Éducation informelle, ethnomathématiques et processus d'apprentissage[1]

Pierre Dasen, Anahy Gajardo & Lysette Ngeng
Université de Genève

INTRODUCTION

Nous situant dans le cadre général de l'anthropologie de l'éducation, et plus particulièrement des « approches interculturelles en sciences de l'éducation » (Dasen & Perregaux, 2000 ; Akkari & Dasen, 2004), nous examinons dans ce chapitre l'éducation dite informelle dans le cas particulier des mathématiques. Mathématiques et écriture sont souvent vues comme inséparables, et donc relevant d'une transmission nécessairement formelle, scolaire. Mais n'y a-t-il pas de savoir mathématique dans les sociétés n'utilisant qu'une transmission orale ? ou, chez les personnes non scolarisées ? ou encore dans les situations quotidiennes extrascolaires ?

Le domaine d'études qui répond à ces questions est communément appelé « ethnomathématiques ». La controverse sur les définitions de l'éducation formelle, non formelle et informelle (Dasen, 2000, 2004 ; Maulini & Montandon, ce volume), se retrouve autour du terme d'ethnomathématiques, dont la première utilisation est attribuée à D'Ambrosio (1985), et qui recouvre ce que d'autres appellent mathématiques informelles, spontanées, quotidiennes ou encore indigènes, locales, etc. Parmi les nombreuses définitions

---

1. Nous remercions les étudiants d'un cours-séminaire de DEA, ainsi que nos collègues du Régaie (Réseau genevois en approches interculturelles de l'éducation) et en particulier Tania Ogay et Carole-Anne Deschoux, ainsi que Annick Flückiger, El Hadi Saada, Jacques Sésiano pour leurs commentaires critiques (que nous n'avons sans doute pas réussi à satisfaire). Une bibliographie comprenant environ 400 titres est à disposition sur le site : http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/dasen/Dasen.htm

de la littérature consacrée à ce domaine, nous retiendrons celle de Vithal et Skovsmose (1997) :

> Les ethnomathématiques se réfèrent à un ensemble d'idées concernant l'histoire des mathématiques, leurs racines culturelles, les mathématiques implicites dans des contextes quotidiens, et l'enseignement des mathématiques. Comme idée pédagogique, cette approche suggère que les contenus de l'enseignement des mathématiques devraient être enracinés dans les mathématiques de la culture familière aux enfants. Les ethnomathématiques […] se réfèrent également aux mathématiques implicites utilisées par un groupe culturel, par exemple quand nous parlons des mathématiques implicites dans la pratique des charpentiers (p. 133).

Si nous nous en tenons à l'idée qu'il s'agit des mathématiques apprises en dehors du système d'éducation formelle, les liens sont évidents avec la problématique des « savoirs quotidiens » ou *everyday cognition*, (Segall, Dasen, Berry, & Poortinga, 1999), notamment la question des processus d'apprentissage favorisés dans les situations informelles, ou du potentiel de transfert des savoirs quotidiens. En fait, en effectuant cette revue de la littérature, nous n'avons trouvé que très peu d'études portant sur les processus d'enseignement/apprentissage. Comment des enfants (ou des adultes illettrés) acquièrent-ils des mathématiques dans les activités quotidiennes ? On sait maintenant mieux ce que les enfants qui vendent des produits au marché ou dans la rue (ou encore des contremaîtres, bookmakers ou pêcheurs illettrés au Brésil) savent faire en arithmétique orale (Nunes, Schliemann, & Carraher, 1993 ; Saxe, 1991, 1998), mais pas comment ils l'ont appris.

Le point de départ : difficultés dans l'enseignement des mathématiques

La recherche en ethnomathématiques a débuté en réaction aux difficultés rencontrées dans l'enseignement des mathématiques dans les écoles de pays non occidentaux. Gay et Cole (1967) ont été intrigués par les difficultés qu'éprouvaient les élèves kpelle au Libéria dans l'apprentissage de concepts mathématiques exigés par le programme scolaire. Ils ont alors cherché à savoir comment les Kpelle utilisent, dans leur contexte culturel, la mesure, la géométrie, le langage spatial et les opérations arithmétiques. Par exemple, les Kpelle n'utilisent pas une unité de mesure standard, mais des unités différentes, toutes liées au corps (empan, pied, brassée), selon le type d'objet à mesurer. Gay et Cole (1997) et plus tard, Cole, Gay, Glick et Sharp (1971), dans une série d'expériences inspirées de la psychologie expérimentale mais adaptées au contexte libérien, démontrent que les Kpelle analphabètes arrivent à utiliser les processus étudiés, pour autant que le contexte et le contenu des problèmes leur soit familier.

Bishop (1983) et Lancy (1983) ont analysé les problèmes rencontrés par les étudiants de Papouasie-Nouvelle-Guinée en relation avec les mathématiques et les sciences. Les résultats d'une série de tests de géométrie montrent que les étudiants papous manquaient d'expertise dans le dessin, et traduisaient plusieurs termes anglais avec un même mot dans leur langue. Bishop analyse ces difficultés non pas en termes de déficit, mais comme un manque de familiarité avec les conventions mathématiques européennes et l'insuffisance d'adaptation des tests. On voit ainsi comment s'est fait le passage entre des approches psycho-pédagogiques et des études ethnographiques plus relativistes.

Supériorité asiatique en mathématiques

Également dans une approche psycho-pédagogique comparative, il y a eu le débat sur la meilleure réussite en mathématiques scolaires des élèves du Japon, de Chine, Taiwan et Corée, suprématie qui a inquiété les Américains, et qui persiste selon les derniers résultats de PISA. Les travaux les plus connus ont été menés par Stevenson et Stigler (1992) et leurs équipes dans les années 1980-90, et la problématique a été bien résumée par Fischer (2002). Les facteurs explicatifs sont nombreux. Il y a tout d'abord la facilité du système numérique chinois, qui, contrairement au français ou à l'anglais, est parfaitement régulier (p. ex. onze se dit dix-un, vingt se dit deux-dix) et comporte des mots courts. Il y a ensuite, et surtout, l'importance attribuée aux études en général et aux mathématiques en particulier dans les systèmes scolaires asiatiques, et le temps important consacré aux devoirs à domicile. Les élèves américains et leurs parents ont tendance à surévaluer les performances en mathématiques, et à attribuer la réussite à un don inné, ce qui diminue la motivation de faire des efforts. Le style d'enseignement est également différent : au Japon, par exemple, l'enseignant pose d'abord un problème à la classe sans donner d'explications, et à Taiwan, 36 % (contre 3 % chez des enseignants américains) des explications utilisées par des enseignants (en 5e primaire) consistaient en des méthodes de résolution alternatives (Perry, 2000).

Universalité et relativisme culturel des mathématiques

Selon Bishop (1988b) les activités suivantes, liées aux mathématiques[2], sont universelles : compter, mesurer, se situer dans l'espace, dessiner et bâtir, jouer et expliquer. Cela signifie qu'elles existent d'une façon ou d'une autre

2. Ascher (1998, p. 13) définit comme mathématiques « les idées qui traitent de nombres, de logique, de configurations spatiales, et surtout de la combinaison ou de l'agencement de ces

dans chaque société, mais bien entendu sous des formes très différentes. Cette façon de considérer l'universalité des activités mathématiques de base correspond bien aux résultats des recherches interculturelles comparatives sur les processus cognitifs, où l'on constate également l'universalité des processus de base, au niveau des compétences, mais des différences culturelles dans la façon de les mettre en pratique par rapport à des contextes et des contenus différents (Dasen, 1993).

Ceci dit, il y a controverse ! Du côté des relativistes, Bishop (1988a/b) et Barton (1996) considèrent que les mathématiques formelles, scolaires, sont également « ethno », c'est-à-dire les mathématiques liées à une culture particulière (scientifique, occidentale). Et D'Ambrosio (2001a, p. 67) estime même que « l'origine des ethnomathématiques que nous appelons maintenant simplement mathématiques se situe dans le contexte particulier du bassin méditerranéen. Par la conquête et la colonisation, ces mathématiques ont été imposées à l'ensemble du monde ». De l'autre côté il y a les absolutistes, qui considèrent la démarche scientifique comme universelle. Par exemple, Rowlands et Carson (2002) affirment que le caractère de vérité des mathématiques ne dépend pas des contenus culturels. Selon eux, les mathématiques académiques sont aujourd'hui largement acceptées partout, comme les sciences ou la médecine, à cause de leur efficacité universelle.

Notre position est intermédiaire entre ces deux extrêmes, et rejoint celle d'Eglash (2000). Celui-ci considère qu'entre les deux définitions du concept ethnomathématiques, les mathématiques des petites sociétés autochtones et une anthropologie générale de la pensée et des pratiques mathématiques, il n'y a pas de contradiction mais qu'elles sont complémentaires. Selon la seconde acception, tout savoir est effectivement socialement construit, et il est donc possible d'envisager les mathématiques formelles comme faisant partie des ethnomathématiques plutôt que le contraire.

L'histoire multiculturelle des mathématiques académiques

Ifrah (1985) nous fournit une impressionnante histoire mondiale de l'invention des systèmes numériques, dont il situe la première origine connue en Mésopotamie il y a environ 5000 ans (et dont nous gardons encore des

composantes en systèmes ou en structures ». Mais, poursuit-elle, « la catégorie "mathématiques" est occidentale, et ne peut être retrouvée dans les cultures traditionnelles. Non que les idées ou les concepts que nous tenons pour mathématiques n'existent pas dans d'autres cultures, mais plutôt que d'autres populations ne les isolent ni ne les regroupent comme nous le faisons. » (Ascher, 1998, pp. 13-14).

traces en utilisant 60 comme base de calcul du temps). Ainsi, les mathématiques « occidentales » ont en fait une histoire mouvementée, qui reflète des apports successifs très variés, en partant de la Mésopotamie et de la Grèce antique, en passant par l'Égypte et l'Inde (où on situe l'invention si importante du zéro), et en particulier de la part du monde arabe (Sesiano, 1999), sans oublier des échanges avec les mathématiques chinoises (Kyosi, 2000). Ainsi, l'histoire des mathématiques formelles fait également partie des ethnomathématiques (Selin, 2000).

Néanmoins, Eglash (2000, p. 15) fait remarquer qu'il peut y avoir un effet pervers à ne considérer que les mathématiques des grandes civilisations de l'écrit :

> Nous avons peut-être de la peine à *traduire* les mathématiques des sociétés sans État dans les mathématiques occidentales dont nous avons l'habitude, mais il n'y a pas de raison *a priori* de voir cette difficulté comme une infériorité. […] En mettant l'accent sur les empires des Égyptiens, Maya, Chinois, Hindous et Arabes, nous risquons de continuer à considérer les petites sociétés qui les entouraient comme primitives.

Nous retrouverons ce débat dans la seconde partie de ce chapitre, quand nous examinerons les applications pédagogiques.

Les systèmes numériques

Il serait également intéressant de parler ici des différents systèmes numériques. C'est le comptage sur les mains (et les pieds) qui explique sans doute que la plupart des systèmes dans le monde ont une base 10, souvent en combinaison avec 5 et 20 (Ascher, 1998). Même à l'intérieur du système décimal qui est devenu mondial, Girodet (1996) constate des variations culturelles dans les marqueurs spécifiques (point, virgule, signes pour les opérations) et dans les diverses techniques opératoires pour additionner, soustraire, multiplier et diviser. L'auteur passe notamment en revue les traditions anglaise, française et japonaise.

Un système numérique qui a particulièrement retenu notre attention est le comptage sur les parties du corps, fréquent en Papouasie-Nouvelle-Guinée, par exemple celui des Yupno (Wassmann & Dasen, 1994) ou des Oksapmin (Saxe, 1981). Saxe (1982, 1999) avait déjà montré comment les Oksapmin ont adapté leur système, qui ne servait traditionnellement qu'à dénombrer des objets, pour pouvoir effectuer des additions et soustractions, ceci sous l'influence de l'introduction du système monétaire dans les années 1960. Plus récemment, Saxe et Esmonde (sous presse) sont retournés sur le terrain pour étudier plus avant l'influence du changement social sur les pratiques de quantification et de calcul. Ainsi, ils montrent comment l'utilisation du même terme « *fu* » a changé au cours des années. Il désignait tout d'abord soit « beaucoup » soit « le petit doigt de l'autre main » (l'équivalent de notre 27) ou « un homme complet », dans le système traditionnel. Sous l'influence du système monétaire, *fu* était ensuite utilisé pour l'équivalent de 20 (pour 20 shillings dans une livre, puis 20 pièces de 10 toea pour un billet de 2 Kina). Actuellement, le même terme est utilisé pour le double de n'importe quel chiffre désigné par une partie du corps, mais, semble-t-il, seulement quand il s'agit de compter de l'argent. Étant ainsi, en quelque sorte, en prise directe avec le changement historique, il sera intéressant de voir si *fu* va encore évoluer vers une multiplication indépendante du contenu.

CALCULS, HASARD ET PROBABILITÉS

Le programme de recherche le plus complet sur les calculs effectués hors de l'école est celui des « mathématiques de la rue » étudiées par l'équipe de Recife au Brésil (Nunes, Schliemann & Carraher, 1993), avec des enfants vendant des produits au marché, puis avec différents professionnels comme les contremaîtres ou pêcheurs, dont une partie est non scolarisée. Dans la même ville, nous avons aussi l'étude de Saxe (1991, 1998, 2001) avec les enfants des rues qui vendent des bonbons, une des rares à s'intéresser aux processus d'apprentissage. Ces travaux ont été résumés par Segall et al. (1999), Fischer (2002) et Dasen (2004) dans le cadre général de l'étude des savoirs quotidiens. Parmi les publications plus récentes de cette équipe, nous n'en relèverons qu'une un peu en détail, portant sur les probabilités.

Schliemann et Acioly (1989) ont étudié la compréhension des probabilités avec 20 bookmakers (ayant entre 0 et 11 ans de scolarisation) qui prenaient des paris dans une loterie au Brésil. Dans cette loterie un numéro de 4 chiffres est tiré chaque jour, et les clients peuvent parier sur toutes les combinaisons possibles d'une série de chiffres qu'ils indiquent au bookmaker.

Comment les bookmakers s'y prennent-ils pour faire leurs calculs ? Il y a des additions et des multiplications à faire, et les calculs sont presque toujours corrects. Il est par contre difficile de savoir d'après ces observations si les bookmakers ont réellement compris les concepts mathématiques de permutation ou de probabilité, car ils procèdent par routines, et utilisent des tables qui leur permettent de résoudre des problèmes qu'ils ne pourraient pas résoudre par eux-mêmes.

Les chercheuses posent ensuite des problèmes calqués sur les observations de la première partie, mais qui font intervenir des nombres inhabituels ou bien demandent d'inverser un calcul habituel (p. ex. division au lieu de multiplication) ainsi que des questions qui portent sur des permutations de couleurs, ou de lettres, qui ont la même structure que les problèmes habituels de la loterie, mais avec des contenus différents.

Cette seconde partie confirme tout d'abord le style « empirique » de Scribner (1979) : les non-scolarisés refusent souvent d'entrer en matière. Ils disent par exemple que, ne sachant pas lire, ils ne peuvent pas trouver toutes les combinaisons des lettres d'un mot, même si on leur suggère que les lettres peuvent être remplacées par des chiffres.

La compréhension des probabilités (obtenue par interview) est fortement liée à la scolarisation :

> Cela suggère que l'influence de la scolarisation n'est pas limitée à des contenus enseignés explicitement, mais que l'expérience de l'école produit une façon différente d'analyser et de comprendre les activités quotidiennes. […] Les résultats de la seconde partie de notre étude montrent le rôle positif de l'école dans la solution de problèmes qui sont un peu différents de ceux rencontrés au travail. (Schliemann & Acioly, 1989, pp. 216-217)

L'ensemble de la recherche donne une bonne illustration des capacités de calculs dans une activité quotidienne, mais aussi des limites du style cognitif des non-scolarisés, qui empêche le transfert et la généralisation.

Parmi d'autres recherches portant sur les probabilités, citons celle de Ascher (1997) qui étudie le *sikidy*, un système de divination utilisé à Madagascar, analogue au *I Ching* des Chinois, qui repose sur 2^4 combinaisons possibles, et comme la procédure est répétée quatre fois, cela donne un total de 16^4 (65536) dispositions différentes. Ascher (1998) décrit un jeu de hasard pratiqué par de nombreux groupes d'Amérindiens, consistant à lancer 6 jetons qui retombent pile ou face. Le nombre de points attribués correspond aux probabilités de chaque combinaison, ce que Ascher prend comme preuve d'une compréhension des probabilités. Gerdes (1996) fait la même interprétation pour un jeu pratiqué en Côte d'Ivoire avec des cauris.

Le problème avec une telle interprétation est que même si le *sikidy* comporte des mathématiques binaires dans une combinatoire fort complexe, et même si le jeu de hasard lui-même implique une évaluation correcte des probabilités, cela ne prouve pas que l'individu qui les pratique ait cette compréhension. Quant aux analyses mathématiques très détaillées que nous fournit Ascher, ce sont, de toute évidence, *ses* analyses. Il s'agit donc de mathématiques implicites dans une activité culturelle qui n'est pas pensée comme mathématique dans la culture d'origine.

LA GÉOMÉTRIE : DES ETHNOMATHÉMATIQUES EN GRANDE PARTIE « FIGÉES »

Archéologie et histoire

Quand les archéologues retrouvent des fresques, mosaïques ou autres décorations sur les monuments, ils peuvent en analyser les composantes géométriques, telles que les différentes symétries, et peuvent en conclure que les artisans devaient savoir mesurer de façon exacte, et qu'ils utilisaient des instruments tels que le compas et l'équerre (Vinette, 1986). Par exemple, la position des éléments architecturaux Maya, leur orientation et la forme des ouvertures par rapport au vent, montrent que les Maya possédaient un système géométrique et des connaissances astronomiques importantes (Morales, 1993).

Ascher (1998) a décrit les concepts géométriques de symétrie qui existent dans les motifs des bandes décorées utilisées pour la confection des vêtements chez les Incas et les Maoris. Elle montre que les sept groupes de symétrie identifiés en géométrie se retrouvent dans ces décorations. Parmi les nombreuses recherches sur les symétries (Eglash, 1994 ; Gerdes, 1995a ; Zaslavsky, 1979) relevons celles de Nishimoto et Berken (1998) et Barkely (1999) qui ont étudié la symétrie dans les motifs de ceintures, bracelets et écharpes fabriqués avec des perles par les Amérindiens au XIXe siècle. Ces motifs comportent l'ensemble des sept groupes de symétrie, avec une prépondérance de dessins utilisant à la fois une symétrie horizontale, verticale et de rotation.

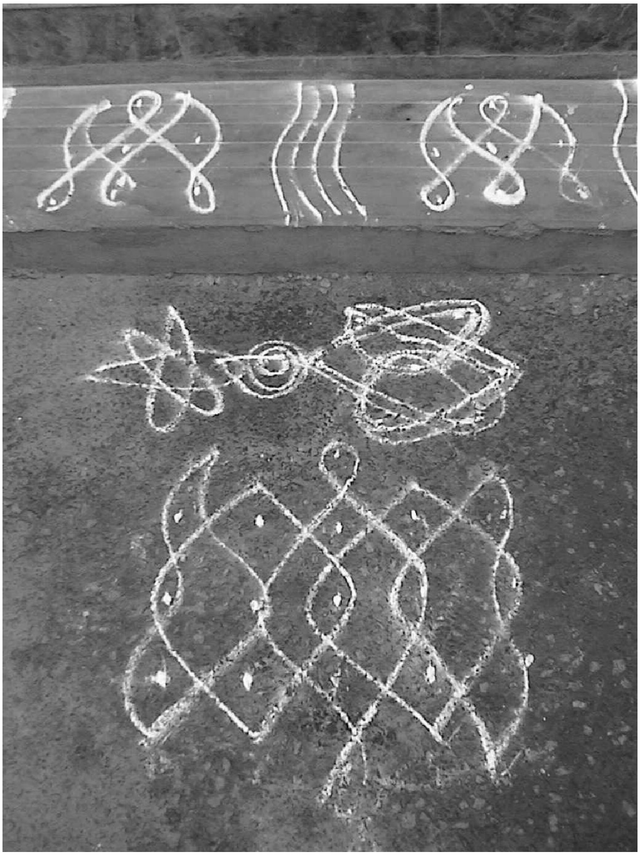
Parmi de nombreuses autres recherches ethnographiques relevant d'une organisation géométrique de l'espace, relevons la navigation traditionnelle en Océanie (Gladwin, 1970) et les « cartes » marines qui combinent la localisation des îles avec une symbolisation des courants et des vagues (Ascher, 1995). Ce type de navigation ayant pratiquement disparu de nos jours, il est malheureusement devenu difficile voire impossible de questionner des navigateurs sur leurs pratiques.

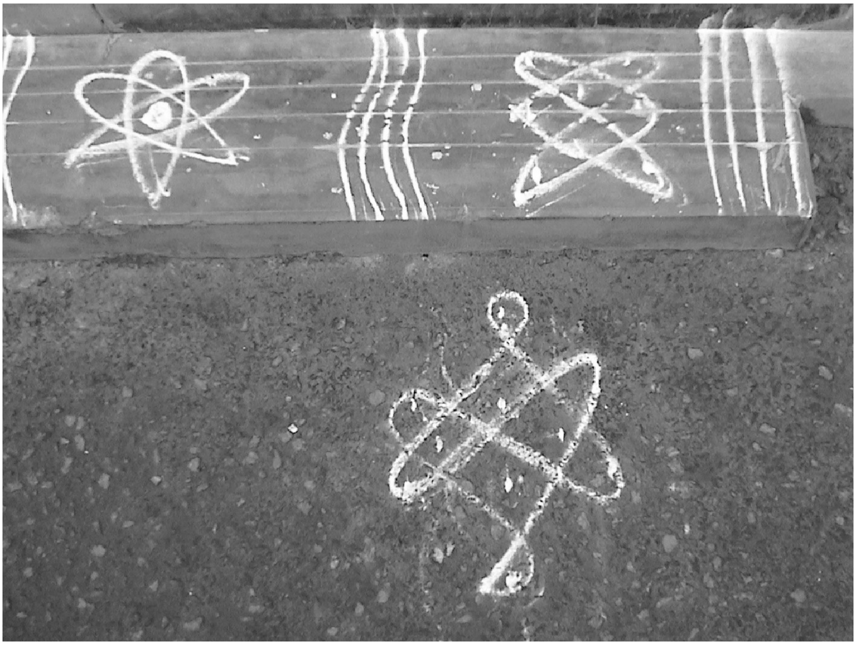
Dessiner dans le sable

Gerdes (1986, 1995a/b) et Ascher (1998) analysent les *sona*, les dessins sur le sable des Tchokwé en Angola, qui avaient aussi fait l'objet d'une thèse dans notre Faculté (Vergani, 1983). Ces dessins accompagnent généralement des contes ou proverbes, et servent à leur transmission d'une génération à l'autre. Ils sont toujours basés sur un réseau orthogonal de points équidistants, marqués dans le sable du bout des doigts ; le nombre de lignes et de colonnes dépend du motif représenté. Le dessin est effectué en traçant une ligne autour des points, souvent d'un seul trait et sans s'arrêter, en suivant un algorithme précis. Les dessins peuvent varier du plus simple (par exemple 2 x 2 points, ou 5 points comme sur un dé) jusqu'à des matrices très compliquées.

Des dessins tout à fait semblables appelés *kolam* se font dans le Sud de l'Inde, au Tamil Nadu, sur les seuils des portes (voir Figure 1). Ces *kolam* sont analysés par Gerdes (1995b, volume 3) dans une étude comparative de dessins similaires dans de nombreuses traditions, allant de la Mésopothamie et l'Égypte ancienne aux Indiens Navajo, à Vanuatu (en Océanie) en passant par les Celtes.

Figure 1 : Exemples de *kolam* (dessins sur les seuils des portes) en Inde du Sud (photos Pierre Dasen)





Gerdes fait l'analyse des mathématiques sous-jacentes à ces dessins. Il arrive ainsi à illustrer de nombreux concepts mathématiques, tels que la multiplication, la division, les puissances, ou des « carrés magiques ». Ses démonstrations sont fort impressionnantes, mais on ne peut s'empêcher de penser que ces structures mathématiques n'émergent qu'à cause des connaissances du chercheur. Dans les mots de Gerdes lui-même, ce savoir mathématique est « gelé », et il propose de le dégeler pour une utilisation pédagogique.

L'abstraction à laquelle se livre Gerdes va jusqu'au point où, estimant qu'un dessin symétrique et monolinéaire représentait « l'idéal traditionnel et culturel » (Gerdes, 1995b, vol. 3, p. 495), il pense qu'on pourrait considérer des dessins non symétriques ou tracés avec plusieurs lignes comme « des versions dégradées de figures qui, à l'origine, étaient composées d'une seule ligne fermée » (p. 498), et que l'on peut « corriger » pour les rendre plus conformes !

Dans la figure 1, on voit plusieurs exemples de dessins monolinéaires symétriques, mais le dessin le plus complexe (dans la photo du haut) est construit avec cinq lignes différentes. De savoir si ce dessin pourrait être « corrigé » pour le rendre monolinéaire est de toute évidence une question de mathématicien plutôt que d'ethnologue !

DISCUSSION : ETHNOMATHÉMATIQUES FIGÉES OU VIVANTES ?

Les mathématiques évoquées ci-dessus, comme les dessins dans le sable, la construction d'une maison ou la symétrie dans les décorations, sont « gelées » ou « figées » non seulement parce qu'elles sont implicites, mais surtout parce que les chercheurs travaillent sur la base de documents qu'ils trouvent dans les livres ou les musées, sans contact direct avec les personnes qui effectuent ces pratiques. On peut aussi inclure dans cette catégorie des exemples tirés de l'archéologie et de l'histoire (p. ex. les quipu des Incas – Ascher & Ascher, 1997), ou en ethnographie, celles qui ne sont plus pratiquées (p. ex. la navigation traditionnelle).

Par mathématiques « vivantes » [faute d'un meilleur terme – certains collègues nous ont suggéré « actives » ou « activées »], nous entendons les pratiques quotidiennes comprenant des processus mathématiques (arithmétique, résolution de problèmes) effectués en présence des chercheurs, même si les acteurs ne sont pas nécessairement conscients de « faire des mathématiques ». Cela permet l'analyse plus fine des processus mis en jeu. Il faut donc ajouter des méthodes psychologiques à l'observation ethnographique, introduisant des situations nouvelles (et donc le transfert), pour mettre en évidence les processus cognitifs effectivement mis en jeu.

Dans les études relevant de géométrie « vivante », signalons celle de Oliveras (1997) qui décrit les mathématiques cachées contenues dans certaines productions culturelles artisanales en Andalousie, de Millroy (1991) qui analyse les concepts géométriques utilisés par un groupe de menuisiers sud-africains, et de Cottereau-Reiss (1998) qui étudie une pratique traditionnelle de pliage chez les enfants Kanak de la Nouvelle-Calédonie.

Si les mathématiques dites gelées peuvent fort bien contribuer aux trois types d'applications pédagogiques que nous allons relever ci-dessous, ce sont les ethnomathématiques vivantes, et elles seules, qui permettent aux chercheurs d'établir le bilan réel de ce que l'enfant apporte à l'école comme savoirs informels. Ce sont encore les recherches sur les ethnomathématiques vivantes qui permettent d'étudier quels sont les processus de raisonnement réellement utilisés, et comment ils peuvent ou non s'appliquer à des contenus nouveaux. Malheureusement, ce type de recherches, qui était en vogue dans les années 1980-90, se fait de plus en plus rare. Il est vrai qu'il s'agit de recherches difficiles à mettre en place, et pour lesquelles il faut pouvoir combiner une approche ethnographique et psychologique.

Il faudrait aussi déterminer comment ces savoirs informels sont acquis, et seules les recherches en ethnomathématiques « vivantes » pourraient répondre à cette question. Nous espérons voir ces prochaines années davantage de recherches microgénétiques sur les processus d'apprentissage dans le champ de l'éducation informelle[3].

LES ETHNOMATHÉMATIQUES À L'ÉCOLE ? ENTRE PROPOSITIONS PÉDAGOGIQUES ET ENJEUX POLITIQUES

Considérant les modalités d'apprentissage et d'enseignement des mathématiques formelles ou informelles comme des processus de transmission culturelle, les ethnomathématiques se sont fortement intéressées aux applications pédagogiques. Nous distinguons trois questions légèrement différentes mais liées entre elles, autour desquelles s'articulent la plupart des discussions consacrées aux rapports entre mathématiques et éducation. Tous ces travaux s'interrogent, de manière frontale ou en filigrane, sur ce qu'impliqueraient la reconnaissance et la prise en compte de ces « autres mathématiques » dans l'enseignement formel (diversification des curriculums, pédagogie interculturelle, etc.) et sur les enjeux politiques, idéologiques et didactiques de cette proposition.

1. Les ethnomathématiques peuvent-elles contribuer à la revalorisation des savoirs locaux, informels et/ou traditionnels, dans les pays où les systèmes éducatifs sont marqués par l'histoire coloniale et/ou néo-coloniale (populations indigènes, minorités ethniques et socio-culturelles) ?
2. Quels sont les liens entre les mathématiques formelles et/ou scolaires et les mathématiques informelles et/ou traditionnelles ? L'école devrait-elle les prendre en compte, voire les intégrer dans ses programmes ?
3. Par rapport au développement de mathématiques dites « multiculturelles », y a-t-il un sens à intégrer les ethnomathématiques dans les écoles marquées par l'hétérogénéité culturelle des classes ?

Ethnomathématiques, revalorisation culturelle et éducation politique

Nées dans un contexte de lutte mondiale pour l'émancipation culturelle et économique des anciennes colonies européennes, les ethnomathématiques se caractérisent par la dimension fortement politique qui a marqué l'émergence de la discipline au tournant des années 1960 (D'Ambrosio, 1985 ; Eglash, 2000 ; Gerdes, 1996 ; Powell, 2002 ; Powell & Frankenstein, 1997). À ce titre, Gerdes (1996) parle d'un véritable « mouvement » ethnomathématique réunissant des chercheurs scientifiquement « engagés »

3. La recherche longitudinale de Greenfield (2004) est un modèle du genre, qui a inspiré l'une d'entre nous (Ngeng) à entreprendre une observation de l'apprentissage de la poterie au Cameroun.

autour de l'idée que les mathématiques formelles ou académiques contiennent un système de valeurs (rationalité, objectivité, progrès, etc.) inhérent à la civilisation occidentale dans laquelle elles sont ancrées historiquement (D'Ambrosio, 2001a). Au fondement de ce courant est la critique de l'imposition, à travers l'école, des mathématiques formelles et/ou académiques à des populations ne partageant pas nécessairement ce système de valeurs (Bishop, 1988a/b ; Gerdes, 1995a/b, 1996 ; Graham, 1988), et de l'inadaptation de ces mathématiques à une utilisation pratique dans leur vie quotidienne. À ces critiques s'ajoute celle de la non-reconnaissance des savoirs et pratiques mathématiques des populations traditionnelles, des minorités ethniques et socioculturelles. En effet, depuis les conquêtes coloniales, mais également dans les transferts de systèmes éducatifs au moment des indépendances, les savoirs dits traditionnels ont été systématiquement dévalorisés, et cette dévalorisation a souvent été intériorisée.

Au demeurant, la nécessité d'adapter les contenus des programmes et de donner une place aux mathématiques locales et/ou informelles dans l'enseignement formel apparaît à la fois : 1) comme une démarche de nature pédagogique, favorisant l'apprentissage des mathématiques, luttant contre l'échec dans cette branche et créant un lien entre les mathématiques formelles et celles pratiquées en dehors de l'école ; 2) comme une revendication de type plus politique et identitaire, dans la mesure où une telle reconnaissance pourrait notamment permettre la revalorisation des savoirs locaux.

À l'intérieur de ce courant, le Brésil occupe une place particulière dans les revendications identitaires, et dans la conscientisation politique par l'éducation, en s'inspirant de P. Freire. À ce titre, D'Ambrosio (1985, 2001a/b) apparaît comme une figure clé, ainsi que Knijnik (1997). Une particularité de cette littérature est l'absence de données empiriques. Knijnik (2002b) fait état d'une décennie de recherches sur les savoirs quotidiens de paysans sans terre, mais les deux seuls exemples plus précis que nous avons pu trouver sont quelques observations sur l'estimation de surfaces de terrain ou du volume de bois dans un arbre (Knijnik, 2002a). Par contre, les écrits brésiliens témoignent d'une contextualisation politique de l'éducation, et de l'enseignement des mathématiques en particulier. Par exemple, Knijnik (1997) critique un relativisme culturel exagéré, qui passe sous silence les relations de pouvoir, garde les groupes dominés dans le *statu quo* et ne favorise pas le changement social.

D'Afrique également, quelques voix s'élèvent, notamment Gerdes (1995a/b) au Mozambique qui défend l'idée de « dégeler » les savoirs mathématiques traditionnels, implicites ou cachés, dans le but de les revaloriser et renverser les relations de pouvoir où la maîtrise des mathématiques scolaires est liée à une élite. Citons aussi Jama Musse en Somalie (1999), et Vithal et Skovsmose (1997) en Afrique du Sud, et Zaslavsky (1979), qui essaie de revaloriser l'idée de mathématiques africaines en particulier auprès des Africains-Américains.

En Inde, il y a également un mouvement très actif d'ethnomathématiques liées aux campagnes d'alphabétisation et de conscientisation dans les zones rurales, qui s'accompagne dans les écoles secondaires de l'introduction de contenus localement pertinents dans l'enseignement des sciences (Rampal, 2003a/b ; Rampal, Ramanujam, & Saraswati, 1998).

En réaction au regain de popularité des ethnomathématiques dans les milieux éducatifs aux États-Unis, Rowlands et Carson (2002, 2004) adoptent une position critique et décrient le biais politique et idéologique qui entoure ce débat. Ils s'opposent notamment à ce que l'on pourrait appeler une « diabolisation » des mathématiques formelles, condamnées comme étant intrinsèquement oppressives et comme « l'arme secrète » de l'impérialisme (Rowlands & Carson, 2002, p. 81 ; 2004, p. 329). De leur point de vue, l'acceptation universelle de mathématiques formelles et/ou académiques n'est pas liée à une forme d'hégémonie du modèle scientifique occidental, mais simplement à leur efficacité prouvée. Au demeurant, l'introduction d'exemples ethnomathématiques à l'école n'aurait d'intérêt principal que celui d'illustrer la nature universelle du génie humain et la diversité de ses formes d'expressions, ainsi que l'introduction à des notions d'histoire des mathématiques.

Se référant à la situation particulière de l'Afrique du Sud, Vithal et Skovsmose (1997) soulignent les problèmes que pourraient soulever l'introduction des *ethno*mathématiques dans l'enseignement dans un contexte où les questions ethniques ont signifié la mise en place de politiques d'apartheid, dans un pays où la différence culturelle a fourni les bases idéologiques pour une éducation séparée selon les « ethnies ». Au demeurant, Vithal et Skovsmose (1997, p. 146) s'interrogent : « L'apport d'éléments des contextes culturels dans les curriculums réconcilie-t-il ou exacerbe-t-il les différences et les conflits ? »

Des mathématiques informelles aux mathématiques scolaires : quels ponts ?

Une part importante de la littérature dans le domaine des ethnomathématiques insiste sur la nécessité de prendre en compte, dans l'enseignement des mathématiques, les contextes sociaux et culturels dans lesquels les apprenants évoluent quotidiennement [p. ex. Graham (1988) en ce qui concerne l'enseignement des mathématiques à des enfants Aborigènes australiens, ou Bonotto (2001) en Italie]. Ainsi, selon Begg (2001, p. 71), « initialement, une justification pour les ethnomathématiques a tendance à se baser sur la notion pédagogique simple de partir des acquis des apprenants et de la prémisse qu'ils seront plus familiers avec les mathématiques de leur propre culture plutôt qu'avec celles de l'extérieur ».

Dans un article portant un regard rétrospectif et critique sur leurs propres travaux, Carraher et Schliemann (2002) s'interrogent sur les limites des mathématiques informelles et/ou quotidiennes et leur réelle pertinence pour l'enseignement des mathématiques. Les auteurs reconnaissent que l'incapacité des vendeurs de rue à expliciter les stratégies mathématiques qu'ils mettent en place lors de leurs transactions en contexte informel, ainsi que la difficulté d'appliquer ces compétences à des situations nouvelles, constituent une limite importante des mathématiques informelles, dans la mesure où l'on définit les mathématiques comme un système de lois pouvant être explicité et appliqué à plusieurs situations. Le fait que les vendeurs de rue sont capables de faire des calculs ne signifie pas forcément qu'ils aient compris le système décimal. Ainsi, si la vie quotidienne procure effectivement une large gamme d'expériences, elle ne peut cependant remplacer les connaissances élaborées dans le cadre scolaire. Néanmoins, Carraher et Schliemann (2002) réaffirment l'idée selon laquelle les mathématiques informelles peuvent constituer une base sur laquelle les apprenants peuvent s'appuyer pour bâtir des connaissances mathématiques plus élaborées.

Les auteurs considèrent que les activités en classe devraient permettre à l'apprenant d'expérimenter une pluralité de situations, d'outils et de concepts mathématiques rendant explicites les liens entre les mathématiques de la vie quotidienne et celles élaborées à l'école. C'est la condition pour que les apprenants comprennent les mathématiques comme appartenant au champ conceptuel (Vergnaud, 1990). À la question posée en intitulé de leur article, « les mathématiques quotidiennes sont-elles réellement pertinentes à l'enseignement des mathématiques ? », Carraher et Schliemann (2002) répondent par l'affirmative en nuançant toutefois l'idée, qu'ils considèrent simpliste, que l'enseignement des mathématiques pourrait être amélioré en transposant directement les mathématiques de tous les jours en classe.

Multiculturalité de la population scolaire = mathématiques multiculturelles ?

Les thématiques de l'intégration des ethnomathématiques dans les *curriculums* et de la définition de « mathématiques multiculturelles » sont apparues relativement récemment. Quels savoirs mathématiques enseigner dans le contexte de diversité culturelle qui caractérise aujourd'hui nos sociétés et nos écoles ? L'intensification des flux migratoires signifie l'interaction quotidienne – parfois la confrontation – et le métissage de personnes agissant et pensant selon des schèmes culturels différents. Dans cette nouvelle configuration culturelle, quelles mathématiques les écoles doivent-elles enseigner ? Quel rôle peuvent jouer les ethnomathématiques ? Pourraient-elles, par exemple, favoriser la reconnaissance de cette diversité et l'apprentissage d'un « vivre ensemble » (D'Ambrosio, 2001a/b ; Zaslawsky, 1991, 1996) ?

Bizarrement, ces questions d'approches interculturelles semblent n'être posées pour le moment que dans les pays du Nord, alors qu'elles pourraient surgir avec la même intensité au Sud, où les migrations internes et externes sont au moins aussi importantes sinon plus. Or, le débat sur les mathématiques au service du multiculturalisme et de l'antiracisme est avant tout étatsunien (par exemple, Powell, 2002 ; Strutchens, 1995 ; Zaslavsky, 1991, 1996).

Strutchens (1995) considère que jusqu'à récemment, peu de liens ont été faits dans les classes de mathématiques avec la culture des élèves, ce qui pourrait expliquer le peu de réussite scolaire de plusieurs groupes culturels historiquement sous-représentés dans les mathématiques formelles. Pour ces élèves, les mathématiques sont souvent perçues comme une matière ayant peu de signification et de valeur dans leur vie présente et future. Strutchens relève plusieurs dimensions de l'éducation multiculturelle pouvant être exploitées pour une utilisation culturellement plus « inclusive » des mathématiques scolaires. Une première dimension des mathématiques multiculturelles vise à rompre la vision eurocentrique des mathématiques et s'attache à identifier et à rendre visible la diversité culturelle des contributions qui ont participé à définir le domaine des mathématiques. Elle considère que la présentation en classe de mathématiques provenant de divers groupes ethniques et nationalités peut aider les étudiants à dépasser leurs peurs et attitudes négatives envers les mathématiques.

Parmi les rares travaux ethnomathématiques publiés en français s'inscrivant dans cette tendance, citons l'ouvrage de Girodet (1996) sur l'influence des cultures sur les pratiques usuelles des mathématiques, destiné aux enseignants de mathématiques travaillant avec des apprenants migrants et/ou dans des établissements où le français est utilisé comme langue seconde. La reconnaissance et la prise en compte en classe des savoirs mathématiques des élèves étrangers – par exemple le fait de savoir effectuer différemment une division ou une multiplication – peut à la fois faciliter l'appropriation du savoir mathématique par l'ensemble de la classe, en démontrant une autre voie possible, et modifier positivement le statut de cet élève dans le groupe et donc être un facteur d'intégration.

D'autres travaux européens sont ceux de Alro, Skovsmose et Valero (2003), Favilli, Oliveras et César (2004), Favilli et Tintori (2002), et Oliveras (1999).

Des voix critiques s'élèvent aussi, par analogie aux reproches adressées à la « pédagogie couscous » (Allemann-Ghionda, 2000). Ainsi, Eglash (2000) distingue les ethnomathématiques des mathématiques dites « multiculturelles ». Il reproche notamment à ces dernières l'utilisation en classe d'exemples sacrifiant le contenu mathématique et pouvant stigmatiser encore plus les élèves issus des minorités. Ainsi, pour Eglash :

> Les mathématiques appelées multiculturelles se résument trop souvent à un pauvre raccourci où Dick et Jane qui comptent des billes sont remplacés par Tatuk et Esteban qui comptent des noix de coco. Parmi les rares manuels qui utilisent des mathématiques indigènes, presque tous sont limités au niveau primaire. Là encore, cette restriction pourrait involontairement suggérer du primitivisme (par exemple que les concepts mathématiques africains seraient enfantins). (2000, p. 20).

L'auteur considère qu'encore trop souvent, les expériences pédagogiques labellisées comme « mathématiques multiculturelles » véhiculent une vision essentialiste et statique des cultures et des identités.

Avec une position épistémologique différente, les travaux de Prediger (2001, 2004) partent du postulat que les mathématiques formelles et/ou académiques sont une culture scientifique et disciplinaire à part entière. Depuis cette perspective, tous les élèves mis en situation d'apprentissage des mathématiques sont confrontés à une situation d'apprentissage interculturel. S'appuyant sur le concept d'« enculturation mathématique » (Bishop, 1988b), Prediger souligne le fait que des situations conflictuelles peuvent naître de la rencontre entre les différents environnements culturels dans lesquels vivent les élèves. Quand les élèves sont confrontés pour la première fois avec la culture mathématique, et qu'on attend d'eux qu'ils entrent dans cette culture, ils ont déjà été socialisés dans une culture quotidienne avec ses propres connaissances, valeurs et manières de penser. Dans une classe de mathématiques, la culture formelle mathématique chevauche toujours la culture de sens commun que les élèves amènent avec eux en classe (Astolfi, Peterfavi & Vérin, 1998 ; Giordan & Vechi, 1987).

Discussion

Les mathématiques occupent une place prépondérante dans la plupart des *curriculums* scolaires occidentaux ou conçus sur ce modèle. Peut-être plus que tout autre matière scolaire, elles apparaissent comme « un enseignement scientifique transmetteur de connaissances objectives, universelles et fondamentales » (Astolfi, ce volume). Considérées comme un bagage incontournable que tout élève se doit d'acquérir et dont il doit au moins maîtriser les bases à la fin du cursus scolaire obligatoire, les mathématiques dites formelles et/ou académiques représentent l'un des axes disciplinaires fondamentaux et constitutifs de la culture scolaire aujourd'hui. Mais quel doit être le contenu de cette « culture mathématique » dans le contexte de multiculturalité qui caractérise nos classes aujourd'hui ? Intègre-t-elle des savoirs et des pratiques mathématiques informelles et/ou issues d'autres cultures ? Qu'en est-il dans l'enseignement des mathématiques en Suisse romande ?

À Genève, la Direction générale de l'enseignement primaire (2000) considère les mathématiques comme une culture en soi – avec sa manière de penser, une histoire, un langage et des méthodes particulières – dont l'accession consiste principalement à savoir développer les attitudes exigées par une démarche scientifique. Les mathématiques sont envisagées comme « un lieu privilégié de l'exercice de l'intelligence » (2000, p. 1) dépassant la simple mémorisation et l'acquisition de techniques et d'outils nécessaires à l'insertion de chacun dans la vie sociale et professionnelle.

Tant au niveau des recommandations didactiques (Gagnebin, Guignard & Jaquet, 1998) que des activités pédagogiques (Danalet, Dumas, Studer & Villars-Kneubühler, 1998a/b), c'est principalement dans les chapitres consacrés au nombre et à la numération qu'il y a des éléments de mathématiques informelles et/ou multiculturelles. C'est à partir de la 3e et la 4e année qu'il est proposé des activités permettant la comparaison et la compréhension d'autres systèmes de numération et de calculs additifs. Considérées notamment comme une occasion de jeter des ponts entre histoire, géographie et mathématiques (Gagnebin, Guignard & Jaquet, 1998, p. 87), ces activités tirent la majorité de leurs exemples des grandes civilisations historiques (Égypte, Grèce et Rome antiques, Babylone, Mayas) qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à définir les mathématiques formelles. Hormis la Chine, pratiquement aucune référence n'est faite à des mathématiques de cultures non occidentales contemporaines. De manière générale, les techniques et les outils développés par les mathématiques informelles sont rejetés dans notre passé historique et la limite de leur place dans l'école est spécifiée : « Les bouliers, abaques, configurations, parties du corps (doigts) ont été utilisés très largement par nos ancêtres, avec profit. Ils devraient avoir toujours leur place dans l'école, pour autant qu'ils conservent leur statut de modèles ou d'instruments personnels » (Gagnebin, Guignard & Jaquet, 1998, p. 87).

Le programme d'éducation et d'ouverture aux langues à l'école (EOLE) dans les écoles primaires de Suisse romande mis au point par Christiane Perregaux et son équipe (Balsiger & al., 2003) comprend des activités centrées sur des mathématiques de différentes cultures, aussi bien historiques (numérations écrites choinoise, égyptienne, maya et romaine) qu'actuelles (numérations parlées arabe, cantonaise, finnoise, grecque, nahuatl et tamoule. Les activités font appel à des pratiques quotidiennes, telles qu'épeler des numéros de téléphone en allemand et en français (pour découvrir l'inversion dizaine/unité).

Tout comme le programme EOLE ne revient pas à remplacer l'apprentissage de la langue scolaire ou de langues étrangères, mais attire l'attention des élèves sur la diversité des langues, il ne s'agit pas, comme le craignent Rowlands et Carson (2000), de remplacer le *curriculum* par des ethnomathématiques, mais de reconnaître la complémentarité des approches et des objectifs. Ainsi, ces deux approches se rejoignent dans une pédagogie interculturelle qui s'adresse à tous, axée sur ce qui est universel aussi bien que sur la diversité, et qui a dépassé aussi bien la « Ausländerpädagogik » (une pédagogie pour les étrangers) qu'une approche trop ethnicisante (Allemann-Ghionda, 2000). Intégrer des approches ethnomathématiques dans l'enseignement scolaire des mathématiques permettrait d'atteindre les objectifs de type conceptuels, d'éveil, de réussite scolaire et d'intervention qu'Astolfi (ce volume) relève pour une éducation scientifique. Mais cette approche soulève la question des valeurs inhérentes aux mathématiques et interroge de manière lancinante la croyance en la neutralité et en l'universalité de la science. Sur ce point, nous rejoignons également Astolfi (dans ce volume) quand il dit que c'est la perception d'une science pure qui est d'ordre idéologique et qu'il vaudrait mieux « renoncer au mythe de la neutralité sociale de l'enseignement des sciences, et restaurer une pluralité des points de vue vis-à-vis de ces savoirs. »

Reste à faire entrer cette pédagogie dans la formation des enseignants. Peu nombreux sont les textes qui fournissent un curriculum bien structuré en ethnomathématiques (p. ex. Bishop, 1988b ; Zaslavsky, 1996), et ceux qui existent, comme par exemple Presmeg (1998), n'échappent pas à certains travers relevés plus haut.

En conclusion, en relation avec le fil conducteur de ce volume proposé par Maulini et Montandon, l'étude des éthnomathématiques nous fournit autant d'éléments sur la variété des formes de l'éducation que sur la forme des variations.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Akkari, A. & Dasen, P. R. (2004). De l'ethnocentrisme de la pédagogie et ses remèdes. In A. Akkari & P. R. Dasen (Éds), *Pédagogies et pédagogues du Sud* (pp. 4-18). Paris : L'Harmattan.

Allemann-Ghionda, C. (2000). La pluralité, dimensions sous-estimée mais constitutive du curriculum de l'éducation générale. In P. R. Dasen & C. Perregaux (Éds), *Pourquoi des approches interculturelles en sciences de l'éducation ?* (pp. 163-180). Bruxelles : De Boeck Université.

Alro, H., Skovsmose, O., & Valero, P. (2003). Communication, conflict and mathematics education in the multicultural classroom. Paper presented at CERME3 Congress. Accès : http://etnomatematica.univalle.edu.co/articulos/Skovsmose1.pdf [2004, novembre].

Ascher, M. (1995). Models and maps from the Marshall Islands: a case in ethnomathematics. *Historia Matematica, 22*(4), 347-370.

Ascher, M. (1997). Malagasy Sikidy : a case of ethnomathematics. *Historia Matematica, 24*(4), 376-395.

Ascher, M. (1998). *Mathématiques d'ailleurs. Nombres, formes et jeux dans les sociétés traditionnelles [traduction de Ethnomathematics: A multicultural view of mathematical ideas. Pacific Grove, CA: Brooks Cole, 1991.].* Paris : Seuil.

Ascher, M., & Ascher, R. (1997). *Mathematics of the Incas : Code of the Quipu.* New York : Dover Publications.

Astolfi, J.-P., Peterfavi, B., & Vérin, A. (1998). *Comment les enfants apprennent les sciences*. Paris : Retz.

Balsiger, C., Berger, C., Dufour, J., Gremion, L., De Pietro, D. & Zurbriggen, E. (2003). Un monde de chiffres. Quelques systèmes de numération écrits et parlés. In C. Perregaux, C. de Goumoëns, D. Jeannot & J-F. De Pietro (Éds), *Éducation et ouverture aux langues à l'école (eole).* Volume 2, 3e année primaire – 6e année (pp. 233-245). Neuchâtel : Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin.

Barkely, C. A. (1999). Symmetry patterns of Ute beadwork. *International Study Group on Ethnomathematics, 13*(2), 5-14.

Barton, B. (1996). Making sense of ethnomathematics: ethnomathematics is making sense. *Educational Studies in Mathematics, 31*, 201-233.

Begg, A. (2001). Ethnomathematics: Why, and what else? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM, International Reviews on Mathematical Education), 33*(3), 71-84. Accès : http://etnomatematica.univalle.edu.co/articulos/Beg1.pdf

Bishop, A. J. (1983). Space and geometry. In R. Lesh & M. Landau (Éds), *Acquisition of mathematics concepts and processes* (pp. 175-203). New York : Academic Press.

Bishop, A. J. (1988a). Mathematical education and its cultural context. *Educational Studies in Mathematics, 19*(2), 179-192.

Bishop, A. J. (1988b). *Mathematical enculturation : a cultural perspective on mathematics education*. Dordrecht, NL : Kluwer Academic.

Bonotto, C. (2001). How to connect school mathematics with students' out-of-school knowledge. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM, International Reviews on Mathematical Education), 33*(3), 75-84. Accès : http://etnomatematica.univalle.edu.co/articulos/Bonotto1.pdf

Carraher, D. W., & Schliemann, A. D. (2002). Is everyday mathematics truly relevant to mathematics education. In J. Moshkovich & M. Brenner (Eds), *Everyday and academic mathematics in the classroom. Monographs of the Journal for Research in Mathematics Education* (pp. 131-153). Reston, VA : National Council of Teachers of Mathematics.

Cole, M., Gay, J., Glick, J. A., & Sharp, D. W. (1971). *The cultural context of learning and thinking: An exploration in experimental anthropology*. New York : Basic Books.

Contreras, M. (1997). Mathematics and crafts in Andalusia : An anthropological-didactic study. *International Study Group on Ethnomathematics Newsletter, 13*(1), Accès : http://web.nmsu.edu/~pscott/isgem131.htm.

Cottereau-Reiss, P. (1998). Stratégies éducatives et développement cognitif : une approche interculturelle en Nouvelle-Calédonie. *Revue Psychologie et Éducation, 34*, 15-29.

D'Ambrosio, U. (1985). Etnomathematics and its place in the history and pedagogy of mathematics. *For the Learning of Mathematics, 5*, 44-48.

D'Ambrosio, U. (2001a). General remarks on ethnomathematics. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM, International Reviews on Mathematical Education), 33*(3), 67-69.

D'Ambrosio, U. (2001b). What is ethnomathematics, and how can it help children in schools? *Teaching Children Mathematics, 7*(6), 308-311. Accès : http://etnomatematica.univalle.edu.co/articulos/Ambrosio1.pdf.

Danalet, C., Dumas, J.-P., Del Notaro, C. & Villars-Kneubühler, F. (1998). *Mathématiques 3e-4e année primaire. Livre, Fichier de l'élève* & *Livre du maître* Neuchâtel : COROME.

Dasen, P. R. (1993). Schlusswort. Les sciences cognitives : Do they shake hands in the middle? In J. Wassmann & P. R. Dasen (Éds), *Savoirs quotidiens. Les sciences cognitives dans le dialogue interdisciplinaire* (pp. 331-349). Fribourg : Presses de l'Université de Fribourg.

Dasen, P. R. (2000). Développement humain et éducation informelle. In P. R. Dasen & C. Perregaux (Éds), *Pourquoi des approches interculturelles en sciences de l'éducation ?* (pp. 107-123). Bruxelles : De Boeck (Coll. Raisons éducatives).

Dasen, P. R. (2004). Éducation informelle et processus d'apprentissage. In A. Akkari & P. R. Dasen (Éds), *Pédagogies et pédagogues du Sud* (pp. 19-47). Paris : L'Harmattan.

Dasen, P. R., & Perregaux, C. (Éds). (2000). *Pourquoi des approches interculturelles en sciences de l'éducation ?* Bruxelles: De Boeck (Coll. Raisons éducatives).

Direction générale de l'enseignement primaire. (2000). Mathématiques. *Les objectifs d'apprentissage de l'école primaire*. Genève : Département de l'instruction publique.

Eglash, R. (1994). Geometry in Mangbetu design. *Mathematics Teacher, 91*(5), 376-381.

Eglash, R. (2000). Anthropological perspectives on ethnomathematics. In H. Selin (Ed.), *Mathematics across cultures : The history of Non-Western mathematics* (pp. 13-22). Dordrecht : Kluwer Academis Press.

Favilli, F. & Tintori, S. (2002). Teaching mathematics to foreign pupils in Italian compulsory schools: Findings from an European project. In

P. Valero & O. Skovsmose (Eds), *Proceedings of the 3rd International MES Conference* (pp. 1-14). Copenhagen : Centre for Research in Learning Mathematics.

Favilli, F., César, M., & Oliveras, M. L. (2004). Maths teachers in multicultural classes : findings from a Southern European project. In M. A. Mariotti (Ed.), *Proceedings of the 3rd Conference of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1-10). Bellaria, Italy : Edizioni PLUS. Accès : http://www.dm.unipi.it/~didattica/CERME3/

Fischer, J.-P. (2002). Différences culturelles et variabilité des modalités des acquisitions numériques. In J. Bideaud & H. Lehalle (Éds), *Le développement des activités numériques chez l'enfant*. Paris : Lavoisier.

Gagnebin, A., Guignard, N. & Jaquet, F. (1998). *Apprentissage et enseignement des mathématiques. Commentaires didactiques pour les moyens d'enseignement pour les degrés 1 à 4 de l'école primaire.* Neuchâtel : COROME.

Gay, J., & Cole, M. (1967). *The new mathematics and an old culture : a study of learning among the Kpelle of Liberia*. New-York : Holt, Rinehart and Winston.

Gerdes, P. (1986). How to recognise hidden geometrical thinking : a contribution to the development of anthropological mathematics. *For the Learning of Mathematics, 10*, 2-17.

Gerdes, P. (1995a). *Femmes et géométrie en Afrique australe*. Paris : L'Harmattan.

Gerdes, P. (1995b). *Une tradition géométrique en Afrique : Les dessins sur le sable (3 volumes)*. Paris: L'Harmattan.

Gerdes, P. (1996). Ethnomathematics and mathematics education. In J. A. Bishop (Ed.), *International handbook of mathematics education* (pp. 909-943). Amsterdam, NL : Kluwer Academic.

Giordan, A., & Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir*. Neuchâtel : Delachaux.

Girodet, M.-A. (1996). *L'influence des cultures sur les pratiques quotidiennes de calcul*. Paris : Didier.

Gladwin, T. (1970). *East is a Big Bird. Navigation and logic on Puluwat Atoll*. Cambridge, MA : Harvard University Press.

Graham, B. (1988). Mathematical education and Aboriginal children. *Educational Studies in Mathematics, 19*(2), 119-136.

Greenfield, P. (2004). *Weaving generations together*. Santa Fe, NM : SAR Press.

Ifrah, G. (1985). *Les chiffres ou l'histoire d'une grande invention*. Paris : Laffont.

Jama Musse, J. (1999). The role of ethnomatematics in mathematics education. Cases from the horn of Africa. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM, International Reviews on Mathematical Education), 31*(2), 92-95. Accès : http://www.fiz-karlsruhe.de/fiz/publications/zdm/zdm993a2.pdf

Kiyosi, Y. (2000). *Une histoire des mathématiques chinoises*. Paris : Belin.
Knijnik, G. (1997). Popular knowledge and academic knowledge in the Brasilian peasants' struggle for land. *Educational Action Research*, *5*(3), 501- 511.
Knijnik, G. (2002a). Culture and ethnomathematics : the practices of cubagem of wood in the Brasilian landless movement. *Journal of Intercultural Studies, 23*(2), 149-165.
Knijnik, G. (2002b). Two political facets of mathematics education in the production of social exclusion. In P. Valero & O. Skovsmose (Eds), *Proceedings of the 3rd International MES Conference.* (pp. 1-9). Copenhagen : Centre for Research in Learning Mathematics.
Lancy, D. F. (1983). *Cross-cultural studies in cognition and mathematics*. New York : Academic Press.
Millroy, W. L. (1991). An ethnographic study of the mathematical ideas of a group of carpenters. *Learning and Individual Differences, 3*(1), 1-25.
Morales, L. (1993). Mayan geometry. *International Study Group on Ethnomathematics Newsletter, 9*(1), 1-16. Accès : http://web.nmsu.edu/~pscott/isgem91.htm
Nishimoto, K., & Berken, B. (1998). Symmetry patterns of the Wisconsin Woodland Indians. *International Study Group on Ethnomathematics Newsletter, 12*(1), 6-8.
Nunes, T., Schliemann, A. S., & Carraher, D. W. (1993). *Street mathematics and school mathematics*. Cambridge : Cambridge University Press.
Oliveras, M.-L. (1999). Ethnomathematics and mathematical education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM, International Reviews on Mathematical Education), 31*(3), 85-91. Accès : http://www.fiz-karlsruhe.de/fiz/publications/zdm/zdm993a1.pdf.
Perry, M. (2000). Explanations of mathematical concepts in Japanese, Chinese and US first- and fifth-grade classrooms. *Cognition and Instruction, 18*, 181-207.
Powell, A. B. (2002). Ethnomathematics and the challenges of racism in mathematics education. In P. Valero & O. Skovsmose (Ed.), *Proceedings of the 3rd International MES Conference* (pp. 1-15). Copenhagen : Centre for Research in Learning Mathematics.
Powell, A. B. & Frankestein, M. (1997). *Ethnomathematics - Challenging eurocentrism in mathematics education*. Albany, NY : State University of New York Press.
Prediger, S. (2001). Mathematics learning is also intercultural learning. *Intercultural Education*, *12*(2), 163-170.
Prediger, S. (2004). Perspectives interculturelles sur l'apprentissage des mathématiques. *Les Cahiers du Laboratoire de Leibniz, 104*, 1-24. Accès : http://www-leibniz.imaf.fr/LesCahiers/
Presmeg, N. (1998). Ethnomathematics in teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education* (1), 317-339.

Rampal, A., Ramanujam, R., & Saraswati, L. S. (1998). *Numeracy counts !* Mussoorie, India : National Literacy Resource Centre.

Rampal, A. (2003a). Counting on everyday mathematics. In T. S. Saraswathi (Ed.), *Cross-cultural perspectives in human development: Theory, research, & applications* (pp. 326-353). New Delhi : Sage India.

Rampal, A. (2003b). The meaning of numbers : understanding street and folk mathematics. In B. Kothari, V. S. Chang & M. Norton (Eds), *Reading beyond the alphabet innovations in lifelong literacy* (pp. 241-258). New Delhi : Sage Publications.

Rowlands, S., & Carson, R. (2002). Where would formal, academic mathematics stand in a curriculum informed by ethnomathematics ? A critical review of ethnomathematics. *Educational Studies in Mathematics, 50*(1), 79-102.

Rowlands, S., & Carson, R. (2004). Our response to Adam, Alangui and Barton's "A comment on Rowland's & Carson's : Where would formal, academic mathematics stand in a curriculum informed by ethnomatematics? A critical review. *Educational Studies in Mathematics, 56*, 329-342.

Saxe, G. (1981). Body parts as numerals : A developmental analysis of numeration among remote Oksapmin village populations in Papua New Guinea. *Child Development, 52*, 306-316.

Saxe, B. G. (1982). Developing forms of arithmetic operations among the Oksapmin of Papua New Guinea. *Developmental Psychology, 18*(4), 583-594.

Saxe, G. B. (1991). *Culture and cognitive development : Studies in mathematical understanding*. Hillsdale, N.J. : Lawrence Erlbaum.

Saxe, G. (1998). Culture et développement cognitif. In C. Meljiac, R. Voyazopoulos & Y. Hatwell (Éds), *Piaget après Piaget : évolution des modèles, richesse des pratiques* (pp. 155-171). Grenoble : Pensée Sauvage.

Saxe, B. G. (1999). Cognition, development, and cultural practices. In E. Turiel (Ed.), *Development and cultural change: reciprocal processes* (pp. 19-36). San Francisco : Jossey-Bass.

Saxe, G. (2001). Diversité culturelle et éducation. In N. Bottani (Éd.), *Constructivismes : usages et perspectives en éducation* (pp. 169-187). Genève : Service de la recherche en éducation (SRED).

Saxe, G., & Esmonde, I. (in press). Studying cognition in flux. A historical treatment of «Fu» in the shifting structure of Oksapmin mathematics. *Mind, Culture and Activity*.

Schliemann, A. D., & Acioly, N. M. (1989). Mathematical knowledge developed at work : the contribution of practice versus the contribution of schooling. *Cognition and Instruction, 6*(5), 185-221.

Scribner, S. (1979). Modes of thinking and ways of speaking : culture and logic reconsidered. In R. O. Freedle (Ed.), *New directions in discourse processing* (pp. 223-243). Norwood, NJ : Ablex.

Segall, M. H., Dasen, P. R., Berry, J. W., & Poortinga, Y. H. (1999). *Human behavior in global perspective : An introduction to cross-cultural psychology. Revised second edition*. Boston : Allyn & Bacon.

Selin, H. (Ed.) (2000). *Mathematics across cultures: the history of non-western mathematics*. Dordrecht : Kluwer Academic.

Sesiano, J. (1999). *Une introduction à l'histoire de l'algèbre*. Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes.

Stevenson, H. W. & Stigler, J. W. (1992). *The learning gap: Why our schools are failing and what we can learn from Japanese and Chinese education*. New York : Summit Books.

Strutchens, M. (1995), Multicultural mathematics : A more inclusive mathematics. Accès : http://www.ericdigests.org/1996-1/more.htm

Vergani, T. (1983). *Analyse numérique des idéogrammes tshokwe de l'Angola: expressions symboliques du nombre dans une culture traditionnelle africaine*. Thèse de doctorat en Sciences de l'éducation, Université de Genève.

Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques*, *10*(2-3), 133-170.

Vinette, F. (1986). In search of mesoamerican geometry. In M. P. Closs (Ed.), *Native American mathematics* (pp. 387-407). Austin, TX : University of Texas Press.

Vithal, R., & Skovsmose, O. (1997). The end of innocence : a critique of ethnomathematics. *Educational Studies in Mathematics*, *34*(2), 131-157.

Wassmann, J., & Dasen, P. R. (1994). Yupno number system and counting. *Journal of Cross-Cultural Psychology, 25*, 78-94.

Zaslavsky, C. (1979/1995). *Africa counts : number and pattern in African culture*. Boston : Prindle Weber & Schmidt. Traduction : *L'Afrique compte ! Nombres, formes et démarches dans la culture africaine*. Argenteuil : Éditions du Choix.

Zaslavsky, C. (1991). World cultures in the mathematics class. *For the Learning of Mathematics, 11*(2), 32-36. Accès en octobre. 2004 : http://www.enc.org/topics/equity/articles/document.shtm?input=ACQ-111364-1364

Zaslavsky, C. (1996). *The multicultural math classroom : bringing in the world*. Portsmouth : Heinemann.