soient encouragés à aller le plus haut possible dans la découverte et la réalisation de leurs potentialités. Et sur ce point, l'observation montre que le corps enseignant lui-même doit refléter la dualité des genres et comporter des femmes professeurs, qui puissent être aussi examinatrices lors des examens et des concours.

L'éducation quant à elle met en cause le milieu familial autant que l'école, car elle s'adresse au futur adulte, à celui et à celle qui devra trouver un emploi digne et conforme à ses capacités, mais aussi au citoyen, celui qui vit dans une collectivité, qui peut souhaiter fonder une famille et qui a des devoirs envers ses concitoyens. Elle donne à tous les moyens de s'extraire des conditions socio-économiques de l'environnement ; elle rend capable d'autonomie, d'émancipation, de responsabilité.

Et les filles ont ici un double rôle, qu'il faut souligner : d'une part, elles ont le même droit à l'éducation, au plus haut niveau possible, que les garçons, et d'autre part, à un autre âge de leur vie, même si l'enseignement n'est pas leur profession, la part d'éducation qui revient à la famille va les solliciter, les mobiliser. Les mères guident leurs enfants, sont source d'interdictions et d'encouragement, de conseils et d'exemplarité. Elles peuvent ouvrir le monde des possibles en accompagnant la découverte du monde et de soi-même que réalise chaque enfant, parfois même en s'éduquant avec lui. Bien sûr, les pères sont également concernés et l'on ne peut que souhaiter qu'ils prennent toute leur part dans le processus d'éducation se déroulant au sein de la famille.

En fin de compte, ce sont les pratiques de tout le pays, sociales, politiques, culturelles, qui donnent tout leur sens à la priorité éducative, dont les citoyens et leurs élus portent la responsabilité. Le « moment » de Dar-el-Salaam marque, de ce point de vue aussi, un nouveau départ.

Références

[1] Académie (2011). *L'Académie des sciences rend hommage à Georges Charpak.* https://www.canalacademie.com/ida6675-L-Academie-des-sciences-rend-hommage-a-Georges-Charpak.html

[2] ANISN (2018). http://www.anisn.it/leggi_news.php?id=887

[3] Apprendre (2018). https://www.auf.org/nos-actions/toutes-nos-actions/appui-a-professionnalisation-pratiques-enseignantes-developpement-de-ressource-apprendre/)

[4] APSA (2018). http://www.scienceafrique.fr/

[5] Blamont, J. (2018). *Réseaux ! Le pari de l'intelligence collective.* CNRS Editions, Paris.

[6] Cesame (2017). http://www.academie-sciences.fr/pdf/conf/AEMASE3_CESAME.pdf

[7] Charpak, G., Léna, P., Quéré, Y. (2005). *L'enfant et la science.* O. Jacob, Paris.

[8] Dehaene, S. (2018). *Apprendre. Les talents du cerveau, le défi des machines.* O.Jacob, Paris.

[9] Film (2011). *La souris dans le labyrinthe.* https://www.youtube.com/watch?v=m0JMSUrzNV4

[10] Fondation Lamap (2018). *Fondation La main à la pâte.* http://www.fondation-lamap.org

[11] Gopnik, A., Meltzoff, A.N., Kuhl, P. (2005). *Comment pensent les bébés.* Le Pommier, Paris.

[12] Harlen, W. (2012). *Enseigner les sciences : comment faire ?* Le Pommier, Paris

[13] Harlen, W., coord. (2015) *Idées de science, idées sur la science.* Le Pommier, Paris.

[14] Normile, D. (2017), 'China's Childhood Experiment', *Science*, 357, 1226-1230

[15] Pasquinelli, E. (2014) *Du labo à l'école : science et apprentissage.* Le Pommier, Paris.

[16] Serres, M. (M. Legros & S. Ortoli, entretiens avec M. Serres) (2016). *Pantopie ou le monde de Michel Serres. De Hermès à Petite Poucette.* Le Pommier, Paris.

[17] Unesco (2016). *L'éducation pour les peuples et la planète : créer pour tous un avenir durable.*