

## **Merci, Madame Emma Castelnuovo !**

Quelle salubre bouffée d'oxygène dans mon travail dès l'instant où j'ai rencontré Emma en 1976 ! J'enseignais les mathématiques depuis 1969 selon les programmes français à Niamey, dans l'enseignement secondaire nigérien. J'avais 33 ans, j'en ai 70 aujourd'hui et pendant toutes ces années j'ai puisé sans cesse dans ce qu'elle m'a donné. Retraitée, je travaille toujours avec un groupe de professeurs du secondaire en France, à l'Université de Bordeaux, et ce qu'Emma m'a apporté me sert encore ! Je veux vous parler de ce que j'ai pu faire soit avec elle, soit sans elle, mais encore grâce à elle, pour lui dire un très grand : merci Emma !

C'est en Belgique que je l'ai vue pour la première fois, lors d'une Rencontre de la C.I.E.A.E.M. (Commission internationale pour l'étude et l'amélioration de l'enseignement des mathématiques) à Louvain la Neuve. Je suis restée un long moment devant les panneaux d'une exposition faite par ses élèves. Une idée s'imposait à mon esprit : elle devait venir à Niamey pour que les élèves et les professeurs nigériens profitent eux aussi de ce qui était pour moi une ouverture extraordinaire, en fait une révolution. Ce n'est pas du tout parce que les enfants Africains ont davantage besoin de « concret » que les jeunes Européens pour apprendre les mathématiques comme je l'ai entendu maintes fois ! Les Africains et les Européens, noirs ou blancs, ont la même tête ! Bien sûr, direz-vous, il y a le langage ! Mais les élèves et les professeurs nigériens avaient appris le français à l'école depuis leur plus jeune âge, sans doute aussi bien que mon père, petit paysan en France en 1930 et qui ne parlait pas français à la maison, même si la syntaxe de son patois était plus proche du français que le haoussa ou le djerma. Les leçons de mathématiques en français ne paraissaient pas plus difficiles et étrangères aux élèves nigériens que les études de littérature ou d'histoire française qu'on leur demandait, plutôt moins je crois ! Si je souhaitais la venue d'Emma à Niamey, c'était parce ses idées étaient bonnes pour tous les élèves du monde. Mais Emma m'intimidait, et je n'ai pas osé l'aborder pendant toute cette Rencontre !

Heureusement cet été là, après la C.I.E.A.E.M., suivait le grand I.C.M.E. à Karlsruhe où je l'ai retrouvée. Cette fois j'ai eu l'audace de lui parler de Niamey et elle a tout de suite accepté de venir. Oui, mais comment faire ? Nos élèves nigériens utilisaient les manuels français qui étaient à mille kilomètres de ce qu'elle enseignait ! J'ai bien compris que je ne pouvais pas compter sur un financement de l'Ambassade de France. La structure des I.R.E.M. (Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques) existait dans les universités françaises et le Recteur de l'Université de Niamey, un mathématicien africain, en avait créé un dans son université. Dès 1974 j'avais pu établir une coopération entre les I.R.E.M. de Niamey et de Rennes en France, ce qui apportait un peu de financement pour celui de Niamey. La première venue d'Emma au Niger, pendant une semaine de novembre 1977, a ainsi pu se réaliser sur invitation de l'I.R.E.M. de Niamey. Emma a donné une conférence devant les professeurs de mathématiques du secondaire de la capitale, tous français qui, à ma grande stupéfaction, n'ont rien compris ! La toile élastique a particulièrement suscité des réflexions désagréables. Ce n'était pas ce qu'ils avaient appris dans leurs études sur les transformations affines ! En revanche elle a fait des leçons dans les classes, une dans un collège de Niamey et d'autres dans de petites villes voisines et les élèves, eux, ont parfaitement compris ! A ma grande surprise, chaque fois, à la fin de la leçon, ils disaient en quittant la salle : « Merci Madame ! » ce que je n'avais jamais entendu dans une classe venant d'élèves aussi jeunes !

Je voulais vraiment qu'Emma revienne au Niger pour que son exemple entre dans les têtes, y compris dans la mienne, bien que chaque année, grâce aux Rencontres d'été de la C.I.E.A.E.M. où j'ai connu Carla, Daniéla, Lina, Lucilla, Mario, Nicoletta, Raimondo..., je m'instruisais un peu ! Emma était d'accord pour revenir à Niamey - pendant la saison froide !- à condition d'enseigner 15 jours dans une classe (les enseignants pouvant observer s'ils le souhaitaient) et terminer par une exposition avec les élèves. Encore une fois, comment faire ? Étant de passage à Paris, en 1978, j'ai obtenu un rendez-vous à l'U.N.E.S.C.O. avec un responsable suédois, un certain monsieur Jacobsen dont je n'ai pas oublié le nom, à qui j'ai expliqué l'urgence de donner un peu de recul aux Nigériens vis-à-vis de l'enseignement français des mathématiques. Et miracle, il a compris ! Ainsi Emma a pu venir à Niamey grâce à l'U.N.E.S.C.O. trois années de suite. En 1979 elle a enseigné 15 jours dans une classe de collège selon l'emploi du temps normal de mathématiques, puis réalisé une exposition avec les élèves sur la base de ce qu'ils avaient appris avec elle. Inutile de dire qu'il y a eu quelques grincements de dents, non seulement de la part de l'enseignant français professeur de mathématique dans la classe qui avait peur de perdre du temps dans le déroulement de son programme (!), mais aussi de la part du Directeur nigérien de l'enseignement secondaire au Ministère de l'Éducation, ex- professeur de mathématique du secondaire, venu voir l'exposition, et qui ne comprenait rien !

Par chance, le directeur du collège, nigérien lui aussi, ancien professeur de mathématique et syndicaliste, était très satisfait de l'expérience. Ainsi Emma a pu revenir l'année suivante, toujours avec l'U.N.E.S.C.O., et reprendre les mêmes élèves pour une autre exposition. Pour la première exposition, qui traitait de la proportionnalité directe et inverse, nous avons trouvé des feuilles d'une plante, sorte d'euphorbe, assez grasse pour ne pas se dessécher trop vite ! Emma m'ouvrait les yeux sur ce que je côtoyais tous les jours sans le voir comme les cases rondes et les greniers à mil cylindriques, qui n'étaient pas le signe d'une civilisation inférieure à celles qui construisent des parallélépipèdes !

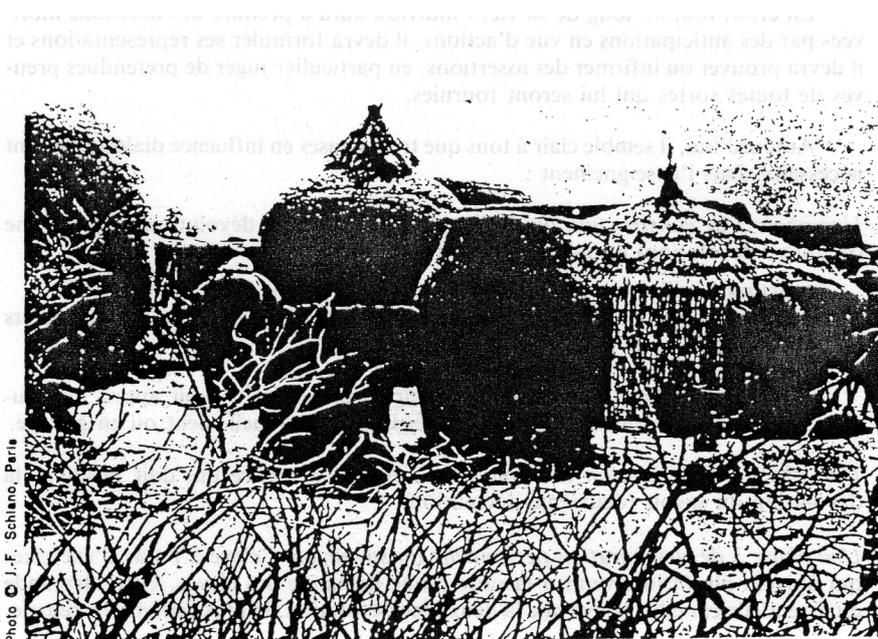


Photo © J.-F. Schiano, Paris

Cases et greniers à mil, de **forme ronde** visible dans toute l'Afrique du Sahel

Et regardez cette poupée ashanti<sup>1</sup> destinée à faire naître des bébés dans une famille.



Dans l'art, quand la proportionnalité n'est pas respectée, on obtient un effet saisissant ! Une année j'avais amené le nécessaire pour que les élèves d'une première classe de collège de Niamey mesurent leur taille et celle de leur tête. Ils étaient ravis car la plupart d'entre eux ne connaissaient pas leur taille, personne ne les ayant mesurés ! Ils ont été très surpris de constater que la hauteur de la tête était la même pour les plus grands et les plus petits, la même aussi pour les filles et les garçons, alors que plusieurs garçons avaient conjecturé à l'avance que les filles auraient des têtes plus petites ! Je leur ai fourni des statistiques sur les mensurations d'enfants de différents pays et ils m'ont dit très contents : « Nous avons la même grosseur de tête que les Européens donc nous pouvons tout faire comme eux ! ». Oui, même raisonner dans l'abstrait !

Tout le matériel des expositions était trouvé sur place car Emma ne pouvait pas amener grand-chose dans l'avion ! La seconde exposition avait pour titre : « Les coniques ». Nous avons couru toutes les deux dans Niamey pour chercher un abat-jour cylindrique que j'ai gardé ensuite longtemps..... Cette fois certaines réactions ont été encore plus violentes. Quel scandale de parler de coniques au collège ! Nous avons quand même quelques soutiens. La même année, en 1980, était arrivé à l'Université de Niamey, un couple de très bons mathématiciens français de Rennes. Marie-Françoise, qui est toujours mon amie, a vite compris la valeur du travail d'Emma. C'est grâce à Marie-Françoise qui a fondé une association travaillant à des actions pour le développement au Niger<sup>2</sup>, que j'ai pu avoir le contact demandé par Nicoletta pour organiser, il y a dix ans, la petite cérémonie dans le collège de Niamey où Emma avait fait ces deux expositions.

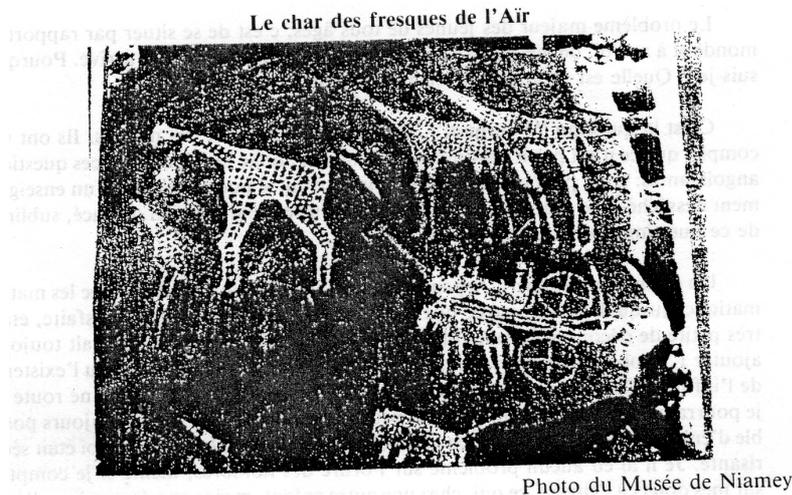
En 1982 Emma a pu revenir à Niamey et j'ai obtenu une Land-Rover de l'Université avec un chauffeur pour l'amener sur les pistes avec Marie-Françoise et moi. Emma a fait des leçons dans des collèges très loin de Niamey, jusqu'à Agadez, près du massif de l'Aïr où la pollution occasionnée par l'exploitation de l'uranium par la France ne s'était pas étendue

---

<sup>1</sup> Peuple du Ghana

<sup>2</sup> A.E.C.I.N. (Association d'Echanges Culturels Ille et Vilaine Niger), Tarbiyya Tatali (Aide au développement) <http://www.tarbiyya-tatali.org>

comme aujourd'hui. Dans ce collège, nous avons été accueillies très courtoisement par un professeur de mathématiques touareg, qui est resté tout à fait impassible derrière son voile en voyant arriver ce trio féminin et blanc, assez improbable dans ce lieu ! Au sujet de l'Air, Emma avait déjà attiré mon attention sur cette photo qui se trouvait au Musée de Niamey. Il s'agit d'une gravure rupestre datant de l'époque où le Sahara était habité. Le dessinateur avait tenu à rendre la symétrie du char !



Comme j'avais déjà vu les gravures de girafes dans ce site, je suis restée pour me reposer dans la maison où l'administration nous avait logées pendant que Marie-Françoise et Emma allaient découvrir les lieux. De sorte que, curieusement, ce voyage dans l'Air reste associé pour moi au problème de la boîte sans couvercle qu'Emma proposait aux élèves ! J'ai voulu utiliser ce moment de repos pour trouver une interprétation physique du fait que le volume maximal n'est pas celui du cube. C'est là que je me suis rendue compte, en observant mieux le développement au premier ordre de la fonction au voisinage d'un point, que ce volume maximal se produit quand l'aire de la base est précisément égale à la surface latérale ! Ce n'était certes pas une grande découverte... mais cela éclairait bien la variation du volume. Je pouvais ainsi expliquer aux professeurs que le maximum se produit pour le volume quand la différence entre ce que l'on gagne et ce que l'on perd est minimale ! Comme pour la variation de l'aire du rectangle de ficelle ! Bon résultat à faire découvrir aux élèves et, pour les professeurs, je pouvais ajouter l'écriture formelle de l'analyse. J'avais appris qu'il faut toujours, pour la formation des enseignants français, mettre le doigt sur les liens entre nos « petites » mathématiques et leurs études universitaires abstraites ! Par exemple pour convaincre mes collègues réticents de Niamey de l'adéquation de la toile élastique matérialisant les transformations affines, j'ai dû les faire revenir à la recherche des vecteurs propres d'une matrice  $2 \times 2$  et leur montrer qu'on peut se ramener à des valeurs propres réelles en composant avec une rotation. Emma m'a apporté de nombreuses idées pour faire travailler les élèves, les étudiants, les enseignants, sur des programmes allant de l'école élémentaire jusqu'au début de l'université et j'ai pu ainsi continuer seule dans cette voie.

En octobre 1983, j'ai pris un poste à Bamako, pour enseigner les mathématiques à l'Ecole Normale Supérieure (E.N.Sup.) de cette ville ; mes étudiants venaient d'obtenir un baccalauréat scientifique du même niveau que l'examen français et avaient été sélectionnés pour entreprendre des études universitaires durant 4 ans dans le but de devenir professeurs de mathématiques. J'ai passé deux années magnifiques à Bamako sur le plan professionnel avec

plusieurs collègues enseignants de mathématiques maliens qui appréciaient ce que je faisais et des étudiants sérieux et merveilleux. A l'occasion d'un anniversaire important à Bamako, le gouvernement a demandé une participation à l'E.N.Sup. J'ai proposé à mes étudiants de fabriquer une exposition sur le thème : « Soleil et mathématiques ».



J'avais gardé cette idée en moi depuis Niamey, grâce à Emma. L'exposition a eu un succès énorme et le Président du Mali lui-même est venu s'en faire expliquer le contenu par mes étudiants. Comme nous traitons des ombres, il est resté perplexe devant l'ombre d'une mosquée ! Nous avons un petit miroir parabolique pour expliquer le principe de la cuisinière solaire. Les femmes vont de plus en plus loin couper du bois et doivent transporter les fagots sur la tête pour leur cuisine. C'est une source de grande fatigue pour elles et cela participe à la déforestation. Nous avons écrit : Le soleil nous amène la sécheresse et la mort. Mais si nous savions l'utiliser, il pourrait nous donner de l'énergie, donc la vie. Nous avons montré, au Président, la néphroïde, caustique du miroir circulaire. Il n'en avait jamais vu autant dans une casserole....Et c'est une demoiselle, à la tête bien faite, qui, après lui avoir demandé de regarder dans la casserole, l'a informé sur l'équation de la courbe !



L'année suivante, en 1984, j'ai dû rentrer en France pour des raisons familiales et des raisons de santé. Avec des élèves des trois niveaux de lycée, travaillant ensemble, nous avons réalisé une exposition. La première s'intitulait : « Mathématiques et phénomènes de croissance » et l'autre : « Pythagore », l'année suivante dans un autre lycée. A propos de la poupée ashanti associée à la taille des enfants, qu'Emma m'avait appris à regarder, nous avons écrit que dans l'art négro africain, comme dans d'autres arts venus ailleurs, l'homme se transforme en transformant la nature, et ainsi il devient humain. Valoriser les civilisations arabes et africaines est fondamental dans les classes en France, pays colonisateur où prospère le rejet de l'émigré. Ces deux expositions devaient beaucoup à l'enseignement d'Emma.

Dès 1985, j'ai animé des stages de formation d'enseignants et j'ai dirigé un groupe de professeurs de collège et de lycée à l'I.R.E.M. de Bordeaux. Ces expositions et ces stages m'ont permis de recruter à l'I.R.E.M. des collègues de différents établissements dont j'avais pu mesurer la motivation, indispensable car les moyens matériels qu'on leur donnait pour travailler dans un groupe pendant leurs moments libres étaient dérisoires. C'est toujours le cas, en pire ! Les enseignants peuvent rester dans le groupe le nombre d'années qu'ils veulent, certains sont restés un an, d'autres dix, voire davantage. Pendant plusieurs années le groupe s'appelait « Mathématiques et réalités », puis il est devenu : « Didactique des mathématiques dans l'enseignement secondaire » et c'est encore son appellation aujourd'hui. En France une recherche en didactique universitaire s'était installée, initiée dans les années 1970 à Bordeaux et à Paris, pour l'enseignement élémentaire, et qui refusait ce que faisait Emma. Pendant que j'étais à Niamey j'avais passé une thèse de didactique à Paris et j'ai continué à m'instruire en arrivant à Bordeaux. J'ai appris beaucoup de choses de la didactique des mathématiques française. J'ai pu les transmettre à mes collègues, après en avoir retenu le meilleur, passé au filtre de l'expérience dans les classes. J'ai ainsi démarré en France en m'accommodant d'une schizophrénie didactique, qui s'est arrangée depuis, dans une heureuse synthèse que notre groupe actuel pratique très bien ! Emma est venue à Bordeaux deux fois. En 1990 elle a parlé notamment de fractals à des étudiants en mathématiques de deuxième année d'université qui voulaient être enseignants et suivaient un module de « pré- professionnalisation » dont j'avais la charge. Grâce à un des collègues du groupe I.R.E.M., qui enseignait en Dordogne, département du Sud-Ouest de la France où se trouve la fameuse grotte de Lascaux, Emma a fait une conférence dans sa ville. Marie-Françoise l'a également invitée à Rennes pour une conférence. Comme je l'avais constaté avec l'exemple d'Emma, fréquenter quelques années un ou deux « vrais » mathématiciens est important pour ceux qui s'occupent d'enseignement des mathématiques. Des idées suffisamment simples au départ pour des élèves, mais en fait très profondes, sont excellentes pour apporter du sens tout au long des études.

En France, chaque fois que je faisais une formation d'enseignants, que ce soit un stage court de quelques jours avec des professeurs ou que ce soit un module pour des étudiants, je m'organisais pour donner au moins une heure de cours devant eux, dans une vraie classe, avec des élèves. En voyant Emma enseigner j'avais beaucoup appris moi-même, et compris que l'exemple est irremplaçable pour amener un enseignant à changer sa méthode. C'est bien le moins que celui qui prétend dire aux autres comment enseigner, montre lui-même comment il met ses conseils en pratique ! Le petit matériel (ficelle, papier découpé, élastiques) qu'Emma m'a appris à utiliser en classe a cette vertu d'être un objet réel certes, mais si épuré qu'on peut modéliser facilement cette réalité, et faire très vite des mathématiques sans risquer de bloquer les élèves comme certaines évocations de la vie de tous les jours peuvent le faire. C'est excellent pour démarrer une leçon. C'est ce que les didacticiens français appellent une situation didactique : il y a un problème mis en situation dans un contexte. Les élèves peuvent prendre immédiatement en charge le problème : les didacticiens français disent que les

conditions de la dévolution du problème aux élèves sont bonnes. Quant à l'évocation de la « vraie » réalité, les élèves sont immédiatement intéressés quand ils voient que cela les concerne eux, profondément, en tant qu'êtres humains, quels que soient leurs problèmes familiaux et leur condition sociale. C'était le cas quand je mesurais les tailles des élèves nigériens, mais c'est aussi le cas si le professeur traite de la suite exponentielle avec la division de la cellule au début de la vie, ou le temps de doublement d'une somme en banque qui ne dépend pas de la somme initiale, ... et tant de choses que j'ai associées pour la première fois au cours de mathématiques dès les années 1980 et cela grâce à Emma. De sorte que ce que nous faisons dans mon groupe I.R.E.M. fondé en 1985 n'est toujours pas démodé en France où pourtant les programmes ont été complètement bouleversés depuis cette date ! Grâce à Emma nous avons franchi les décennies sans une ride et nous sommes encore en avance ! Grâce à Emma enfin j'ai retrouvé le ressort profond qui m'avait fait tant aimer les mathématiques dans mes études : elles me parlaient de l'infini. J'avais été émerveillée de découvrir l'infini des nombres ou les branches de l'hyperbole qui me faisaient passer d'un infini à l'autre d'un seul coup, en franchissant le zéro. J'ai retrouvé avec Emma la spirale logarithmique qui s'enroule vers son point asymptote, aussi fascinante que les fractals avec leur homothétie interne à l'infini. J'ai donné récemment à mes collègues et à des étudiants futurs enseignants cette photo du tombeau de Bernoulli dont tout le monde ici sait où elle se trouve<sup>3</sup>. Il est écrit : transformée je renaiss, semblable à moi-même.



En nous transmettant ton savoir ma chère Emma tu renaiss un peu dans nous tous, tes élèves. Avec ton nom, nous le transmettons à notre tour. Certes il est transformé, mais l'esprit demeure.

Annie Berté  
Talence – avril 2013

---

<sup>3</sup> J'ai découvert cette photo dans l'ouvrage : *La mathématique dans la réalité*, Emma Castelnuovo et Mario Barra, Editions CEDIC, Paris, 1980. Il s'agissait de la traduction française de *Matematica nella realtà*, Edition Boringhieri Società per azioni, Turino, 1976.