DOCUMENT RESUME

ED 430 814		SE 062 605
AUTHOR	Pallascio, Richard; Allaire, Richard; Lafortune, Louise; Mongeau, Pierre	
TITLE	Les competences spatiales geometriques et l'acculturation mathematique inuite. Rapport de recherche (Geometric Spatial Competencies and Inuit Mathematical Acculturation. Research Report).	
INSTITUTION	Quebec Univ., Montreal. Interdisciplinary Centre for Teaching Research and Educational Development.	
SPONS AGENCY	Canadian Social Science and Humanities Research Council, Ottawa (Ontario).	
PUB DATE	1997-00-00	
NOTE	116p.; "With the collaboration of Justin Laquerre."	
CONTRACT	CRSH-884-94-0006	
AVAILABLE FROM	Universite du Quebec a Montreal, Centre Interdisciplinaire Recherche sur l'Apprentissage et le Development en Education, C.P. 8888, Succ. Centre-ville, Montreal, Quebec, Canada H3C 3P8.	
PUB TYPE	Reports - Research (143)	
LANGUAGE	French	
EDRS PRICE	MF01/PC05 Plus Postage.	
DESCRIPTORS	*Cultural Influences; Elementary Secondary Education; *Eskimos; Foreign Countries; Geometric Concepts; *Geometry; Mathematics Instruction; *Social Influences	
IDENTIFIERS	*Inupiaq (Tribe); Quebec; *Representations (Mathematics)	

ABSTRACT

Inuit children and children from an urban environment, inhabiting as they do differing spatial environments, contrasted with one another in terms of perception, representation, and the manifestation of geometric, topographic, and projective properties. The general hypothesis of this research is that the process of mathematical acculturation is influenced overall by students' metacognitive activity in relation to the interest and motivation they feel in the learning situations in which they find themselves. With the participation of 26 students in Puvirnituq (also known by the name of Povungnituk) in Quebec, Canada, data was collected through tests, questionnaires, tape recordings, and interviews. The first phase involved 12 students in French-speaking classes; the second phase involved 14 students in mathematics classes. It was concluded that notwithstanding the relatively universal character of mathematical concepts and the symbolism through which human beings are able to make use of them effectively, every community develops its own mathematical instruments. Contains 79 references along with 13 appendices. (ASK)

CENTRE INTERDISCIPLINAIRE DE RECHERCHE SUR L'APPRENTISSAGE ET LE DÉVELOPPEMENT EN ÉDUCATION

cirade

Les compétences spatiales géométriques et l'acculturation mathématique inuite

Richard Pallascio, dép. de math. et CIRADE, UQAM
Richard Allaire, dép. de math., UQAM
Louise Lafortune, DSE, UQTR et CIRADE
Pierre Mongeau, dép. de sciences humaines, UQAR

collaboration de: Justin Laquerre,
école Iguarsivik, Puvimituq
Recherche appuyé par le CRSH: #884-94-0006

Université du Québec à Montréal

Rapport de recherche

Les compétences spatiales géométriques et l'acculturation mathématique inuite

Richard Pallascio, CIRADE, UQAM
Richard Allaire, dép. de math., UQAM
Louise Lafortune, DSE, UQTR
Pierre Mongeau, dép. sc. humaines, UQAR

avec la collaboration de
Justin Laquerre, école Iguarsivik, Puvirnituq

CRSH # 884-94-0006

Automne 1997

Table des matières

Annexes

Remerciements

La recherche dont nous présentons le rapport, n'aurait pu avoir lieu sans la collaboration des différents partenaires de l'école Iguarsivik de Puvirnituq. Nous voulons souligner l'accueil chaleureux du directeur, Monsieur Aipilie Kenuajuak, et du directeur-adjoint, Monsieur Claude Vallières. La collaboration toujours efficace et les conseils avisés de nos collègues Renée Gagnon, professeure de français, et Justin Laquerre, professeur de mathématiques, ont été très appréciés. Évidemment, la participation de nombreux élèves de la section francophone de l'école secondaire, alliée à leur bonne humeur, un trait culturel tout à l'honneur du peuple inuit, nous ont grandement aidés dans la poursuite des objectifs de cette recherche. Nous remercions également les membres du Comité d'école, de même que les parents des élèves, qui nous ont permis de réaliser nos interventions dans d'excellentes conditions, sans oublier les praticiennes et les praticiens qui ont accepté de nous accorder une entrevue sur leur travail en lien avec la gestion de l'espace. Nous désirons également remercier la Commission scolaire Kativik pour nous avoir facilité les contacts avec des membres de son personnel professionnel, en particulier, Monsieur Gérald McKenzie, conseiller pédagogique, et Monsieur Ronald Bissonnette, coordonnateur du Centre d'éducation aux adultes et de formation professionnelle d'Inukjuak.

Nous remercions les étudiantes et étudiants adultes inuits des collèges Marie-Victorin et St-Hyacinthe, ainsi que leurs professeurs, pour nous avoir permis de pré-expérimenter nos instruments de recherche auprès d'eux. Nous remercions également nos collègues Thérèse Bouffard-Bouchard, professeure au département de psychologie de l'UQAM, ainsi que Monsieur Louis-Jacques Dorais, professeur au département d'anthropologie de l'université Laval, pour nous avoir accordé des entrevues de consultation et d'expertise dans leurs domaines respectifs. Nous remercions également Messieurs Gabriel Gosselin et Zakaria El M'Rabet, étudiants au doctorat en éducation de l'UQAM, pour leur travail d'assistanat de recherche sur ce projet. Enfin, nous remercions le CRSH, le Conseil pour la Recherche en Sciences Humaines, de nous avoir accordé les ressources financières nécessaires à la réalisation de ce projet.

"Apprendre et penser sont des activités toujours *situées* dans un contexte culturel."

Jérôme Bruner

Introduction

Notre équipe de recherche s'était déjà intéressée à l'influence de l'environnement spatial sur le développement de compétences spatiales dans une situation privilégiant la manipulation de petits objets et leur représentation dans le plan (Pallascio et al., 1990). Nous avions pu observer, entre autres, deux groupes d'élèves qui, vivant dans des environnements spatiaux différents (enfants inuits vs enfants en milieu urbain), s'étaient opposés radicalement au niveau des plans perceptif et représentatif, au niveau des propriétés géométriques, topologiques et projectives, et au niveau des compétences spatiales. Par exemple, les enfants du Sud performaient davantage que les enfants inuits lorsqu'il s'agissait de reconnaître les formes qui sont topologiquement identiques à une forme donnée (ex: un prisme triangulaire), alors que les enfants inuits performaient davantage dans des activités où l'on doit générer une forme (ex: un hexaèdre) en effectuant une troncature dans une autre (ex: une pyramide rectangulaire). Nous avions pu établir que l'environnement spatial dans lequel un individu agit, a une certaine influence sur son développement en termes de représentation spatiale (id.).

Ces résultats nous ont conduits à vouloir tenir compte du contexte culturel dans lequel se développent les compétences spatiales. De même, les études sur la contextualisation indiquent qu'il est souhaitable de tenir compte de l'environnement culturel de l'individu, sans pour autant faire abstraction des différences individuelles. "Toute activité mentale est culturellement *située*. Il est en effet impossible de comprendre l'activité mentale si l'on ne prend pas en compte l'environnement culturel et les ressources qu'il propose, ces mille détails qui donnent à l'esprit sa forme et sa portée. Apprendre, se souvenir, parler, imaginer: tout cela n'est possible que parce que nous participons à une culture." (Bruner, 1996: 7). Lors d'un colloque sur la représentation spatiale en

1991, dans le cadre d'une hypothèse de développement des compétences spatiales, c'est dans cet esprit que nous avons proposé (Pallascio et al., 1992) des activités contextualisées basées sur la génération de formes tridimensionnelles. De plus, comme "toute pratique éducative qui se propose d'accroître la puissance de l'esprit doit mettre au centre de son activité l'action de *penser l'acte de penser*" (Bruner, id: 36), les savoirs contextualisés des praticiens et des praticiennes reliés à des compétences spatiales, la connaissance des représentations qui les supportent, de même qu'une meilleure connaissance des processus métacognitifs et des réactions affectives, sont apparus susceptibles de nous éclairer dans l'élaboration d'*activités contextualisées* à proposer aux élèves, à travers leur formation mathématique et professionnelle, et sur l'élaboration de savoirs qui s'articulent davantage sur ces contextes.

La formation des jeunes Inuits

La culture des Inuits est à plusieurs égards différente de celle des habitants du Sud. L'environnement physique, la nutrition, les aspects macro-spatiaux de l'habitat, les modes de socialisation, la langue, sont des facteurs qui ont contribué à l'élaboration d'une vision unique du monde. Toutefois, pour une foule de raisons socio-historiques, certains jeunes Inuits étaient encore obligés, jusqu'à tout récemment, de compléter leur formation professionnelle dans des institutions situées au Sud dans un contexte qui leur est étranger, ce qui n'est pas sans poser problème. Même avec l'ouverture récente d'un centre de formation professionnelle dans le Nunavik, les programmes d'études, les enseignants et les enseignantes, de même que les méthodes pédagogiques, demeurent celles pratiquées dans les écoles du Sud. En règle générale, il y a une différence importante entre les attentes et ce qu'ils vivent dans le cadre de leurs expériences scolaires, ce qui se traduit par des difficultés importantes notamment en mathématiques. Bien que plusieurs études révèlent que les Inuits ont développé une grande maîtrise de la perception spatiale et une étonnante mémoire visuelle (Osborne, 1985), bien qu'ils ne perçoivent pas de la même manière que nous (Pallascio et al., 1993a), on note qu'ils éprouvent certaines difficultés dans leur apprentissage de la géométrie, et par la suite, dans divers programmes de formation dans lesquels on fait usage de ce savoir (pilote, métiers du bâtiment...).

Les compétences spatiales chez les Inuits

Tout comme nous avons été en mesure de l'observer dans nos propres recherches auprès d'Inuits (Pallascio et al., 1993a), plusieurs auteurs confirment les liens entre le développement des compétences spatiales et les situations qui rendent compte de ces compétences (Berry, 1971; Bland, 1970; Eells, 1963; Guilmet, 1975; Kleinfeld, 1971; Mueller et al., 1986; Preston, 1964): représentations discursives, graphiques, schémas, dessins, symboles... Comme le disait Goodman (1978), "la réalité est fabriquée, elle n'est pas découverte". Les compétences spatiales se développent en interaction avec ces situations: "Au niveau du micro-espace, les enfants du Sud sont davantage initiés au dessin imaginatif ou figuratif, plutôt qu'au modelage de formes tridimensionnelles..." (Pallascio et al., 1990: 82). Au niveau du macro-espace, les Inuits évoluent dans un milieu ponctué de peu de dénivellations, avec des repères projectifs où la métrique est approximative, alors que les gens du Sud vivent dans un espace métrique tridimensionnalisé et équipé de plusieurs repères (ex: métro, édifice, souterrain, rues orthogonales, numéros de portes...). Le contexte inuit constitue un cas extrême susceptible d'être fort éclairant pour un ensemble d'autres contextes moins différenciés. Autrement dit, les sources de connaissances sont réciproques!

Le savoir contextualisé et l'apprentissage

Le savoir contextualisé correspond à un savoir moins plaqué, plus proche des compétences du praticien ou de la praticienne. Jérôme Bruner (id: 17) dira: "L'esprit ne peut exister en l'absence d'une culture. En effet, l'évolution de l'esprit des hominidés est liée au développement d'un mode de vie où la réalité est représentée par un symbolisme commun à tous les membres d'une communauté culturelle, au sein de laquelle le mode de vie techno-social est à la fois organisé et interprété selon les termes de ce symbolisme." Par exemple, Janvier (1990; 1987) a montré que dans son raisonnement, le praticien substitue à la manipulation d'équations un traitement de relations numériques de nature verbale, mais en conjonction avec le support de diagrammes, de descriptions verbales, d'images mentales, de gestes..., soit des représentations externes non standards du point de vue de la théorie mathématique. Selon Gentner et Stevens (1983), un savoir contextualisé permet de faire des inférences adéquates. En résumé, l'utilisateur des mathématiques dans une situation de résolution de problèmes n'applique pas les mathématiques telles qu'elles sont élaborées en théorie par les mathématiciens, mais a recours à un savoir contextualisé, c'est-à-dire établissant des relations caractérisées par le contexte, et qui s'appuie sur certaines représentations internes et externes comme support au raisonnement. De plus, les relations avec le contexte établies par l'utilisateur des mathématiques dépendent des connaissances métacognitives de chaque personne. Ces connaissances sont influencées par certaines idées préconçues de la personne au sujet d'elle-même, de la tâche à effectuer et de la meilleure façon de l'effectuer. À partir de ces connaissances, la personne effectue la tâche et gère son activité mentale. Une fois la tâche réalisée, selon le résultat obtenu et le jugement porté sur son déroulement, la personne ajuste ses opinions, ses idées et ses connaissances. L'activité métacognitive est en quelque sorte vécue comme un cycle (Lafortune, St-Pierre, 1993).

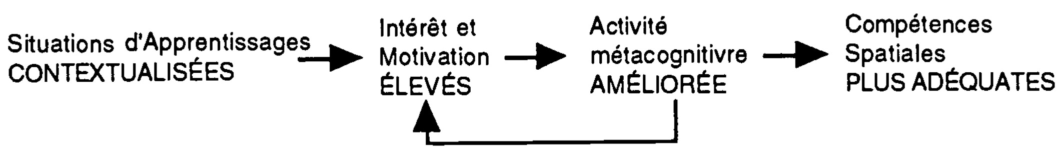
Un savoir contextualisé s'oppose dans une certaine mesure, au savoir désincarné que l'école vise trop souvent à développer chez les élèves. Les savoirs contextualisés et scolaires finissent par s'opposer. Les élèves confrontés à ces différentes conceptions de l'apprentissage développent des attitudes négatives, un manque de motivation et un désintérêt à faire des mathématiques à l'école (Lafortune, 1992). Alors que le système éducatif entend fournir des connaissances généralisables que les élèves peuvent appliquer dans le futur dans des domaines larges et variés, plusieurs recherches (Lave et al., 1984; Carraher et al., 1985) ont montré que cet objectif de transmission de savoirs généraux est souvent contredit dans les faits. Les normes scolaires isolent les élèves du savoir de la vie courante ou professionnelle. Ainsi les conceptions véhiculées par l'école se développent en parallèle et souvent en contradiction avec les conceptions du monde scientifique (Brousseau, 1989; Schubauer-Leoni, 1989). Au niveau des modes de construction de ces savoirs, les apprentissages scolaires et ceux transmis par les aléas de la vie quotidienne, sont fort différents (Lave, 1984; Schubauer-Leoni, 1989). Enfin, au niveau des modes d'application, il s'ensuit inévitablement que les compétences de base sont insuffisamment développées. Le développement des processus métacognitifs s'avère un moyen d'aider les élèves à faire les liens entre les savoirs contextualiséés et scolaires.

Les compétences spatiales et les mathématiques

Plusieurs études (MacFarlane Smith, 1964; Krutetskii, 1976; Clements et Wattanawaha, 1978; Ourahay, 1989) tendent à démontrer l'existence d'un lien entre les compétences spatiales et géométriques. Déjà MacFarlane Smith (1964: 96) argumentait sur le fait qu'une compétence spatiale, qu'il définissait comme étant une capacité de reconnaître ou de reproduire une configuration dans un ensemble organisé, était l'habileté-clé sous-jacente à certains concepts mathématiques. Lean et Clements (1981) rapportent plusieurs recherches qui vont dans le même sens. La géométrie serait, selon Ben-Chaim et al. (1989), la mathématique de l'espace. De même, selon Eisenberg et Dreyfus (1989), plusieurs concepts et procédés mathématiques peuvent être liés à des interprétations visuelles. Certains ont d'ailleurs déjà tenté de développer les compétences spatiales lors de cours de mathématiques (Bishop, 1973; Pallascio et al., 1993; Mongeau et al., 1991). Par exemple, la lecture et l'écriture du dessin technique requièrent la maîtrise de trois champs conceptuels, tels que le codage, la technologie et la géométrie; ces champs sont en interaction continuelle (Artaud et al., 1984, p. 8). Leurs conclusions sont à l'effet que les contenus et les activités reliés à la visualisation spatiale devraient être enseignés explicitement à travers le cours de mathématiques. Des interventions didactiques permettant de développer les compétences spatiales des élèves devraient être élaborées (Ben-Chaim et al., 1985). En effet, au secondaire, les activités scolaires en géométrie projective ou reliées aux compétences spatiales étant fort récentes, les élèves éprouvent beaucoup de difficultés à transférer leurs quelques acquis mathématiques dans des situations où ils auraient à exploiter leurs capacités visuo-spatiales (Parzysz, 1989; Rabardel, 1989). Cette capacité de transfert des acquis mathématiques peut s'acquérir par le développement des processus métacognitifs. Selon Bishop (1983), les relations entre espace et géométrie indiquent que les présentations visuelles offrent une puissante introduction aux abstractions mathématiques (Bishop, 1983).

Les objectifs de la recherche

L'hypothèse générale sous-jacente à l'ensemble des activités du projet était que le processus d'acculturation mathématique est d'une manière générale influencé par l'activité métacognitive de l'élève en lien avec l'intérêt et la motivation qu'il ressent face aux situations d'apprentissage qui lui sont présentées:



Conséquemment, les principaux objectifs de ce projet de recherche didactique étaient : (1) de connaître les notions spatiales sociogéographiques les plus importantes et les plus évocatrices, eu égard à l'expérience quotidienne et contextualisée des jeunes Inuits; (2) de mieux connaître certains déterminants des processus métacognitifs des élèves inuits lorsqu'ils ont à résoudre des problèmes liés à des notions spatiales; (3) d'identifier des éléments socioculturels, liés à l'intérêt et aux motivations, à considérer dans l'élaboration des situations didactiques; (4) concevoir et expérimenter un ensemble de mises en situation, sous forme de problèmes spatiaux à résoudre, afin de mieux saisir et vérifier sur le terrain les différents aspects à considérer lors de l'élaboration de situations didactiques spécifiques au contexte inuit.

Problématique

A) Les compétences spatiales et géométriques des Inuits un phénomène d'acculturation mathématique

Dans toutes les cultures, même si on y réfère implicitement dans les discours, les humains développent ce que nous nommons des compétences spatiales (Bishop, 1991), i.e. d'une part, la capacité de reconnaître des formes et d'autre part, la capacité de transformer des formes (Lean et al., 1981). Les opérations spatio-géométriques associées à ces compétences sont diverses (voir l'annexe 13): habileté à localiser de façon auditive, constance dans l'estimation de la distance, reconnaissance d'objets après une rotation dans l'espace, identification des segments qui s'assembleront après une rotation ou un déplacement, détermination des mouvements dans un système d'engrenages, estimation du nombre de surfaces d'un objet tridimensionnel à partir d'une représentation bidimensionnelle, etc. Quotidiennement, ces compétences spatiales sont sollicitées (savoir se situer, se déplacer...), et cette sollicitation est davantage marquée dans l'environnement des Inuits: isolement, question de survie, orientation, localisation, communication, etc.

En fait, les compétences spatiales sont influencées par le contexte culturel et plus particulièrement par l'environnement spatial, et réciproquement (Vandenberg et Hakstian, 1978; Pallascio et al., 1993a). C'est pourquoi, pour rendre compte des différences culturelles, des chercheurs (Pinxten et al., 1983) ont élaboré un cadre de référence qui facilite l'étude de la représentation spatiale chez différents peuples. On y distingue trois types d'espace: l'espace physique des objets, l'espace sociogéographique et l'espace cosmologique. Nous nous sommes plus particulièrement intéressés aux notions spatiales associées à la deuxième catégorie, l'espace sociogéographique, soit par exemple, la proximité, les dimensions, les réductions d'échelle, l'approximation et la mesure des distances, le parallélisme, les points cardinaux, etc.

Le phénomène d'acculturation mathématique

L'acculturation mathématique, plus spécifiquement géométrique, constitue un obstacle, tant sur le plan des résultats scolaires que sur celui de la satisfaction des intéressés.

L'acculturation mathématique désigne pour nous le processus par lequel un groupe social, et à la limite chacun de ses membres, construit de façon active ses connaissances mathématiques, à partir de situations vécues dans un environnement socio-culturel qui n'est pas le sien.

Les études ethnomathématiques indiquent que ce processus d'acculturation conduit souvent à des impasses intellectuelles et le cas des élèves brésiliens qui sont également vendeurs de rue est exemplaire. Ces derniers développent des algorithmes originaux et efficaces pour traiter les opérations de comptage d'argent (vente, remise...) impliquées dans la vente et réussissent 98% des exercices qui font référence à ce contexte. Leur performance dégringole à 37% (Carraher et al, 1985), lorsqu'on leur propose des exercices formellement identiques du point de vue des mathématiques officielles, mais qui font référence au contexte scolaire. On peut donc comprendre dans une certaine mesure, en établissant un parallèle entre la situation de ces élèves et les jeunes Inuits, pourquoi ces derniers, qui, en contexte, ont développé des concepts mathématiques (Pelley, 1991), peinent pour assimiler les concepts de la géométrie des autres.

Brousseau et Centeno (1991) ont déjà écrit:

> "Les connaissances sont les moyens transmissibles (par imitation, initiation, communication, etc.) mais non nécessairement explicitables de contrôler une situation et d'y obtenir un certain résultat conformément à une attente ou une exigence sociale. La connaissance - ou la reconnaissance - n'est pas analysée mais exigée comme une performance relevant de la responsabilité de l'acteur.
>
> Le Savoir est le produit culturel d'une institution qui a pour objet de repérer, analyser, organiser les connaissances afin de faciliter leur communication, leur usage sous forme de connaissance ou de savoirs, la production de nouveaux savoirs. Dans certaines situations (d'action, de formulation, ou de preuve) le même résultat peut être le fruit d'une connaissance de l'acteur ou le fruit d'un savoir ou les deux: la manipulation sociale des savoirs dans les relations sociales exige des connaissances personnelles de la part de l'acteur, mais le produit de cette activité est une explicitation de certaines de ces connaissances devenues publiques puis institutionnelles. La référence culturelle et l'analyse de l'usage qui sera fait de ces connaissances les constituent en savoirs culturels."

Dans une société relativement homogène dans sa culture et ouverte depuis toujours aux influences transculturelles, cela tombe sous le sens. Mais dans une société qui fut isolée pendant des siècles, pour qui la notion même de société est une réalité récente, une "distance" cognitive et épistémologique est facilement décelable, par exemple, dans les manières d'aborder les problèmes. Les Inuits ont dû également résoudre des problèmes et développer pour ce faire une métaphore du monde des quantités et de l'espace, c'est-à-dire une mathématique. Maintenant que ce peuple, bien qu'encore géographiquement isolé, est en relation avec le reste du monde (télévision par satellite, informatique, etc.), ses membres sont confrontés à cette acculturation: d'une part, ils veulent conserver leurs traditions et donc leurs façons de faire marquées culturellement, d'autre part, ils veulent participer à ce monde "étranger", en développant certaines compétences propres à ce monde étranger, par exemple, comment piloter un avion ou naviguer aux instruments.

Dans ce contexte, la question qui s'est posée à nous était celle-ci: "est-il possible, à long terme, d'inverser ce processus d'acculturation en un processus d'inculturation, c'est-à-dire qui tiendrait compte davantage du contexte culturel des élèves, par exemple, par une reformulation du contrat didactique et une interprétation ethnomathématique des connaissances à acquérir?" Bien sûr, notre contribution ne peut être que partielle; toutefois, nous espérons mettre en lumière des éléments de réponse. Mais avant d'aller plus loin, définissons contextuellement le référentiel de cette recherche.

B) La pré-formation professionnelle

En 1986, le Gouvernement de Québec adoptait un plan d'action en formation professionnelle au secondaire, dont les visées citées par Trottier (1989: 17) sont les suivantes:

> " ... faire en sorte que la formation professionnelle se démarque de la formation générale, par une organisation qui lui soit particulière, répondant davantage à ses besoins structurels et fonctionnels; l'asseoir, par ailleurs, sur une formation de base solide, qui permette aux élèves choisissant l'une ou l'autre des filières de formation de s'y mouvoir avec aisance et d'y progresser avec célérité; faire davantage correspondre la formation aux besoins du marché du travail, dans la perspective de préparer une main-d'oeuvre plus compétente, plus polyvalente et plus apte à remplir ses fonctions efficacement; clarifier les modalités selon

lesquelles s'effectuent la reconnaissance des acquis de formation et la sanction des études. "

De même (id.: 19), les nouveaux programmes sont conçus et préparés selon une approche globale. Ils sont définis par compétences décrites par des objectifs opérationnels qui précisent les savoirs nécessaires au développement de ces compétences. Ces mêmes programmes sont découpés en modules.

Au cours de la dernière décennie, un des problèmes majeurs fut de trouver le moyen d'arrimer formation et milieu de travail comme cela était avant les années '50. Durant la période des années '60 et '70, on a pu observer une tendance à s'éloigner d'une collaboration dans ce type de formation. Les programmes de formation technique et professionnelle sont, selon Hardy et Maroy (1994: 645), "intégrées à l'enseignement général dans les écoles secondaires polyvalentes". Les milieux de travail tendent dès lors à être marginalisés; de plus en plus, c'est l'école seule qui préside au destin de la formation technique et professionnelle.

Dans un contexte d'acculturation, une formation professionnelle pourrait être favorisé, au niveau pré-professionnel, par un apprentissage de type double boucle (Wittorski, 1995), à savoir un apprentissage tiré de la confrontation en petits groupes des différentes manières de résoudre un problème quotidien à connotations géométriques où le professeur serait un membre du groupe à la manière des contremaîtres dans l'entreprise.

Ce type d'apprentissage, en comparaison avec les apprentissages par résolution de problèmes, est celui où l'apprenant ne se préoccupe pas uniquement de résoudre des problèmes impliquant de la part de celui-ci des savoirs et des savoir-faire (comportements de types plus cognitifs), mais est aussi capable ou veut acquérir une capacité à réfléchir sur sa propre démarche pour tenter de comprendre le comment et le pourquoi de sa façon de fonctionner, de se poser des questions sur les meilleurs moyens de parvenir à une solution et même à modéliser son comportement ou celui de son équipe (comportements de nature plutôt métacognitifs). Wittorski (id.) suggère que l'apprentissage en petit groupe ou le problème ne peut être résolu par un seul membre semble favoriser davantage l'acquisition de ce type de comportement métacognitif.

C) **La formation professionnelle et technique chez les Inuits**

Très récemment, un nouveau centre de formation professionnelle et technique a ouvert ses portes dans le Nunavik. C'est à Inukjuak plus précisément que ce centre va offrir une formation professionnelle et technique dans divers métiers tels que technologie minière, menuiserie, entretien de bâtiment, mécanique, tourisme, dessin technique, plomberie et chauffage, coiffure, secrétariat, comptabilité, etc. Dans le passé, l'enseignement de quelques-unes de ces techniques était donné dans divers villages du Nunavik selon certaines facilités offertes par le milieu; par exemple, le travail en garderie, les cours de mécanique ou de menuiserie étaient dispensés à Kuujjuarapik et à Salluit. Ces cours seront transférés au nouveau centre d'Inukjuak. Par contre, la formation dans le domaine de la santé restera à Puvirnituq où se situe le Centre Hospitalier de la Baie D'Hudson.

Dans le Nunavik, Inukjuak sera maintenant le centre le plus actif dans le cadre de la formation professionnelle et technique. Il recevra une cinquantaine d'étudiants et d'étudiantes par année provenant de différents villages du Nunavik. Présentement, ce sont principalement des enseignants et des enseignantes du Sud du Québec qui collaborent à la formation des jeunes et des adultes à partir des programmes mis en application dans le Sud du Québec. On peut prévoir qu'à plus ou moins long terme un plus grand nombre d'enseignantes et d'enseignants inuits formeront les jeunes et que les programmes seront de plus en plus adaptés aux besoins spécifiques de cette communauté du Nord québécois. Pour la communauté inuite, c'est un souffle nouveau que représente ce centre de formation. Cette initiative offrira la possibilité à un plus grand nombre d'élèves d'étudier et de travailler dans leur milieu, permettra à leur communauté de bénéficier de leur expertise et ainsi, s'assurer un meilleur avenir.

Plusieurs métiers de la formation professionnelle et technique nécessitent des compétences géométriques et spatiales particulières (voir l'annexe 1). Ces compétence peuvent référer à la lecture de cartes et de plans (navigation côtière ou hauturière, entretien de bâtiment nordique, construction d'habitation, etc.), aux notions de rapport et proportion (dessin à l'échelle, confection de vêtements, construction de maquette, etc.), au passage de 2 dimensions à 3 dimensions et inversement (entretien des bâtiments: électricité, plomberie, chauffage, ferblanterie, etc.)... L'étude des programmes du secondaire nous révèle une certaine déficience sur ce rapport (voir l'annexe 2). Ce n'est qu'en secondaire 3 que l'on retrouve essentiellement des activités d'ordre spatial à proprement parler. Encore faut-il croire que les modes d'apprentissage proposés par les manuels scolaires sont peu propices au développement de l'autonomie de l'élève. On retrouve des problèmes à résoudre et des exercices à faire, mais peu d'activités amènent les élèves à des discussions d'ordre métacognitif ou à des créations comme l'on retrouve dans l'enseignement par projets. Sachant que la formation professionnelle et technique est exigeante à cet égard, des activités de pré-formation professionnelle et technique devraient être partie intégrante de la formation au secondaire. La création de plans à l'échelle (vêtement, habitation), l'agrandissement de cartes, le tracé de navigation sur l'eau ou par les airs, le travail sur des objets en trois dimensions..., ne sont que quelques-unes des activités qui pourraient se vivre en secondaire 1, 2 ou 3 et qui favoriseraient une meilleur préparation pour une formation professionnelle et technique et ce, de manière plus dynamique.

Les anciens programmes du secondaire n'accordaient à peu près pas d'importance à l'acquisition de telles compétences. Les nouveaux programmes ont tenté de remédier à cette lacune en traitant du sens spatial en troisième secondaire (voir l'annexe 2). Mais les activités portant sur l'acquisition de ces compétences ne passent pas, en général, par une pédagogie du projet ou une pédagogie qui se fonderait sur des initiatives d'élèves dans le sens d'une exploration ou d'une expérimentation par une équipe d'élèves par exemple. L'apprentissage est en général assez classique: problème - résolution - problème - résolution - ... Seul l'enseignant ou l'enseignante peut prendre l'initiative de modifier ce style d'apprentissage. Par contre, pour favoriser un apprentissage efficace et significatif chez l'élève, ces compétences spatiales devraient être intégrées à des projets susceptibles de susciter un apprentissage autonome et tenir compte du contexte culturel des élèves.

Cadre théorique

A) Une recherche ethnomathématique

Le domaine des recherches ethnomathématiques concerne l'étude des liens entre la culture d'un peuple et les mathématiques, en particulier la géométrie, et les façons dont celles-ci s'actualisent.

L'ethnomathématique est "l'anthropologie culturelle des mathématiques et de l'enseignement mathématique" (Paulus Gerdes, 1995).

Faire des mathématiques est considérée comme une activité commune à toutes les sociétés, sauf que chacune d'elle construit ses propres représentations mathématiques, comme le fait, à la limite, chaque individu. Cette situation est également marquée d'une génération à l'autre: alors que nous étions limités à la règle à calcul, nos enfants ont maintenant à leur disposition des calculatrices graphiques à calcul symbolique.

Nous avons donc voulu connaître les notions spatiales sociogéographiques les plus importantes et les plus évocatrices, eu égard à l'expérience quotidienne et contextualisée d'élèves et de praticiens inuits. À l'aide de la différenciation des types d'espaces, nous avons pu caractériser les compétences spatiales propres à l'idiosyncrasie inuite.

Notre cadre de référence tente de considérer ensemble les mathématiques, en particulier les concepts géométriques, et la culture inuite. Sur le plan culturel, les Inuits ont leur propre langue. Toutefois l'enseignement est donné, soit en français, soit en anglais, à partir de la 3e année, à demi-temps, et par la suite, à temps plein, sauf pour les cours de langue maternelle et de culture inuite, ainsi que les cours de morale ou religion, d'éducation physique, de FPS, de technologie et d'économie familiale.

Alors que les mathématiques dont il sera question dans cette recherche sont essentiellement les mathématiques scolaires, la culture inuite concerne la langue inuktitute, les habitudes des peuples nordiques, en incluant leurs attitudes et leurs manières de vivre et d'interagir, et les expériences de vie, autant celles reliées aux traditions inuites que celles reliées à de récentes habitudes de vie dues aux contacts réalisés avec d'autres personnes et d'autres cultures: "a culture is a set of people who have a set of shared experiences" (Amir et Williams, 1994).

La culture influence-t-elle les mathématiques, et si oui, comment doit-on les enseigner pour tenir compte des influences culturelles? Si nous tenons compte de la théorie constructiviste du développement des connaissances (von Glaserfeld, 1995), la connaissance empirique est à la base de tout apprentissage (Angers et Bouchard, 1986). Or les expériences sont forcément culturelles. Ce point de vue est renforcé par les recherches récentes reliées au socio-constructivisme qui ont montré l'importance des interactions sociales et de la communication dans la construction des apprentissages (Cobb et Bauersfeld, 1995). Pinxten (1994) va même jusqu'à affirmer que l'apprentissage est un phénomène culturel et que les contenus d'apprentissage sont culturellement spécifiques.

Si nous pouvons répondre affirmativement à la première question posée ci-dessus, il est plus difficile de savoir comment la culture est reliée aux mathématiques, surtout dans un contexte d'acculturation mathématique comme chez les Inuits, lesquels n'ont pas été en communication avec les autres cultures qui ont participé depuis des siècles à l'institutionnalisation du savoir mathématique. Ceci ne veut évidemment pas signifier que les Inuits n'ont pas eux-mêmes développé leur propre mathématique pour résoudre plusieurs problèmes de la vie, comme la mesure des distances, l'orientation et la désignation des directions, etc.

Le cadre de référence qui suit s'inspire des travaux de McIntosh (1983) et de Leder (1995), et comprend cinq phases illustrant une inculturation progressive. Il faut noter qu'il ne s'agit pas d'étapes absolues et que des composantes de ces différentes phases peuvent co-exister au sein d'une même collectivité.

Phase 1: *Les mathématiques au-delà de la culture*

Toute notion mathématique est influencée par la culture de ceux et celles qui l'ont construite. Dans un contexte d'acculturation, lorsqu'une notion sera présentée, elle sera mise en opposition à des influences culturelles auxquelles participent les personnes qui ont à s'approprier cette notion.

Phase 2: *Les mathématiques plus une dimension culturelle*

Il est possible de parler des mathématiques en utilisant des termes qui ont une connotation culturelle et de travailler diverses notions mathématiques à l'aide d'artefacts traditionnels. Par exemple, l'alphabet syllabique inuit présente des caractères symétriques, comme "pa" (<) et "pou" (>).

Phase 3: *Les mathématiques versus la culture*

Souvent le problème apparaît en dehors des mathématiques, par exemple, dans les insuccès scolaires. Cela exige de considérer les notions mathématiques de deux points de vue, parce que, dans une certaine mesure, ces personnes chevauchent deux cultures, leur culture traditionnelle d'une part, et les ingrédients des autres cultures qui se développent au sein de leur propre société. Comment les élèves considèrent-ils alors les mathématiques? Il semble qu'ils possèdent deux schèmes de pensée, celui lié aux mathématiques scolaires, et celui lié aux problèmes de la vie quotidienne qui demandent des habiletés mathématiques pour les résoudre. Une dissociation peut alors se produire: apprendre les mathématiques scolaires pour passer les examens, obtenir des avantages sociaux et un travail convoité, d'une part, et d'autre part, apprendre des mathématiques utiles dans la vie ou encore plaisantes pour l'esprit.

Phase 4: *Les mathématiques liées à la culture*

Nous sommes ici au centre des relations entre les mathématiques, les connaissances à acquérir, les visions du monde et la culture. Lorsque l'on reconnaît que les mathématiques sont acculturées pour les Inuits, nous cessons de blâmer les Inuits, leur culture et même les mathématiques de cette situation. Les interactions entre les personnes, leur culture et les mathématiques sont complexes. Les catégories traditionnelles que l'on retrouve dans les mathématiques scolaires sont teintées culturellement. Des approches alternatives, ni meilleures, ni moins bonnes en soi, mais tout simplement différentes, sont peut-être davantage appropriées. Par exemple, des catégories basées sur des applications, comme compter, localiser, mesurer, dessiner, jouer, prouver (Bishop, 1988) sont peut-être des catégories plus digestes dans des sociétés mathématiquement acculturées.

C'est ici qu'une cognition-en-action (Brown, Collins et Duguid, 1989) et un apprentissage expérientiel (Boud, Cohen et Walker, 1993) laisse entrevoir l'intérêt non seulement de mathématiques contextualisées, mais d'activités socialement justifiées, sur la base du contrat didactique suivant: l'expérience, le point de départ de tout apprentissage; les élèves actifs dans la construction de leurs connaissances; l'apprentissage, un processus global; un apprentissage construit socialement et culturellement; un apprentissage influencé par un contexte socio-affectif.

Phase 5: **Des mathématiques en reconstruction**

Il s'agit à ce stade d'élaborer des approches alternatives pour l'enseignement des mathématiques, incluant: des considérations culturellement traditionnelles (visions du monde, connaissances particulières, attitudes spécifiques à l'égard de l'apprentissage...); des considérations culturellement actuelles (expressions, comportements, expériences des élèves...); des mathématiques (contenus, processus, méthodes pédagogiques...), des buts éducatifs propres à la communauté; les besoins des élèves (sociaux, économiques...); et l'intégration des apprentissages aux besoins de la collectivité.

B) **Vers un savoir mathématique culturellement construit**

Dans les collectivités traditionnelles, les enfants apprennent en observant et en faisant à leur tour ce que leurs parents font. Bien sûr, les contenus d'apprentissage se sont diversifiés et l'imitation de l'agir parental ne pourrait plus suffire. Mais une pédagogie du projet proche du "Learning by doing" de John Dewey (1990), rappelant la pédagogie naturelle des parents dans les sociétés traditionnelles, aurait peut-être intérêt à être préservée dans le cadre de l'éducation institutionnelle.

Mais cela suppose un apprentissage et un enseignement des mathématiques également reconstruits, tout comme les contenus, qui pourraient progresser à travers les stades suivants (Becker, 1995): les élèves écoutent les enseignements du maître en silence (le maître est la connaissance); les élèves reçoivent les enseignements transmis par le maître; l'apprentissage devient subjectif (l'élève a ses propres idées); les connaissances doivent être validées à l'aide d'arguments, de preuves, etc (la connaissance devient rationnelle); la connaissance devient responsable, intégrée dans le savoir de la collectivité.

Le didactique

Conformément à la théorie constructiviste de l'apprentissage et d'une approche active de la pédagogie, où l'élève "enseigne" et où l'enseignant "renseigne", nous pensons que c'est le contrat didactique qui gère l'ensemble des relations entre les trois "acteurs" du modèle ci-dessous. Et qui dit contrat, dit négociations entre les partenaires humains de la relation pédagogique, à

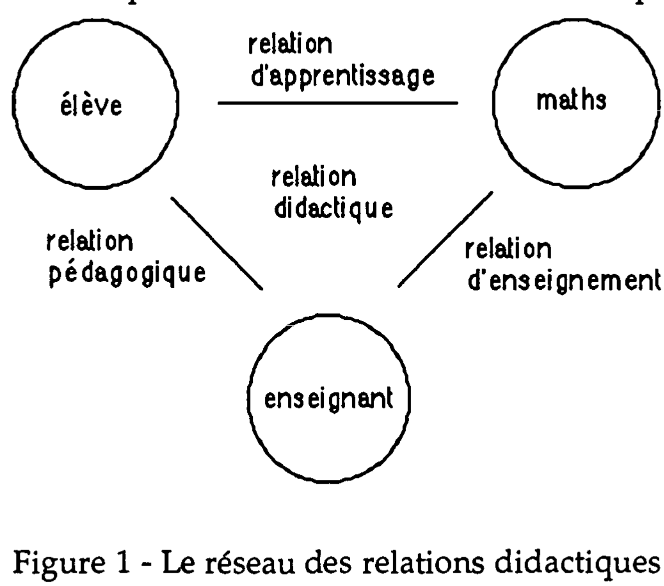


Figure 1 - Le réseau des relations didactiques

savoir l'apprenant et l'enseignant, et avec le partenaire institutionnel qui souhaite que les élèves s'approprient certains savoirs mathématiques. La figure 1 présente un modèle qui représente notre vision du réseau relationnel en classe.

Une première recherche nous avait permis d'identifier les caractéristiques de relations didactiques efficientes auprès des jeunes Inuits, dans le cadre de ce que nous avions défini comme étant une géométrie générative (Pallascio et al., 1993b): la manipulation et la transformation de formes tridimensionnelles doublées de leurs représentations sous différents médias ou différents types de projections, la présence de stimuli figuratifs et non figuratifs, la résolution de problèmes obligeant une perception et une représentation efficace de l'espace géométrique, le travail en petits groupes autour d'objets tridimensionnels culturellement connus, la verbalisation et la communication d'idées spatiales entre pairs et avec l'enseignant (blanc), incluant la réfutation volontaire de ces idées et impliquant une nécessaire structuration majorée sur la représentation spatiale.

Les situations proposées devaient permettre d'agir sur le réel, de manipuler du matériel et d'explorer dans une certaine mesure diverses compétences spatiales et géométriques, par exemple: élaborer un plan à l'échelle, dessiner les vues d'un objet réel ou inventé, construire une maquette à l'échelle d'un tel objet, etc. Ces mises en situations ont été proposées aux sujets dans le contexte de projets à réaliser, par exemple: la conception d'une maison de jeunes inuits, d'un casse-tête 3D, d'un sac d'école inuit, etc. Dans la continuité de Piaget, pour qui l'action était le facteur principal du processus de connaissance, comme Vergnaud, nous pensons qu'"on peut aussi penser le réel comme un ensemble de situations, dans lesquelles le sujet est engagé de manière active et affective" (1994).

Le cognitif

Poser la question du cognitif, c'est poser la question: "qu'est-ce que je fais quand j'apprends?" Notre théorie de la connaissance s'appuie sur le schème des opérations de la conscience intentionnelle (Angers et Bouchard, 1986), lequel est composé de quatre niveaux d'opérations, ceux de la connaissance empirique (expérience), de la connaissance intellectuelle (compréhension), de la connaissance rationnelle (jugement) et de la connaissance responsable (décision et action), ainsi que des relations fonctionnelles entre ceux-ci:

> "Les perceptions sensibles – la vision, le toucher, l'audition, le goût - recueillent des faits et des matériaux, mais elles ne dévoilent pas de relations intelligibles entre les matériaux. L'intuition et la conception découvrent des rapports intelligibles entre les faits et les matériaux et elles dégagent les implications de cette compréhension. La réflexion revient sur les opérations qui précèdent et elle les complète par une élaboration critique et détachée en les soumettant à des vérifications tendant à discerner ce qui est vrai et faux, exact ou inexact, certain ou seulement probable dans la compréhension. Enfin, après avoir porté jugement sur les faits, la délibération intervient pour décider ce qu'il y a lieu de faire en tenant compte des données qui ont été recueillies, de la compréhension qui en a été acquise et du jugement qui a été porté." (p. 49-50).

Ainsi, dans cette théorie de la connaissance, un acte d'expérience (le premier niveau, celui de la connaissance empirique) est défini comme ce qui est présupposé à un acte d'intuition, lequel doit passer par un questionnement et une investigation intelligente (le second niveau, celui de la connaissance intellectuelle). Les intuitions sont définies pour leur part, comme procédant d'actes d'expérience sur lesquels on s'est posé des questions et comme fondant les conceptions, la formulation et le jugement (le troisième niveau, celui de la connaissance rationnelle). Enfin, un acte de jugement est défini comme procédant d'actes d'expérience, d'intuition, de conception et de formulation.

Ici le sujet n'est pas seulement l'unité d'actes distincts, mais l'unité d'actes reliés les uns aux autres. En outre, il n'y a pas que des relations particulières entre des actes pris un par un. Au-delà de celles-ci, il y a le dynamisme englobant du sujet agissant qui désire connaître, relier des séries d'intuition entre elles, des contextes de jugement entre eux, des ensembles de décision entre elles. C'est donc par des éléments cohérents et vécus que s'affirme le caractère fondamental du sujet connaissant.

Cette théorie de la connaissance s'actualise dans l'agir du sujet connaissant au moyen d'une pédagogie du projet. Le propre de l'être humain est d'agir, c'est-à-dire de poser un ensemble d'actes où il peut prendre des initiatives et où il a la maîtrise de ses actes. En effet, une personne "agit", lorsqu'elle l'a décidé, lorsqu'elle l'a désiré, lorsque cela lui plaît. Bien sûr, une personne se retrouve avec ses capacités, mais aussi avec ses insuffisances, face à son projet. Même le corps humain est soumis à des contraintes d'espace et de temps. Mais deux facteurs permettent quand même d'évoluer. D'une part, nous subissons tous le rayonnement des autres êtres, par lesquels nous sommes appelés à progresser. D'autre part, la connaissance nous permet d'échapper à plusieurs contraintes. C'est ainsi que le dynamisme de la volonté d'une personne, appuyé par celui des autres, peut permettre de résorber insuffisances et capacités en de nouvelles capacités, et peut évoluer vers une réalisation d'elle-même. Réaliser des projets devient ainsi une activité humaine qui se vit tous les jours.

Cette relation didactique est à la fois *heuristique*, car le sujet y apprend à chercher des réponses à ses questions, *intégrante*, car elle est source d'interdisciplinarité, *critique*, car elle porte sur l'activité cognitive même, et *fondamentale*, car elle est commune à toutes les disciplines. De plus, cette approche est également *sociale*, car le sujet y est constamment en interaction avec d'autres sujets connaissants, par différentes fonctions de confrontation, de délibération, de répartition, d'exploitation, etc.

L'objectif de l'intervention auprès des jeunes Inuits était de les amener à analyser une situation en contexte, de conceptualiser celle-ci en relation avec divers concepts géométriques, et de réfléchir avec d'autres élèves sur les actions à produire. En diversifiant ces contextes où les mêmes connaissances étaient mises à profit, notre hypothèse était à l'effet que celles-ci seraient davantage maîtrisées, avant de chercher à les décontextualiser (concept géométrique) et à les recontextualiser dans des transferts de connaissances: "les connaissances et les procédures qui auront le plus de chance d'être les plus fréquemment utilisées, seront les premières à être acquises" (Brousseau, 1979).

L'épistémologique

L'épistémologie est pour nous l'étude des conditions de la validité des savoirs. On peut effectivement "considérer que le rôle de l'épistémologie est d'informer la didactique, de jouer le rôle externe d'une science de référence" (Conne, 1994). Mais de notre point de vue, l'épistémologue-en-chef, c'est l'élève! "Une connaissance compréhensible, c'est essentiellement une connaissance utilisable!" (Aubé, 1974)

Le phénomène d'acculturation mathématique chez les Inuits crée une distance psychologique importante entre, d'une part, les pratiques sociales susceptibles d'être associées aux compétences spatiales et géométriques, et d'autre part, le savoir institutionnalisé tel qu'on le découvre dans les manuels de mathématiques utilisés. Par exemple, les Inuits peuvent estimer leur distance à la mer en humant la salinité de l'air! Ce "mètre sensitif" est proprement étranger à la culture mathématique scolaire. Dans ce dernier contexte, les jeunes Inuits n'arrivent pas à résoudre certaines problématiques, car, pour eux, "ils n'ont pas accès à la mystique des blancs", laquelle, sous-entendu, leur permet de les résoudre! Autrement dit, les situations étant fondées sur des représentations culturelles différentes, la difficulté consiste à rencontrer l'expérience propre des sujets et leurs conceptions du monde qui les entourent.

Or la pédagogie du projet que nous avons utilisée, "basée sur l'apprentissage par l'action, favorise l'organisation de l'expérience intuitive de l'élève et l'explicitation de son fonctionnement personnel et environnemental" (Pallascio, 1992). En ce sens il nous est apparu important que les élèves soient invités à réfléchir sur leurs processus cognitifs (aspects métacognitifs et affectifs). C'est ainsi que les mathématiques, et en particulier les concepts géométriques, peuvent se présenter comme étant un outil de travail qui permet d'élaborer des modèles rationnels métaphorisant divers éléments de connaissance et d'explorer la réalité à l'aide d'un raisonnement analogique. De cette façon, en plus d'assurer une durabilité aux nouveaux modèles explicatifs du monde environnant, cette approche permet au jeune, non seulement d'approfondir différentes notions (une connaissance intellectuelle), mais également de se connaître lui-même (l'accès à une connaissance rationnelle).

Méthodologie

Notre recherche a consisté en une analyse exploratoire de type qualitatif. Dans une démarche de type inductif-exploratoire, nous avons tenté de construire une explication à partir d'une exploration (Van der Maren, 1987). Comme instruments de collecte de données, nous avons retenu l'entrevue semi-dirigée, le journal de bord, le questionnaire et l'observation des sujets en action à l'aide de mises en situation et de projets d'apprentissage. Dans l'élaboration de l'ensemble des instruments de collecte de données ou dans la façon de faire compléter les questionnaires, nous avons tenté de tenir compte de sujets dont la langue d'origine n'est pas le français et dont la culture diffère de celle des chercheurs.

L'ensemble de ce projet s'est déroulé en trois étapes: une étape de préexpérimentation et deux étapes d'expérimentation. La première étape d'expérimentation a permis de recueillir des données auprès de deux groupes de sujet: des élèves et des praticiens. Chacune de ces étapes a été suivi d'une phase d'analyse des données afin d'orienter l'étape suivante.

La préexpérimentation

Au cours de la première année (1994-1995) de la recherche, nous désirions préciser les notions spatiales prédominantes chez les Inuit et tenter de comprendre les processus métacognitifs mis en branle lors de la résolution de problèmes exigeant l'utilisation de compétences spatiales géométriques (voir l'annexe 13).

Pour recueillir les données, nous avons élaboré des mises en situation afin de mettre les élèves en action et ainsi, recueillir des données en situation de résolution de problèmes. Ces mises en situation contextualisées ou décontextualisées ont été élaborées afin d'être utilisées lors d'entrevues de petites groupes d'élèves inuit. Une première série de mises en situation a d'abord été élaborée et pré-expérimentée auprès d'Inuit étudiant à Montréal ou dans les environs. Deux cégeps (St-Hyacinthe et Marie-Victorin) reçoivent actuellement des Inuit. Cette situation nous a permis de rencontrer sept étudiants et étudiantes (1 jeune homme et 6 jeunes femmes) agés d'environ 17 à 20 ans, et quatre étudiantes adultes inuit.

Cette phase de pré-expérimentation nous a permis de valider ces mises en situations, c'est-à-dire de les modifier, de choisir les plus pertinentes et d'en élaborer d'autres. De cette pré-expérimentation, nous avons retenu cinq mises en situation à être utilisée lors de la phase d'expérimentation: la carte du village, les noeuds, quatre fois plus grand, la tasse et le paravent. Relativement à des éléments visuels et géographiques, sur un continuum allant de la plus contextualisée à la moins contextualisée. Les activités " la carte du village " et les " noeuds " représentent le pôle contextualisé du continuum et les activités " le paravent " et " la tasse " représentent le pôle le moins contextualisé.

La première expérimentation

Lors de la première expérimentation (hiver 1995), nous avons recueilli des données auprès d'élèves, mais aussi auprès de praticiens inuit exerçant un métier exigeant des compétences spatiales géométriques.

a) Données recueillies auprès d'élèves

Auprès des élèves, nous avons recueilli des données à l'aide d'une première bande magnétoscopique enregistrée lorsque les sujets étaient en action, mais nous avons aussi recueilli des données à l'aide d'un deuxième enregistrement magnétoscopique lorsque les chercheurs et l'interprète examinaient la première bande et cherchaient à comprendre ce que les sujets avaient dit et réalisé. Ces bandes magnétoscopiques ont été analysées à l'aide de trois grilles portant sur les aspects cognitifs et métacognitifs et sur l'intérêt manifesté par les Inuit relativement au contenu des mises en situation. (voir les grilles dans les annexes 3 à 5)

L'expérimentation s'est déroulée auprès d'élèves inuit vivant à Puvirnituq. Des entrevues ont eu lieu auprès de 12 élèves (8 filles, 4 garçons) de classes francophones de troisième à cinquième secondaire (15 à 21 ans).

Nous décrivons ici succinctement ce que sont les mises en situation qui ont servi lors de l'expérimentation auprès des élèves inuit.

Le paravent

La mise en situation nommée *Le paravent* est de type non contextualisé et suppose que deux sujets sont assis de part et d'autre d'une table et sont séparés par un paravent. Il s'agit pour l'un (le meneur de jeu) de décrire à l'autre (l'exécutant) une structure tridimensionnelle qu'il a fabriquée lui-même à l'aide de petits blocs (style "lego"). Le meneur de jeu doit décrire cette structure tridimensionnelle de sorte que l'exécutant réalise une autre structure identique à celle du meneur de jeu. Une fois le travail terminé, le paravent est retiré et les deux sujets comparent les deux objets. Les chercheurs peuvent alors poser des questions pour approfondir ce qui a été observé.

La carte du village

L'activité *Carte du village* est de type contextualisé et, pour la réaliser, on demande à chacun des sujets (3 à 5 élèves) de dessiner la carte de leur village. Aucune contrainte n'est imposée relativement à la façon de réaliser cette carte, mais on demande aux élèves d'y placer certains édifices principaux (école, hôpital, coopérative, bureau de poste, rivière...) ainsi que les maisons de chacun des sujets. Tout le matériel nécessaire est mis à la disposition des élèves (grandes feuilles, compas, règles, crayons...). Une fois que les élèves ont effectué leurs cartes du village, celles-ci sont affichées au mur et chaque sujet explique son dessin. Certaines questions obligent l'élève à préciser la procédure qu'il a utilisée pour réaliser sa carte.

Les noeuds

L'activité *Les noeuds* est de type contextualisé et se partage en trois parties. Dans la première partie, on demande aux élèves de montrer les noeuds qu'ils connaissent, de les nommer et d'en expliquer l'utilité. Ils doivent tenter d'expliquer à voix haute aux autres élèves comment ils pourraient réaliser ces noeuds. Au cours de la deuxième partie, les chercheurs montrent des dessins de noeuds aux élèves. Les élèves doivent reproduire ces noeuds avec le matériel nécessaire, expliquer comment ils ont réussi à les reproduire et expliquer aux autres, toujours à voix haute, la façon dont ils pourraient procéder pour reproduire eux-mêmes ces noeuds. Dans la troisième partie, ce sont maintenant des noeuds déjà réalisés qui sont présentés aux sujets. Ils doivent dessiner les noeuds qui leur sont présentés. Des questions étaient prévues pour susciter, le plus possible, l'expression à voix haute des jeunes Inuit.

Quatre fois plus grand (4X+>)

Pour l'activité appelée *Quatre fois plus grand*, chaque sujet a reçu trois dessins où chaque dessin est situé au centre d'une feuille de grande dimension (partie de type non contextualisé). Il s'agit pour les élèves de produire trois dessins quatre fois plus grands et ayant la même forme que ceux représentés sur la feuille, du plus facile (un carré) au plus difficile (dessin d'un masque) en passant par celui d'une niche à chien. Les élèves sont invités à répondre à certaines questions concernant cette tâche, par exemple:
– explique ce que veut dire pour toi "quatre fois plus grand";
– explique aux autres élèves ta ou tes procédures pour créer tes dessins agrandis;
– indique si ta façon de faire est toujours la même; les autres sujets ont-ils utilisé la ou les mêmes techniques?
– la surface de chacun de tes dessins est combien de fois plus grande que celle de chaque dessin original?

Un deuxième volet à cette activité, cette fois-ci de type contextualisé, consistait à construire une boîte (3 dimensions), 10 fois plus petitie que la boîte réelle, à partir d'informations données par le dessin (2 dimensions) à l'échelle de cette boîte.

La tasse

Pour l'activité *La tasse*, de type non contextualisé, le petit groupe d'élèves est partagé en deux. Le premier groupe a un objet non symétrique (ex: tasse, sculpture...). Il doit d'abord placer cet objet dans la pièce. Il doit ensuite décrire sur papier la position et l'orientation de cet objet afin que d'autres personnes puissent replacer cet objet au même endroit et dans la même position. Le deuxième groupe d'élèves entre ensuite en action. Ce groupe doit replacer cet objet au même endroit et dans la même position à partir des informations fournies par l'autre groupe d'élèves.

b) **Données recueillies auprès de praticiens**

Au cours de cette première année de recherche, nous avons aussi recueilli des données auprès de praticiens utilisant leurs compétences spatiales géométriques dans l'exercice de leur métier. Nous avons rencontré sept praticiens (2 femme et 5 hommes) exerçant les métiers suivants: un sculpteur, une sculpteure, un contrôleur aérien, une couturière, un technicien en mécanique du bâtiment, un guide et un professeur de techniques traditionnelles inuit (construction d'igloo). Les deux femmes ne parlaient qu'en inuttitut, alors que les hommes parlaient en anglais et parfois, en inuttitut. Lorsque ces personnes l'ont accepté, nous avons réalisé l'entrevue alors qu'elles étaient en action. Par exemple, pour l'entrevue réalisée auprès du constructeur d'igloo, il a construit un igloo devant les chercheurs tout en répondant à leurs questions. Si les sujets n'étaient pas en action, ils étaient à tout le moins dans leur milieu. Toutes ces entrevues ont été enregistrées. La langue de communication était l'anglais ou l'inuttitut. Dans ce dernier cas, un interprétète faisait le lien entre les chercheurs et le praticien. Les données recueillies (enregistrements vidéoscopiques des entrevues) ont été analysées en tenant compte des trois aspects étudiés dans cette recherche (cognition, métacognition et intérêt).

Deuxième expérimentation

La deuxième phase d'expérimentation a eu lieu au cours de l'année 1995-1996. Au cours de cette deuxième expérimentation, nous désirions expérimenter la pédagogie du projet pour l'apprentissage de notions spatiales géométriques. Nous désirions également recueillir des données sur les aspects cognitifs, métacognitifs et sur l'intérêt des élèves lorsqu'ils réalisent des projets d'apprentissage nécessitant des compétences spatiales géométriques.

Le choix de procéder par projets d'apprentissage pour cette deuxième expérimentation provient de l'analyse des données de la première expérimentation. L'utilisation de mises en situation nous avait permis de recueillir des données lorsque les élèves résolvaient des problèmes exigeant des compétences spatiales géométriques; cependant, ces entrevues étaient courtes. Comme les jeunes Inuit s'exprimaient peu oralement, les données recueillies en 30 à 60 minutes nous semblaient insuffisantes. De plus, nous avions remarqué un enthousiasme de la part des jeunes Inuit pour certains types d'activités. Nous avons voulu élargir notre possibilité d'observation tout en proposant des projets d'apprentissage qui semblaient intéresser les Inuit et favoriser une certaine autocontextualisation.

Nous avons élaboré des projets d'apprentissage qui ont été proposés aux jeunes Inuit que nous allions rencontrer environ deux mois avant notre arrivée. Ces élèves devaient choisir le projet qui les intéressait. Nous avons alors proposé sept projets qui comportaient chacun deux parties (ce qui était équivalent à 14 idées de projets). Chacun des projets pouvait être de type conception ou reproduction. Ces projets sont décrits dans le questionnaire (voir annexe 7) cherchant à connaître l'intérêt des élèves inuit à réaliser certains projets.

Les six projets choisis par les jeunes Inuit ont été: la construction de la maquette d'une "maison inuite", la création de formes spatiales, l'invention de jeux, la création d'un sac d'école, la création d'un casse-tête à trois dimensions, la construction d'une "maison des jeunes".

Au cours de cette deuxième expérimentation, nous avons recueilli des données à l'aide de questionnaires portant sur les aspects cognitif, métacognitif et sur l'intérêt des élèves Inuit (voir questionnaires aux annexes 8 à 10). Deux chercheurs de l'équipe ont également complété un journal de bord contenant les observations réalisées alors que les jeunes réalisaient leur projet. Nous avons également complété ces données par des entrevues individuelles (voir protocole à l'annexe 11) de quelques élèves.

Au cours de cette deuxième expérimentation, nous avons rencontré 14 élèves (7 garçons, 7 filles) ayant 15 à 19 ans, de troisième secondaire (3 garçons, 4 filles), de quatrième secondaire (1 garçon, 1 fille) et de cinquième secondaire (3 garçons, 2 filles) pendant 10 jours à Puvirnituq (voir les clichés à l'annexe 16). Les rencontres avaient lieu au cours de toutes les périodes de mathématiques.

Le test portant sur la métacognition a été complété lors du cours de français afin de laisser davantage de place à la réalisation des projets, mais aussi pour favoriser des explications en français de certains items du test.

Nous décrivons ici succinctement les six projets qui ont été réalisés.

Maquette d'une "maison inuite"

Ce projet a été choisi par une équipe de troisième secondaire (1 garçon, 1 fille) et consistait à réaliser la maquette à l'échelle d'une maison inuite. Les élèves devaient d'abord réaliser le plan à l'échelle d'une maison existante, réaliser le plan de leur maison et construire ensuite leur maquette. Les élèves de cette équipe n'ont pas été très assidus dans la réalisation de leur projet et n'ont effectué que la première phase: le plan à l'échelle de l'extérieur d'une maison existante.

Création de formes spatiales

Ce projet a été choisi par une équipe de troisième secondaire (1 garçon, 1 fille) et consistait à créer des formes spatiales de toutes sortes. Les élèves de cette équipe ont construit des formes à partir de développements-plans, à l'aide de pailles et de cure-pipes, à l'aide de bâtonnets et de raccordements fournis par les chercheurs.

Invention de jeux

Ce projet a été choisi par une équipe de troisième secondaire (2 filles, 1 garçon) et consistait à explorer des jeux existant (Architek et Structuro) et à inventer leur propre jeu à partir de leurs explorations. Cette équipe a élaboré ses propres cartes de jeu où les joueurs et joueuses devaient reproduire le dessin fourni en utilisant des blocs et des formes de toutes sortes.

Création d'un sac d'école

Ce projet a été choisi par une équipe de quatrième secondaire (1 garçon, 1 fille) et consistait à créer un patron de sac d'école et à réaliser cet objet à l'aide du matériel fourni par les chercheurs. Les élèves de cette équipe ont d'abord exploré des patrons de sacs de toutes sortes pour ensuite décider de la forme qu'ils voulaient créer. Ils ont ensuite créé leur patron et confectionner leur sac d'école (un pour chaque membre de l'équipe).

Création d'un casse-tête à trois dimensions

Ce projet a été choisi par une équipe de cinquième secondaire (1 garçon, 1 fille) et consistait à créer un casse-tête à trois dimensions. Les élèves de cette équipe ont d'abord exploré des casse-tête à trois dimensions déjà existant (cube, pyramide, château...). Ils ont ensuite créé leur propre casse-tête formant un cube.

Maquette d'une "maison des jeunes"

Ce projet a été choisi par une équipe de cinquième secondaire (2 garçons, 1 fille) et consistait à réaliser la maquette à l'échelle d'une maison des jeunes. Les élèves devaient d'abord réaliser le plan à l'échelle d'une maison existante, réaliser le plan de leur maison des jeunes et construire ensuite leur maquette. Les élèves de cette équipe ont réalisé le plan à l'échelle d'une maison existante, le plan de leur maison des jeunes et ont construit leur maquette à l'aide du matériel fourni.

Toutes les équipes, à l'exception de la maquette de la maison inuite, ont présenté leur projet à la communauté de l'école. Pour cette présentation, les équipes ont préparé une affiche présentant leur projet et ont expliqué leur projet aux autres. Les élèves de l'école ont ensuite pu examiner les productions réalisées dans le cadre de ces projets d'apprentissage. L'ensemble de ces étapes méthodologiques peut se résumer au tableau suivant:

Expérimentation	Objectifs	Instruments

Préexpérimentation (hiver 1995)			
	Deux cégeps: Marie-Victorin et St-Hyacinthe	Validation des instruments	Mises en situation Protocole d'entrevue
1 ère expérimentation (hiver 1995)			
	12 élèves inuits Puvirnituq École Iguarsivik Sec. III à IV	Préciser les notions spatiales prédominantes chez les Inuits Comprendre les processus métacognitifs	Mises en situation Protocole d'entrevue Observations Document vidéoscopique
Entrevues (hiver 1995)			
	Praticiens: Contrôleur aérien Sculpteur Constructeur d'igloo Couturière Guide	Préciser les notions spatiales prédominantes chez les Inuits Comprendre les processus métacognitifs	Protocole d'entrevue Document vidéoscopique Entrevue des praticiens en situation de travail
2e expérimentation (hiver 1996)			
	14 élèves Sec III à V 6 projets 7 garçons, 7 filles	Expérimenter des éléments de la pédagogie du projet pour l'apprentissage de notions spatiales géométriques	Projets Entrevues Journeux de bord des chercheurs Tests: cognitif métacognitif intérêt

Observations relatives aux processus métacognitifs (2e objectif)

L'accès à la métacognition des élèves s'est avéré difficile dès la préexpérimentation. Généralement, l'explicitation métacognitive de leur démarche intellectuelle était faible et laborieuse. Toutefois, malgré ces difficultés, certaines observations ont pu être consignées. Ainsi, des manifestations d'hésitations et d'indécisions ont particulièrement été notées en début de tâche. Vraisemblablement, ces hésitations et indécisions étaient principalement causées par la crainte de ne pas avoir bien compris la consigne. Au-delà des hésitations du départ, plusieurs manifestations d'autorégulation métacognitive furent observées durant la résolution des problèmes rencontrés. Le va-et-vient des questions et des réponses courtes était très fréquent. L'identification des corrections était une préoccupation importante chez les élèves participants. Par exemple, ils effaçaient souvent dans le but de corriger leur réponse aux questions demandées. Par contre, les démarches de communication des informations entre les membres des équipes de travail lors de la résolution de problèmes demeuraient relativement peu structurées.

Observations relatives aux éléments socioculturels liés à l'intérêt et aux motivations (3e objectif)

L'intérêt et la motivation des élèves qui ont participé à la préexpérimentation à l'égard des objectifs du projet de recherche et des activités proposées étaient manifestes malgré une timidité première. Compte tenu de cette timidité, qui serait, selon toute vraisemblance, grandement attribuable au contact avec des personnes non familières, compte tenu aussi de l'intérêt noté à l'égard du projet, il nous est apparu souhaitable qu'un membre de la communauté inuite intervienne auprès des élèves et leur explique dans leur langue les retombées du projet pour leur communauté. Il nous a semblé qu'une telle intervention pourrait réduire la gêne première des jeunes Inuits à l'égard du contact avec les étrangers et conforter leur intérêt à l'égard des objectifs du projet et des activités proposées. Idéalement, la personne en contact avec les jeunes devrait pouvoir s'exprimer dans leur langue ou à tout le moins comprendre l'inuktitut.

Observations relatives aux éléments didactiques (4e objectif)

Les premières observations issues de la préexpérimentation et concernant les aspects cognitifs, métacognitifs et socioculturels ont amené les chercheurs à considérer qu'une situation didactique adaptée au contexte nordique devrait être ouverte à l'interaction et comporter une dimension stimulante permettant au professeur d'intervenir activement auprès des élèves afin de stimuler leurs verbalisations cognitives, métacognitives et affectives (au niveau de la motivation et de l'intérêt par rapport à la tâche).

Conséquemment, plusieurs réajustements au protocole d'intervention de la première expérimentation ont pu être identifiés. Notamment, il y a eu réajustement des mises en situation et élaboration d'autres mises en situation entièrement nouvelles. L'objectif de ces réajustements et de ces nouvelles mises en situation était principalement d'intégrer la présence d'une personne de la communauté inuite et de permettre aux chercheurs une plus grande latitude au niveau de l'intervention auprès des élèves.

Entrevues avec les praticiens

Observations relatives aux notions spatiales (1er objectif)

Les entrevues auprès des praticiens rencontrés ont confirmé que tous leurs métiers (contrôleur, guide, sculpteur, couturière) nécessitent des éléments de géométrie spatiale. Les exigences de ces divers métiers se situent principalement au niveau métrique. Tous nécessitent l'utilisation de mesures et de systèmes de coordonnées. Par contre, les entrevues avec les praticiens ont confirmé la propension, notée lors de la préexpérimentation, à utiliser des estimations intuitives. Les praticiens ont aussi indiqué avoir peu recours à des mesures précises au-delà des exigences respectives de leur métier.

Leurs propos confirment aussi l'existence d'un certain hiatus dans le processus d'acculturation géométrique, entre d'une part une propension spontanée à aborder les notions spatiales géométriques de façon intuitive sinon sensitive et d'autre part les exigences de certains métiers. Cet arrimage difficile, entre la propension observée et les exigences professionnelles de certains métiers, met par ailleurs en évidence l'opportunité d'une intervention didactique visant à favoriser une intégration adéquate des notions spatiales eu égard à leur contexte et aux exigences professionnelles.

Observations relatives aux processus métacognitifs (2e objectif)

Par opposition aux groupes d'élèves inuits ayant participé à la pré-expérimentation, l'explicitation métacognitive s'est avérée plus développée chez les praticiens interviewés. Ils décrivent presque tous leur travail à partir des éléments de planification de leur intervention et de corrections éventuelles d'erreurs. La planification et la régulation de leur processus de résolution de problèmes caractérisent leurs descriptions des diverses tâches de leur travail. Par contre, l'attention métacognitive à leur propre processus cognitif n'est pas égale chez tous les praticiens. Certains étaient très peu volubiles pour décrire leur manière de faire tandis que d'autres étaient très explicites.

Observations relatives aux éléments socioculturels liés à l'intérêt et aux motivations (3e objectif)

Tous les praticiens interviewés expriment une fierté par rapport à leur travail. Par ailleurs, la timidité observée chez les élèves inuits du Sud lors de la préexpérimentation semblait aussi présente chez les praticiens interviewés. Ainsi, même si les adultes parlent plus librement que les jeunes, plusieurs conservent une certaine réserve face aux chercheurs étrangers au village. Si certains étaient très volubiles et enthousiastes pour nous présenter les caractéristiques de leur métier, d'autres, par contre, ont préféré ne pas nous accueillir sur leurs lieux de travail.

Observations relatives aux éléments didactiques (4e objectif)

Les entrevues ont aussi mis en évidence la nécessité de privilégier l'utilisation de plusieurs versions de paraphrases lors des interventions didactiques. En effet, à cause des caractéristiques de la langue inuktitute constituée principalement de termes concrets ou symboliques, les chercheurs et les praticiens interviewés ont éprouvé des difficultés avec les nuances nécessaires pour cerner, traduire et faire comprendre leurs descriptions et explications des processus mentaux sollicités par leurs tâches. Le recours fréquent à des paraphrases et à des reformulations ainsi qu'à diverses formes de redites permettait toutefois de franchir, au moins partiellement, ces difficultés d'expression et de communication des idées.

Première expérimentation dans le Nord

Observations relatives aux notions spatiales (1er objectif)

Les visées de la première expérimentation dans le Nord étaient exploratoires. Pour cette première étape sur le terrain, cinq mises en situation ont été élaborées à partir des observations issues de la préexpérimentation : le plan du village, les noeuds, la tasse, le paravent, "4 fois plus grand".

Outre la confirmation que les activités proposées semblent effectivement solliciter les notions et habiletés attendues a priori, cette expérimentation a confirmé certaines lacunes au niveau de la maîtrise de notions spatiales géométriques observées lors de la préexpérimentation. Mais surtout, elle a permis de préciser et de mieux cerner les difficultés de langage observées lors de la préexpérimentation. En effet, l'analyse des verbatims et des productions des élèves a montré que ce sont les opérations intellectuelles liées à l'établissement des correspondances entre un objet et sa représentation graphique qui posent le plus de difficultés. Précisément, ce sont les opérations de transposition nécessaires aux passages, dans les deux directions, entre les représentations en deux dimensions et les objets en trois dimensions (2D vers 3D et 3D vers 2D) qui apparaissent particulièrement problématiques.

Observations relatives aux processus métacognitifs (2e objectif)

Dans les activités où les élèves travaillaient en équipe et échangeaient beaucoup, comme dans le projet d'établir le "plan du village", plusieurs interventions des élèves relèvent directement de la métacognition. Par contre, dans les exercices plus solitaires où les élèves avaient plus tendance à se concentrer sur leur propre travail de compréhension et de visualisation des étapes de solution du problème, comme dans les activités "les noeuds" ou "4 fois plus grand", ils demeurent silencieux sans véritablement porter attention au travail des autres. Aussi, l'accès à leur processus métacognitif est alors difficile. Toutefois, les verbatims de ces situations plus solitaires révèlent que les aspects métacognitifs qui s'y trouvent font directement suite aux interventions des chercheurs. En fait, lorsque les élèves sont en interaction, on constate qu'ils émettent des commentaires métacognitifs. Cependant, on ne peut pas affirmer qu'une mise en situation plus collective comme "le plan du village" entraîne plus de métacognition, mais on constate que de telles mises en situation permettent de l'observer plus facilement. Par exemple, l'exercice "les noeuds" sollicite peut-être autant la métacognition de l'élève. Cependant, ce recours métacognitif demeure non verbalisé et difficilement observable.

Par ailleurs, nous avons noté que dans les activités auditives effectuées en aveugle, telle que l'activité le "paravent", les échanges ont suscité surtout des interventions de guidage. Tandis que les activités visant une production collective sur un support visuel constamment devant les élèves, tel "le plan du village", ont suscité surtout des interventions de régulation visant à corriger la production.

En fait, l'analyse des verbatims montre avant tout que les fonctions métacognitives d'attention, de guidage et de régulation peuvent être suscitées par d'autres personnes : chercheurs, professeurs, coéquipiers, etc. De même, les "retours" sur les exercices ont semblé contribuer au développement des connaissances métacognitives des élèves. Aussi, à l'analyse des données recueillies lors de cette première expérimentation, il a été décidé que le protocole de la dernière expérimentation permettrait aux chercheurs d'intervenir plus ouvertement afin d'inviter les élèves à expliciter davantage leur processus cognitif.

Observations relatives aux éléments socioculturels liés à l'intérêt et aux motivations (3e objectif)

L'ensemble des mises en situation de cette première expérimentation n'a pas donné lieu à des manifestations verbales et explicites d'enthousiasme. Cependant, malgré cette réserve, il apparaît que l'intérêt et la motivation des élèves sont effectivement plus élevés avec les mises en situation contextualisées. Les activités les plus décontextualisées comme le "paravent" et "4 fois plus grand" sont celles où les manifestations d'intérêt ont été les plus faibles alors que "le plan du village" et "les noeuds" ont suscité plus de réactions positives.

Conformément aux recommandations issues de la préexpérimentation, la présence en classe du professeur habituel de mathématique a grandement favorisé l'implication des jeunes à l'égard des mises en situation, puisqu'il est présent et connu depuis longtemps dans la communauté inuite et qu'il a pu expliciter aux élèves les retombées du projet pour la communauté.

Toutefois, en continuité avec les observations faites lors de la préexpérimentation et lors des entrevues avec les praticiens, le processus d'acculturation mathématique inuite dans le domaine des compétences spatiales est apparu globalement marqué durant la première expérimentation par des difficultés de langage : méconnaissance ou inexistence des mots justes dans leur langue, passage de l'inuktitut au français pas toujours facile, omniprésence de l'anglais dans leur vie courante, etc.

Cette première expérimentation au Nord a amené les chercheurs à la conclusion que le processus d'acculturation y semble essentiellement scolaire. Les liens entre la vie courante des élèves et les mises en situation demeurent difficiles à établir. Les notions apprises à l'école semblent demeurer à l'école.

Observations relatives aux éléments didactiques (4e objectif)

Les cinq mises en situation élaborées pour cette première expérimentation, à savoir "le plan du village", "les noeuds", "la tasse", "le paravent" et "4 fois plus grand" peuvent être placées sur un continuum allant du plus contextualisé au moins contextualisé, les exercices du "plan du village" et des "noeuds" représentant le pôle contextualisé du continuum et les exercices du "paravent" et de la transformation "4 fois plus grand" représentant le pôle le moins contextualisé. Cependant, ce continuum de contextualisation est relatif à des éléments visuels et "géographiques" : utilisation du village pour en faire le plan, utilisation d'un traîneau pour en faire la maquette. Malheureusement, cette forme de contextualisation des mises en situation ne semble pas avoir rejoint les aspects utilitaires et fonctionnels de la vie quotidienne des élèves inuits.

Deuxième expérimentation dans le Nord

Observations relatives aux notions spatiales (1er objectif)

À la suite des difficultés au niveau des opérations de transpositions observées lors de la première expérimentation entre les représentations géométriques bidimensionnelles, des tâches de transposition ont été intégrées aux activités de la deuxième expérimentation. La réalisation de ces tâches, telles que par exemple l'utilisation de projections ou de développements-plans, a effectivement provoqué des apprentissages au niveau des notions spatiales géométriques et ainsi favorisé le processus d'acculturation mathématique.

La deuxième expérimentation a aussi permis d'observer l'existence d'une corrélation positive entre les résultats aux tests cognitif et d'intérêt. Cette relation indique soit qu'ils maîtrisent mieux ce qui les intéresse, ou soit qu'ils sont intéressés par ce qu'ils maîtrisent mieux. Quoi qu'il en soit, cette observation corrobore en partie l'hypothèse de départ, selon laquelle le processus d'inculturation mathématique serait favorisé sur le plan géométrique par des situations contextualisées suscitant l'intérêt des élèves. Ainsi, les opérations de transposition, intégrées ici à des activités suscitant de l'intérêt chez les élèves, ont donné lieu à des situations propices aux apprentissages géométriques.

Par ailleurs, les élèves du niveau secondaire V ont obtenu des résultats significativement plus élevés au test cognitif. Il faut préciser que le programme scolaire vu par ces jeunes durant l'année de l'expérimentation comportait déjà des notions de géométrie spatiale.

Observations relatives aux processus métacognitifs (2e objectif)

Les interactions plus soutenues entre les élèves et les professeurs-chercheurs lors de cette deuxième expérimentation ont, conformément aux observations et suggestions émises à la suite de la première expérimentation, effectivement stimulé la réflexion métacognitive des élèves participants. Plus précisément, les interventions des professeurs-chercheurs suscitaient généralement chez les élèves des prises de conscience d'éléments à considérer dans la solution du problème ou de la situation.

De même, le travail en équipe et la réalisation de projet avec des pairs ont favorisé le développement métacognitif des élèves. Les interactions entre les élèves dans le contexte d'un projet d'équipe à réaliser stimulent, par exemple, le développement des connaissances métacognitives par rapport aux stratégies et aux procédures de résolution de problèmes spatiaux, ou encore ces échanges permettent une meilleure identification de leurs ressources personnelles. Le travail d'équipe permet ainsi le développement des habiletés métacognitives de prise de conscience, de planification et de régulation. Les élèves s'observent pendant qu'ils résolvent des problèmes et se servent mutuellement de modèles les uns pour les autres.

Par rapport à cet esprit de collaboration en équipe, il est particulièrement intéressant de noter que toutes les équipes, sauf une, se sont librement et spontanément formées d'élèves de force inégale et complémentaire du point de vue métacognitif. Elles comportaient au moins un élève ayant des résultats élevés et un élève ayant des résultats faibles au test d'activité métacognitive.

Observations relatives aux éléments socioculturels liés à l'intérêt et aux motivations (3e objectif)

La pédagogie du projet fut adoptée lors de cette expérimentation. Plutôt que des mises en situation très structurées comme lors de la première expérimentation, cette fois-ci, les chercheurs ont proposé aux élèves plusieurs projets d'activités permettant a priori de développer des connaissances et compétences spatiales géométriques. Les élèves regroupés en équipe devaient ensuite choisir et réaliser entièrement le projet choisi. Cette approche pédagogique permettait de tenir compte et de stimuler l'intérêt manifesté par les élèves pour les notions spatiales géométriques et de contourner la difficulté intrinsèque rencontrée par des chercheurs blancs du Sud pour créer des mises en situation contextualisées pour la culture inuite.

Cette pédagogie s'est bien intégrée au processus scolaire. Elle a permis de stimuler et de maintenir un niveau d'intérêt significatif chez les élèves. Aussi, tous les projets, sauf la sculpture, ont suscité un intérêt croissant et comparable. La sculpture est l'activité qui a été déclarée significativement moins intéressante. De plus, la présentation des productions lors d'une exposition organisée à la fin de l'expérimentation a suscité de la fierté chez les élèves. Cette présentation participait à consolider leur intérêt à poursuivre la réalisation de leur projet jusqu'à la fin. En quelque sorte, elle contribuait à donner un sens et un but à la démarche entreprise avec eux.

Parmi les projets choisis et réalisés par les élèves, certains comportaient des éléments de conception et de création, comme la création d'un sac d'école, tandis que d'autres projets comportaient plutôt des éléments de "répétition", comme la couture. Il n'y a cependant pas de différence significative entre l'intérêt suscité par ces deux types de projet.

Les résultats à un questionnaire d'évaluation de l'expérience que monsieur Justin Laquerre, leur professeur de mathématique, a demandé aux élèves de compléter, confirme d'ailleurs l'ensemble des précédentes observations (voir l'annexe 12). En effet, selon ce questionnaire, la majorité des élèves ont aimé cet apprentissage par projet. La plupart d'entre eux voudraient faire un autre projet. Ils ont particulièrement apprécié l'aspect "actif" des projets. De même, ils ont aimé faire une présentation publique de leur travail. Ils se déclarent très satisfaits de leur projet et du travail d'équipe. Ils croient que ces projets les ont aidés en mathématiques et leur ont permis d'apprendre des choses nouvelles. Aussi, s'ils avaient l'occasion de recommencer, ils feraient un nouveau projet, différent du premier.

Par contre, à une question ouverte leur demandant d'indiquer les éléments de l'expérimentation qu'ils avaient le plus et le moins aimé, ils ont explicitement indiqué qu'ils n'aiment pas répondre aux questions tant dans un questionnaire que lors d'entrevues. Par contre, ils ont trouvé important de tenir le journal de bord.

Observations relatives aux éléments didactiques (4e objectif)

L'intérêt observé pour les projets semble en lien avec le développement métacognitif des élèves. En effet, les résultats aux instruments quantitatifs de mesure de la métacognition et de l'intérêt général des élèves déclaré par rapport à l'ensemble des activités proposéesmontrent une corrélation très forte (0,82). Cette corrélation se maintient pour les activités de type conception ou répétition (voir le tableau ci-dessous). Par contre, il n'y a pas de différence significative entre l'intérêt suscité par les projets de conception ou de répétition.

	Intérêt	Conception	Répétition
Métacognition	,8152**	,7029*	,7584**
Intérêt		,9111**	,8989**
Conception			,6384*

* p £ 0,05 ** p £ 0,01

Tableau 1: Coefficients de corrélation significatifs

Discussion et recommandations

D'une part, certaines difficultés rencontrées par les jeunes Inuits dans leur formation professionnelle, jusqu'à tout récemment réalisée dans le Sud, combinée à l'intérêt pour la communauté inuite de pouvoir mettre une telle formation en place dans leur propre milieu de vie, contextualisent grandement nos résultats et leur interprétation. D'autre part, une grande partie des métiers prometteurs pour le milieu inuit et intéressant ses habitants est reliée à une certaine gestion de l'espace tridimensionnel. À la lumière des recherches récentes mettant en évidence les phénomènes de contextualisation dans les apprentissages scolaires et prenant davantage en compte le milieu culturel des apprenants (Maheux et Kenuayak, 1991), notre travail de recherche nous apparaît profitable, non seulement pour les premiers bénéficiaires, à savoir la communauté inuite, mais également à l'endroit de tout autre groupe social aux prises avec la même problématique de développement (Taylor Griffiths et al., 1991).

Même si les mathématiques existent depuis des temps immémoriaux, celles-ci sont une construction de l'esprit humain. Certaines sociétés ont été servies par des communications orales et écrites d'une civilisation à l'autre, d'autres possiblement non. Indépendamment du caractère relativement universel des concepts mathématiques et de leur symbolisme permettant à l'être humain de les traiter de façon efficace, il n'en reste pas moins que toute collectivité développe ses propres instruments mathématiques et qu'à la limite, toute génération a à se réapproprier ces concepts à l'aide de nouvelles instrumentations (ex: calculatrices, ordinateurs, TIC...), et que chaque individu a également à construire ses connaissances mathématiques et à les conjuguer avec les savoirs mathématiques institutionnalisés, par exemple, avec les programmes mathématiques enseignés dans les écoles.

Sur cette base, les résultats de la recherche nous amènent à avancer quelques recommandations.

Recommandation 1: **laisser les élèves choisir eux-mêmes leurs partenaires.**

Les jeunes Inuits aiment travailler en équipe et ont des aptitudes culturelles naturellement axées sur la coopération. Nous avons même remarqué la formation autonome, c'est-à-dire sans l'intervention du professeur, d'équipes composées d'élèves aux habiletés métacognitives complémentaires.

Recommandation 2: **favoriser l'application d'une pédagogie par projets.**

Le contexte coopératif décrit ci-dessus peut expliquer la faveur qu'a eu l'application d'une pédagogie par projets auprès des élèves inuits du secondaire (Gosselin, 1996). De plus, celle-ci permet une autocontextualisation des apprentissages tout en favorisant l'émergence d'une activité métacognitive, comme la prise de conscience des processus personnels d'apprentissage, la planification des activités d'apprentissage (comme la résolution de problèmes mathématiques), ainsi que la régulation permettant de s'ajuster aux obstacles cogntifs rencontrés.

Recommandation 3: **proposer des projets exigeant le recours à certaines formes de transposition** (exemple: du dessin géométrique à la maquette ou vice-versa).

Attendu les compétences spatiales et géométriques développées dans de nombreux programmes de formation professionnelle, comme en dessin technique, en modelage, en mécanique industrielle et en entretien de bâtiments, des programmes actuellement implantés au Centre d'éducation des adultes et de formation professionnelle d'Inukjuak, attendu les parcours culturellement propres aux Inuits lesquels favorisent davantage les habiletés de détermination et de génération (facteur de visualisation spatiale) que les habiletés de structuration et de classification (facteur de relation spatiale), et attendu que les habiletés de transposition sont au coeur des transferts entre ces deux ordres d'habiletés, les activités mettant de l'avant des transpositions devraient être encouragées (voir l'annexe 13).

Recommandation 4: **intervenir fréquemment en visant l'explicitation métacognitive:** discussion à propos des objectifs d'apprentissage, de la démarche de résolution de problèmes, des savoirs et savoir-faire impliqués et des correctifs à apporter par rapport aux finalités d'un projet, etc.

Comme les comportements métacognitifs sont de plus en plus reconnus au centre de tout développement cognitif significatif, et comme les jeunes inuits du secondaire se sont montrés réceptifs aux invitations des intervenants à discuter de leur propre métacognition tout au cours de la recherche, le personnel enseignant devrait chercher à poursuivre cette activité métacognitive, surtout de manière inductive, étant donné le contexte d'un enseignement en langue seconde.

Recommandation 5: **Proposer des projets en lien avec les études secondaires en mathématiques et la formation dans certains programmes professionnels** où peuvent s'appliquer des activcités comme la lecture de plans et le dessin technique.

Une pleine inculturation passe par une phase de contextualisation des apprentissages mathématiques qu'une collectivité souhaite pour ses jeunes. En ce sens, afin de donner leur pleine signification aux apprentissages de nature géométrique ou spatiale au programme du secondaire, il convient de laisser entrevoir leur utilisation future dans différents champs d'application professionnelle.

Recommandation 6: **viser le développement d'une formation préprofessionnelle solide dans le domaine des compétences spatiales et géométriques, en cherchant à développer des stratégies d'inculturation.**

Comme plusieurs métiers qui semblent être prioritaires pour le développement de la collectivité inuite requièrent de solides compétences liées à la perception et à la représentation spatiales, et comme ces compétences semblent culturellement bien ancrées, les habilités concernées devraient faire bonne figure dans le programme de formation générale.

Contribution au cadre théorique

Sur la base des observations et des analyses réalisées dans le cadre de cette recherche, et en fonction des dimensions étudiées (cognition, métacognition et intérêt), nous sommes en mesure de caractériser les types de développement de nature cognitive, métacognitive et motivationnelle au niveau de l'intérêt correspondant à chacune des phases (voir le tableau 2) tirées de notre cadre théorique. Cette caractérisation peut permettre de donner une lecture du degré d'inculturation dans un secteur donné d'activité au sein d'une collectivité et de cibler des contrats didactiques et des approches pédagogiques pouvant favoriser le passage graduel d'une acculturation vers une inculturation mathématique.

	Cognition	**Métacognition**	**Intérêt**
Acculturation mathématique	concepts mathématiques ayant double sens	développement métacognitif non facilité	influences culturelles opposées
Connotations culturelles	utilisation d'artefacts traditionnels	évocations culturelles pouvant provoquer un auto-questionnement	références culturelles
Dédoublement culturel	mathématiques scolaires dissociées des mathématiques du quotidien	deux schèmes de pensée cohabitent	objectifs extrinsèques vs objectifs intrinsèques
Interactions culturelles	mathématiques appliquées au quotidien	activité du sujet basée sur son expérience	interactions entre les personnes, leur culture et les mathématiques
Inculturation mathématique	mathématiques culturellement reconstruites ou localement développées	connaissances raisonnées et responsables	intégration des apprentissages aux besoins et aux savoirs de la collectivité

Tableau 2: **De l'acculturation à l'inculturation mathématique**

Perspectives de la recherche

Notre recherche consistait essentiellement en une analyse exploratoire de type qualitatif. Dans le cadre des théories interprétatives, nous cherchions à analyser des données d'ordre symbolique, afin de répondre au pourquoi des choses et tenter de fournir une théorie du sens aux actions (Strauss, 1987). Notre démarche était donc du type inductif-exploratoire, en ce sens que, de l'induction, nous tentions de construire une explication à partir d'une exploration (Van der Maren, 1987, p. 14). Nous avons retenu la technique de l'entrevue semi-dirigée de petits groupes, réunissant deux ou trois sujets. Le protocole comportait des questions ouvertes, simples et claires; elles suscitaient plusieurs réponses possibles tout en portant sur ce que la personne connaissait bien. Les questions étaient posées en tenant compte du point de vue des personnes et en utilisant leur façon de s'exprimer. Cette méthode s'est avérée tout à fait indiquée, la recherche concernant la découverte et l'identification des processus cognitifs (Héraud, 1992, p. 123), affectifs (Lafortune, 1990) et métacognitifs (Lafortune et St-Pierre, 1994), tout en tenant compte du fait que l'observateur fait toujours partie de l'observation!

La mise au point et le raffinement des protocoles d'entrevue et des grilles d'analyse des productions des sujets, se sont appuyés sur les travaux de Mariotti (1989), Osta (1988), Lafortune (1990, 1992), Lafortune et St-Pierre (1994) et Mesquita (1989, 1992). Selon ces auteures, le sujet, autant le praticien que l'élève, laisse des traces physiques et langagières de son activité intellectuelle à partir desquelles il est possible de reconstruire leurs savoirs contextualisés, leurs processus métacognitifs et leurs réactions affectives, tels que nous pouvons les interpréter et les comprendre: (a) par l'analyse des comportements du sujet, à l'aide d'une mémoire vidéographique, essentielle pour revoir les gestes des sujets, (b) par l'analyse du discours choisi pour définir l'action des différentes articulations ou le résultat des différentes transformations, (c) par l'analyse des opérations employées pour résoudre les problèmes et (d) par l'analyse de l'expression de ces opérations. Suite à cette analyse des savoirs contextualisés, des processus métacognitifs et des réactions affectives mis en oeuvre par des élèves et des praticiens et praticiennes inuits dans la résolution de problèmes reliés à l'espace, il nous a été possible d'analyser la dynamique du développement des compétences spatiales et d'y mettre en évidence le rôle propre du contexte, très mouvant chez un peuple qui évolue très rapidement!

Sur le plan théorique, cette étude portant sur les compétences spatiales d'enfants et d'adultes d'une autre culture peut participer à une meilleure définition d'éléments comparatifs au travers des frontières langagières et culturelles (Loflin, 1984, p. 58). De plus, l'éclaircissement des relations entre les compétences mathématiques et spatiales ("interpreting figural information" et "visual processing": Bishop, 1983: 200), et une meilleure connaissance des processus métacognitifs, de la motivation et de l'intérêt à faire des mathématiques, sont susceptibles de générer des idées qui aideront à réaliser un enseignement de la géométrie plus imaginatif et plus performant qu'actuellement. Aussi l'articulation du développement de certains concepts mathématiques, comme les isométries, les homothéties, la congruence, l'énantiomorphie..., sur le développement de certaines habiletés fondamentales, dont les compétences spatiales, peut entraîner des conséquences intéressantes pour l'apprentissage des mathématiques de niveau secondaire. Elle peut entre autres aider à l'amélioration des interventions auprès d'élèves qui décodent difficilement les dessins projectifs. Une meilleure connaissance de la motivation et de l'intérêt des élèves et des praticiens inuits permettra de développer de meilleures relations pédagogiques, alors qu'une meilleure connaissance des processus métacognitifs permettra de développer des interventions didactiques plus significatives favorisant le transfert des connaissances acquises à l'école dans d'autres contextes.

Bibliographie

Amir, G. et Williams, J. (1994). The influences of children's culture on their probabilistic thinking, dans les *Actes du IGPME*, Lisbonne, 2, 24-31.

Angers, P. et Bouchard, C. (1986). *L'appropriation de soi.* Montréal: Bellarmin, coll. L'Activité éducative.

Artaud, J. et al. (1984). *L'apprentissage de la géométrie du dessin technique: des constats d'échec et des moyens de réussite*, INRP, Coll. Rapports de recherche, Paris, 9, 290 p.

Aubé, Michel (1974). "Psychologie et mathématiques: projets communs", dans *Bulletin AMQ* , XVI (1), 63-64.

Becker, J.R. (1995). Women's ways of knowing mathematics. Dans Rogers, P. et Kaiser, G., *Equity in Mathematics Education* (ICME-7). London: Falmer Press, 163-174.

Ben-Chaim, D., Lappan, G., Houang, R.T. (1985). Visualizing Rectangular Solids made of Small Cubes: Analyzing and Effecting Students' Performance, dans *Educational Studies in Mathematics*, 16, 389-409.

Ben-Chaim, D., Lappan, G., Houang, R.T. (1989). The Role of Visualization in the Middle School Mathematics Curriculum, dans *Focus on Learning Problems in Mathématics*, II-1, 49-60.

Berry, J.W. (1971). "Ecological and cultural factors in spatial perceptual development", dans *Canadian Journal on Behavioral Science*, 3(4), 324-336.

Bishop, Allen J. (1973). Use of Structural Apparatus and Spatial Ability: A Possible Relationship. *Research in Education*, 9, 43-49.

Bishop, Allen J. (1980). Spatial Abilities amd Mathematics Education - A Review. *Educational Studies in Mathematics*, 11, 257-269.

Bishop, Allen J. (1983). Space and Geometry, dans Lesh, R. et Landau, M., *Acquisition of Mathematics Concepts and Processes*, Academic Press, 175-203.

Bishop, A.J. (1991). *Mathematical Enculturation.* Kluwer Acad. Publ.

Bishop, A.J. (1988). Mathematics Education in Its Cultural Context. Dans *Educational Studies in Mathematics*, 19(2), 179-191.

Bland, Laurel L. (1970). Perception and Visual Memory of School-Age Eskimos and Athabascan Indians in Alaskan Villages, Monographie, U. de l'Alaska, 28 p.

Boud, D., Cohen, R. et Walker, D. (1993). Introduction: Understanding Learning from Experience. Dans *Using Experience for Learning.* Buckingham: Open University Press, 1-17.

Brousseau, G. et J. Centeno (1991). Rôle de la mémoire didactique de l'enseignant. Dans *Recherches en didactique des mathématiques.* Grenoble: La Pensée sauvage, 11 (2-3), 167-210.

Brousseau, G. (1989). Obstacles épistémologiques, conflits socio-cognitifs et ingénierie didactique, dans *Construction des savoirs: obstacles et conflits*, éd. de l'Agence d'Arc, 277-285.

Brousseau, G. (1979). Processus de mathématisation. Dans *Bulletin de l'APMEP*, 282.

Brown, J.S., Collins, A. et Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. Dans *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.

Bruner, J. (1996). *L'éducation, entrée dans la culture.* Paris: Retz.

Carraher, T.N., Carraher, D.W., Schlieman, A.D. (1985). Mathematics in the streets and in schools. *British Journal of Developmental Psychology*, 3, 21-29.

Clements, M.A. et Wattanawaha, N. (1978). The classification of Spatial Tasks suitable for the Classroom, in Williams, D. (ed.) *Learning and Applying Mathematics*, Australian Association of Mathematics Teachers.

Cobb, P. et Bauersfeld, H. (1995). *The Emergence of Mathematical Meaning: Interaction in Classroom Cultures.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Conne, F. (1994). Quelques enjeux épistémologiques rencontrés lors de l'étude de l'enseignement des mathématiques, dans *Des professeurs de mathématiques chargés de la formation des maîtres*, Actes di XXI colloque inter-IREM, COPIRELEM, Chantilly, 3-35.

Dewey, J. (1990). *Démocratie et éducation.* Paris: Armand Colin, 2e éd.

Eells, Walter Crosly (1963). "Mental ability of the native races of Alaska", dans *Journal of Applied Psychology*, 17, 417-438.

Eisenberg, T., Dreyfus, T. (1989). Spatial Visualization in the Mathematics Curriculum, dans *Focus on Learning Problems in Mathematics*, II-1, 1-5.

Gentner, D. & Stevens A.L. (dir.) (1983). *Mental Models*. Lawrence Earlbaum Ass.

Gerdes, P. (1995). L'ethnomathématique en Afrique. *P.L.O.T.*, Orléans, 70, 21-25.

Gosselin, G. (1994). *Le projet comme outil pédagogique.* Montréal: Jeunes Projet.

Guilmet, G.M. (1975). Cognitive Research among the Eskimos: a Survey, dans *Anthropologica*, 17(1).

Hardy, H. et Maroy, C.(1994). La formation professionnelle et technique à la croisée des changements sociaux, économiques et technologique, dans *Revue de sciences de l'éducation*, XXI(4), 643-660.

Héraud, B. (1992). *Genèse de la notion de mesures spatiales: contruction de la mesure bilinéaire*. Thèse de doctorat inédite, Univ. de Montréal.

Kleinfeld, J. (1971). Visual Memory in Village Eskimo and Urban Caucasian Chidren, dans *Artic*, 24, 132-138.

Krutetskii, V.A. (1976). *The Psychology of Mathematical Abilities in School Children*, Univ. of Chicago Press.

Lafortune, L. (1990). *Adultes, attitudes et apprentissage des mathématiques.* Montréal: Collège André-Laurendeau.

Lafortune, L. (1992). *Dimension affective en mathématiques.* Mont-Royal: Modulo.

Lafortune, L. et St-Pierre, L. (1993). Conception et validation de matériel didactique portant sur les dimensions métacognitives et affectives de l'apprentissage des mathématiques, dans la *Revue de l'ARQ*, hiver, 175-184.

Lafortune, L. et St-Pierre, L. (1994). *La pensée et les émotions en mathématiques: Métacognition et affectivité*. Montréal: Logiques.

Lave, J., Murtaugh, M., & de la Rocha, O. (1984). The Dialectic of Arithmetic in Grocery Shoping, dans B. Rogoff et J, Lave (dir.), *Everyday Cognition: Its Development in Social Context*, Cambridge, Harvard Univ. Press.

Goodman, N. (1978). *Ways of Worldmaking*. Indianapolis: Hacquett.

Janvier, C. (1987). Conception and Representation: The Circle as an Example, dans Janvier C. (dir.), *Problems of Representation in the Teaching and Learning of Mathematics*, Philadelphie, Lawrence Erlbaum Ass., 147- 158.

Janvier, C. (1990). Contextualization and the Teaching of Mathematics, dans NCTM 1990 Yearbook: *Mathematics Teaching and Learning in the 1990's*.

Lean, G.A., Clements, M.A., (1981). Spatial Ability, Visual Imagery, and Mathematical Performance. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 267-299.

Leder, G.C. (1995). Learning Mathematics: The Importance of (Social) Context. Dans *The New Zealand Mathematics Magazine*, 32(3), 27-40.

Loflin, Marvin, D. (1984). Discovering cognitive abilities of native children, dans *Educational Research Quartely*, 8 (4), 52-58.

MacFarlane Smith I. (1964). *Spatial Ability: Its Educational and Social Significance*, Univ. of London Press.

Maheux, G. et Kenuayak, A. (1991). A co-operative project of teachers training involving UQAT human resources and Ivujivik and Povungnituk school leaders and teachers, dans *The Role of Circumpolar Universities in Northern Development*, ed. Lakehead Univ. Centre for Northern Studies, #4, 316-321.

Mariotti, M.A. (1989). Mental Images: Some Problems Related to the Development of Solids. Les *Actes de PME-XIII*, Paris, 2, 258-265.

McIntosh, P. (1983). *Phase Theory of Curriculum Reform*. Wellesley, MA: Center for Research on Women.

Mesquita, A.L. (1992). The Types of Apprehension in Spatial Geometry: Sketch of a Research, dans *Structural Topology*, 18 (19-30).

Mesquita, A.L. (1989). *L'influence des aspects figuratifs dans l'argumentation des élèves en géométrie: éléments vers une typologie*, Thèse de doctorat, Univ. Louis Pasteur, Strasbourg.

Mongeau, P., Pallascio, R., Allaire, R., (1995). Spatial Geometric Competencies Development. Dans *Structural Topology*, 21: 15-24.

Mongeau, P., Pallascio, R. & Allaire, R. (1991). El desarrollo geométrico de la representaciòn espacial, dans *Suma* (7), 5-12.

Mueller, H.H., Mulcahy, R.F., Wilgosh, L., Watters, B. et Mancini, G.J. (1986). An analysis of WISC-R item responses with Canadian Inuit children, dans *The Alberta Journal od Educational Research*, XXXII (1), 12-36.

Osborne, B. (1985). Research into Native North American's Cognition: 1973/1982. *Journal of American Indian Education*, juillet 1985.

Osta, I. (1988). *L'ordinateur comme outil d'aide à l'enseignement. Une séquence didactique pour l'enseignement du repérage dans l'espace à l'aide de logiciels graphiques*. Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble I, France, 547 p.

Ourahay, M. (1989). *La systématisation de l'utilisation de l'instrument et la structuration de la notion de symétrie*. Mémoire de maîtrise, UQAM.

Pallascio, R. et al. (1993). *Apprentissage et gestion de l'espace dans une pédagogie du projet à l'école primaire*, Cahiers de l'IUFM de Lyon, France, 22 p.

Pallascio, R., Allaire, R., Talbot, L. & Mongeau, P. (1990). L'incidence de l'environnement sur la perception et la représentation d'objets géométriques, dans *Revue des Sciences de l'Éducation*, XVI (1), 77-90.

Pallascio, R., Allaire, R, Mongeau, P. (1993a), Spatial representation of geometrical objects: a North-South comparaison. *Études Inuit / Inuit Studies*. 17 (2), 113-125.

Pallascio, R., Allaire, R., Mongeau, P. (1993b). The development of spatial competencies through alternating analytic and synthetic activities. *For the learning of mathematics, 13(3)*, novembre, pp. 8-15.

Pallascio, R., Allaire, R. et P. Mongeau (1992). Spatial representation and the teaching of geometry. Dans *Structural Topology*, 19, 71-82.

Pallascio, R. (1992). *Mathématiques instrumentales et projets d'enfants*. Mont-Royal: Modulo.

Parzysz, Bernard (1989). *Représentations planes et enseignement de la géométrie de l'espace au lycée. Contribution à l'étude de la relation voir/savoir*. Thèse de doctorat, Université de Paris VII, 633 p.

Pelley, D.F. (1991). How Inuit find their way in the trackness Arctic. *Canadian Geography*, Aug.-sep. 1991, 58-64.

Pinxten, R., van Dooren, I., Harvey, F. (1983). *The Anthropology of Space*. University of Pennsylvania Press.

Pinxten, R. (1994). Anthropology in the Mathematics Classroom? Dans Lerman, S. (dir.), *Cultural Perspectives on the Mathematics Classroom*. Dordrecht: Kluwer, 85-97.

Preston, Caroline E. (1964). Psychological testing with northwest coast Alaskian Eskimos, dans *Genetic Psychology Monographs*, 69, 323-419.

Rabardel, Pierre (1989). Analyse de l'activité cognitive et modélisation des situations, dans les *Actes du 1er congrès francophone de Robotique Pédagogique*, Univ. du Maine, Le Mans, France, pp. 49 ss.

Schubauer-Leoni, M.-L. (1989). Problématisation des notions d'obstacle épistémologique et de conflit socio-cognitif dans le champ pédagogique, dans *Construction des savoirs: obstacles et conflits*, éd. de l'Agence d'Arc, 350-365.

Strauss, A. (1987). *Qualitative Analysis for Social Scientists*. Cambridge Univ. Press, 319 p.

Taylor Griffiths, C., Nance, M., Patenaude, A. et Coutu, J.C. (1991). The university and indigenous peoples: a model for collaboration, dans *The Role of Circumpolar Universities in Northern Development*, ed. Lakehead Univ. Centre for Northern Studies, #4, 195-202.

Trottier, M. (1989). : La réforme : le point de la situation, dans *Vie Pédagogique*, 61: 17.

Vandenberg, S.G., Hakstian, A.R. (1978). Cultural influences on cognition: an analysis of Vernon's data. *International Journal of Psychology*, 13(4), 251-279.

Vergnaud, G. (1994). Le rôle de l'enseignant à la lumière des concepts de schème et de champ conceptuel. Dans Artigue, M., Gras, R., Laborde, C. et P. Tavignot (dir.), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France.* Grenoble: La Pensée sauvage.

Van der Maren, J.-M. (1987). *Méthodes qualitatives de recherche en éducation.* Cahiers du CIRADE, 101 p.

von Glaserfeld, E. (1995). *Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning*. London: The Falmer Press.

Wittorski, R. (1995). L'articulation travail-formation dans un dispositif de formation intégré au travail, dans *Revue de sciences de l'éducation*, XXI(4), 859-884.

Annexe 1 - Concepts géométriques dans quelques programmes de formation professionnelle

La description qui suit concerne quatre secteurs: les bâtiments et les travaux publics (07), le bois et les matériaux connexes (05), la fabrication mécanique (11) et la métallurgie (16).

Secteur 07: bâtiments et travaux publics

Mathématiques appliquées à l'isolation (258942)
Programme: Calorifugeage

Objectifs de 1er niveau:

1. Choix appropriés des opérations:
   quatre opérations de base;
   périmètres et surfaces des figures géométriques courantes;
   volumes des solides les plus couramment employés.
2. Prendre des mesures en système international (SI) et en système impérial:
   Connaissance précise des unités de mesure des deux systèmes;
   Utilisation appropriée des instruments de mesure;
   Précision des lectures.
3. Calculer des quantités de matériaux en fonction des longueurs mesurées et des surfaces calculées.

Objectifs de 2e niveau:

1. Utiliser les quatre opérations mathématiques de base: addition, soustraction, multiplication, division.

2. Utiliser les notions mathématiques comportant les fractions, les pourcentages, les rapports et les proportions.
3. Distinguer les différentes formes géométriques.
4. Utiliser les formules de calcul des surfaces et du volume des formes géométriques retenues.
5. Les deux systèmes de mesure.
6. Les instruments de mesure.
7. Transposer des mesures.
8. Évaluer le pourcentage de pertes.

Mathématiques appliquées à la construction (255103)
Programme: Charpenterie-menuiserie

Objectifs de 1er niveau:

1. Compréhension des éléments d'un problème.
2. Effectuer les opérations mathématiques de base.
3. Utiliser la règle de trois pour résoudre des problèmes:
   Reconnaissance des variables.
4. Extraire des racines carrées.
5. Résoudre des problèmes de géométrie de base:
   Calcul de longueur, aire ou volume.

Objectifs de 2e niveau:

1. Utiliser les systèmes de mesures internationales et impériales.
2. Connaître les quatre opérations de base et leurs propriétés fondamentales.
3. Transposer des nombres fractionnaires en nombres décimaux et vice-versa.
4. Connaître les propriétés fondamentales de la règle de trois.
5. Utiliser des formules de mathématiques pour résoudre les problèmes.
6. Différencier les différentes figures géométriques.
7. Connaître les principes de base et les notions de géométrie utilisés dans le métier.
8. Connaître la méthode de calcul du périmètre de figures géométriques.
9. Connaître la méthode de calcul de l'aire de figures géométriques.
10. Connaître la méthode de calcul des solides les plus couramment employés.
11. Appliquer les principes de base de la géométrie aux divers problèmes du métier.

Mathématiques appliquées à la tuyauterie (307022)
Programme: Plomberie-chauffage

Objectifs de 1er niveau:

1. Mesure:
   Mesure de longueurs avec précision;
   Mesure de diamètre avec précision.
2. Détermination des axes simples et complexes:
   Détermination exacte de longueurs par additions et soustractions de fractions (système de mesures impériales);
   Détermination exacte de longueurs en fonction d'angle comportant des mesures en SI et des mesures impériales.
3. Employer des formules pour calculer des superficies, des volumes et des capacités.
   Utilisation appropriée des formules et des règles d'équivalence:
   en SI;
   en mesures impériales.

Objectifs de 2e niveau:

1. Distinguer les unités de mesures (internationales, impériales).
2. Utiliser un ruban à mesurer.
3. Se soucier de la précision.
4. Effectuer des opérations sur les fractions.
5. Appliquer la règle de trois.
6. Appliquer le théorème de Pythagore.
7. Trouver une constante dans un guide technique.
8. Différencier les unités métriques et impériales de superficie et de volume les plus courantes.

Notions indiquées dans le guide:

Mesure de longueurs et de diamètres (système de mesures impériales)
Additions et soustractions de fractions
Fractions utilisées: multiples de 1/16, 1/8, 1/4,1/2.
Trouver la dimension manquante
Respect du système de mesure et calculs exacts
Utilisation du théorème de Pythagore ou formule découlant des principes trigonométriques pour déterminer une dimension en fonction d'un angle
Utilisation des coefficients trigonométriques appropriés
Appliquer les formules de calcul de superficies de cercles
Appliquer les formules de calcul de volume de cylindres
Appliquer les règles d'équivalence pour transformer les volumes en gallons ou en litres
Calcul de volume (cm^3 et po^3)
Calcul de capacité (litre, gallon impérial ou américain)

Lecture de plans (259273)
Programme: Modelage

Objectifs 1er niveau:

1. Relever des renseignements fournis par:
   la disposition des vues;
   les lignes, les traits, les symboles décotation;
   les sections et les conventions relatives aux vues en coupe;
   les détails d'assemblage et les conventions relatives aux représentations graphiques des procédés d'assemblage;
   les vues auxiliaires...
2. Interprétation des renseignements contenus dans:
   les projections cylindriques et les projections coniques permettant de visualiser l'ensemble de la pièce ou du modèle.

les projections orthogonales permettant de se représenter l'objet à l'aide de plusieurs vues:
- vue de face;
- vue de dessous;
- vue de dessus;
- vue de droite;
- vue de gauche;
- vue arrière;

les vues auxiliaires et les vues partielles permettant de se représenter des détails cachés:
- vue en coupe;
- vue avec demi-coupe;
- vue partielle;
- vue agrandie;

les traits:
- traits fins auxiliaires;
- traits forts de contour;
- traits interrompus (pointillés);
- hachures;
- plan de coupe;

les lignes:
- lignes d'axes;
- lignes de cotation;
- lignes d'attache;
- lignes de renvoi;
- lignes de construction;

la cotation:
- cotation rectiligne;
- cotation angulaire;
- cotation de rayon ou de diamètre;

les chiffres et les lettres permettant d'identifier des lignes de construction (bissectrices, génératrices, etc.)

Interprétation de plans et devis (256643)
Programme : Peinture en bâtiment

Objectifs 1er niveau:
1. Interprétation et localisation d'informations apparaissant sur un ensemble de plans de construction:
   Interprétation des symboles;
   Relever des informations.
2. Interprétation d'informations contenus dans un devis.
3. Établir le lien entre l'information d'un plan et celle d'un devis.
4. Détermination des dimensions de certains éléments: longueur, largeur, hauteur, la superficie, le périmètre .

Objectifs de 2e niveau:

1. Interprétations des renseignements contenus dans la légende, les vues du plan, les vues en coupe et les dessins de détails.
2. Utilisation correcte des échelles.
3. Mesure de longueur, largeur, hauteur
4. Utilisation d'une règle métrique d'architecte

Lecture de plans et de devis (307353)
Programme : Plomberie-chauffage

Objectifs 1er niveau:

1. Interpréter les informations générales d'un plan (cartouche, légendes, tableaux de spécifications).
2. Localiser et recueillir sur un plan les informations pertinentes:
   Interprétation des symboles;
   Relever des informations.
3. Calculer à partir d'un plan des longueurs:
   Utilisation correcte des échelles;
   Précisions des calculs;
   Transposition des informations du devis sur la liste des matériaux.

Objectifs 2e niveau:

1. Développer sa perception spatiale.
2. Reconnaître les différents types de lignes et de symboles sur un plan.

Lecture de plans et de devis (262043)
Programme : Préparation et finition de béton

Objectifs 1er niveau:

1. Décrire les renseignements généraux figurant sur un plan (les légendes, les tableaux, indication du nord).
2. Interprétation des éléments: cartouche, échelle, symboles et codes d'un plan.

Objectifs 2e niveau:

1. Distinguer les sortes de plans selon leur utilisation:
   - Esquisse
   - Dessins schématiques
   - Dessins d'ensemble et de sous-ensemble

- Dessins d'exécution
- Dessins d'implantation
- Perspectives.

2. Interprétation de la légende, des symboles et des données issues des tableaux.
3. Différencier par leur forme les types de traits utilisés en dessin technique:
   - Trait continu (large, moyen, mince)
   - Pointillé
   - Trait continu entrecoupé de tirets (lignes d'axe, axes de symétrie, lignes de centre).
4. Différencier les vues d'un plan (plan, coupe, élévation).
5. Représenter mentalement les dimensions réelles d'un lieu à partir d'un plan.

Secteur 05: bois et matériaux connexes

Mathématique (273072)
Programme: Ébénisterie

Objectifs de 1er niveau:

1. Estimer le coût d'un produit:
   Calculs des longueurs, des surfaces et des volumes
   Estimation de pourcentage
2. Modifier les différentes vitesses

Objectifs de 2e niveau:

1. Maîtriser les quatre opérations arithmétiques
2. Convertir les fractions ordinaires en fractions décimales.

Dessin industriel (259316)
Programme : Modelage

Objectifs:

1. Interpréter les directives relatives aux normes et conventions:
   vues en perspectives: projections cylindriques, projections coniques; disposition des vues (projections orthogonales); etc.
2. Connaître les instruments de dessin:
   table à dessin, règles en té, règles parallèles, règles souples, règles graduées, équerres, crayons, règles, compas, rapporteur d'angles, abaques de traçage, gabarit, pistolets.

3. Différencier les principales formes géométriques:
   cercle, triangle, carré, rectangle, trapèze, pentagone, hexagone, octogone, ellipse, spirale.
4. La représentation graphique des coupes et des vues cachées.
5. La représentation graphique par projection:
   Utilisation de la projection orthogonale pour positionner toutes les vues nécessaires.
   Utilisation des projections cylindriques et coniques pour obtenir des vues en perspective.
6. Effectuer des représentations graphiques.
   Exécution de tracés géométriques:
      ligne ou plusieurs parallèles à une oblique donnée;
      droite tangente à deux cercles;
      bissection d'une droite;
      bissection d'un angle;
      bissection d'un arc;
      subdivision d'une droite en parties égales;
      construction de polygone inscrit dans un cercle;
      construction de l'ellipse;
      construction de l'hélice;
      construction d'une parabole;
      construction d'une hyperbole;
      construction de la spirale d'Archimède;
      construction d'un cycloïde.
   Exécution de représentations graphiques.
7. Procéder à la cotation et au lettrage du dessin.

Secteur 11: fabrication mécanique

Notions de mathématiques (326073)
Programme: Dessin industriel

Objectifs de 1er niveau:

1. Résoudre des problèmes de géométrie:
   Utilisation des formules appropriées.
   Respect de la séquence des opérations quant aux calculs:
      - de distance;
      - d'angle;
      - de surfaces;
      - de volumes;
      - de masses.
2. Résoudre des équations algébriques:
   Respect de la séquence des opérations.

3. Résoudre des problèmes de trigonométrie:
   Utilisation des formules appropriées.
   Respect de la séquence des opérations quant aux calculs:
   - de distances;
   - d'angle;
   - de surfaces;
   - de volumes.

Objectifs de 2e niveau:

1. Convertir des unités de mesures impériales en unités de mesures internationales et vice versa.
2. Appliquer la règle de trois.
3. Utiliser une calculatrice.
4. Appliquer les lois des fonctions trigonométriques.
5. Appliquer le théorème de Pythagore.

Mathématiques appliquées aux moules (365633)
Programme: Fabrication de moules

Objectifs de 1er niveau:
1. Relever, sur les dessins de détail ou sur croquis, les dimensions utiles à la résolution de problèmes.
2. Analyser la configuration géométrique des composants de moules à usiner .
   Décomposition précise de la forme de la pièce en éléments géométriques.
3. Effectuer des calculs relatifs aux cotes, aux formes et aux rayons des composants de moules:
   Choix pertinents des formules.
   Transformation exacte des formules.
4. Résoudre des problèmes de calcul d'angles complexes sur des composants de moules.

Objectifs de 2e niveau:

1. Développer une bonne perception spatiale.
2. Effectuer les conversions des mesures des systèmes international et impérial.
3. Reconnaître les situations nécessitant une résolution de problèmes mathématiques.
4. Déterminer la façon logique de poser un problème.
5. Distinguer les circonstances dans lesquelles on utilise la géométrie plane.
6. Comprendre les conséquences des erreurs de calcul relativement aux dimensions des composants de moules.
7. Distinguer les circonstances dans lesquelles on utilise des formules de trigonométrie.
8. Résoudre des problèmes de trigonométrie simple.

9. Démontrer sa capacité d'analyse et de raisonnement relativement aux problèmes à résoudre.

Mathématiques appliquées (342023)
Programme: Mécanique industrielle

Objectifs de 1er niveau:

1. Effectuer la conversion de mesures de volumes et de poids en SI et en système impérial.
2. Interpréter les tables et abaques.
3. Effectuer des calculs de mathématiques en unités du SI et du système impérial dans les domaines suivants:- mécanique, hydraulique, pneumatique, électricité, électronique.

Objectifs de 2e niveau:

1. Savoir effectuer des calculs en mathématiques et en géométrie
2. Connaître les formules de mesures de surfaces et de volumes.
3. Connaître le système international (SI) et le système impérial.
4. Connaître les formules de trigonométrie.
5. Savoir utiliser une calculatrice.

Mathématiques appliquées (344563)
Programme: Techniques d'usinage

Objectifs de 1er niveau:

1. Interpréter les plans, les manuels et les tables de référence.
   Interprétation précise des symboles et des tolérances.
   Détermination précise des dimensions.
   Interprétation juste de l'information contenue dans les manuels et les tables de référence.
2. Effectuer des calculs relatifs aux paramètres d'usinage.
   Choix approprié de la formule.
3. Effectuer des calculs relatifs au théorème de Pythagore.
   Application appropriée du théorème.
4. Effectuer des calculs relatifs aux triangles rectangles.
   Utilisation appropriée des fonctions trigonométriques.
   Utilisation appropriée des tables des rapports trigonométriques.
5. Effectuer des calculs relatifs aux triangles quelconques.

Objectifs de 2e niveau:

1. Lire des projections orthogonales simples.
2. Connaître la signification des symboles et des tolérances.
3. Repérer l'information contenue dans les manuels et les tables de référence.
4. Connaître et convertir des mesures du système international (SI) en système impérial et vice-versa.
5. Connaître les formules de base utiles au calcul des paramètres d'usinage.
6. Appliquer la méthode de calcul par la règle de trois.
7. Appliquer des notions de transformation de formules.
8. Appliquer la méthode de calcul d'ensembles de poulies et d'engrenages.
9. Définir le théorème de Pythagore.
10. Déduire de l'égalité les éléments à calculer.
11. Connaître les rapports trigonométriques.
12. Connaître le rapport des différentes fonctions trigonométriques.
13. Utiliser les tables des rapports trigonométriques.
14. Utiliser un tableau récapitulatif de résolution des triangles rectangles.
15. Utiliser un tableau récapitulatif de résolution des triangles quelconques.
16. Appliquer la technique de résolution d'un triangle quelconque par décomposition en triangles rectangles.

Mathématiques appliquées à la commande numérique (392312)
Programme : Usinage sur machines-outils à commande numérique

Objectifs de 1er niveau:

1. Interpréter le plan:
   Interprétation exacte des symboles et des tolérances;
   Relevé complet des dimensions et des formes utiles.
2. Analyser la configuration géométrique des pièces à usiner sur des machines-outils à commande numérique:
   Décomposition précise de la forme de la pièce en éléments géométriques.
3. Effectuer des calculs relatifs aux cotes, aux angle et aux rayons des pièces:
   Choix pertinent de la formule;
   Transformation exacte de la formule.
4. Effectuer des calculs relatifs aux coordonnées de points situés dans un plan cartésien:
   - coordonnées linéaires (2 axes);
   - coordonnées polaires.

   Respect des différents cadrans.
   Choix pertinent de la formule.
5. Effectuer des calculs relatifs aux points d'intersection et de raccordement de différentes lignes: droites, angles, portions de cercle, rayons.

Objectifs de 2e niveau:

1. Interpréter les symboles.
2. Relever les dimensions de pièce.
3. Relever la position des points.
4. Déterminer la cote moyenne.
5. Développer sa perception spatiale.
6. Reconnaître des problèmes courants nécessitant une résolution de problèmes d'ordre mathématique.
7. Distinguer les circonstances dans lesquelles on utilise la géométrie plane.
8. Construire des figures géométriques.
9. Utilisation des formules de trigonométrie
10. Calcul des cotes et des angles de triangles rectangles et quelconques.
11. Différencier la cotation absolue de celle en incrémentale.
12. Différencier les quadrants dans un plan cartésien.
13. Calculer les coordonnées de points situés dans un plan cartésien ainsi que les points d'intersection des différentes lignes.
14. Distinguer les circonstances dans lesquelles on utilise des formules de géométrie analytique.

Secteur 16: Métallurgie

Lecture de plans (259273)
Programme : Soudage

À partir de dessins en perpective et de vues de coupe.
À l'aide d'un plan en projection orthogonale.
À l'aide d'un plan d'ensemble.

Objectifs:

1. Connaître les instruments de dessin:
   table à dessin, té, équerres, crayons, règles, compas, rapporteur, bouclier, pistolets, brosse.
2. Connaître et tracer les lignes conventionnelles utilisées en dessin:
   construction d'axe, d'attache, de cote, de hachure, de contour caché, de renvoi, brisées, fantôme.
3. Interpréter les éléments d'un plan:
   le lettrage, la cotation, les projections, les symboles de base.
4. Interpréter les formes géométriques et exécuter diverses constructions.
   Éléments de géométrie:
      lignes: droite, courbe, verticale, perpendiculaire, etc.;
      angles: aigu, obtus, droit;
      division d'une droite;
      triangle, cercle, ellipse, parabole, hyperbole;

cylindre, pyramide, cône, cube, sphère, prisme.

5. Nommer les projections et schémas liés à la lecture de plans.
   Genre de dessins:
   - Dessin figuratifs;
   - dessin artistique;
   - schéma;
   - croquis;
   - projection orthogonale;
   - projection isométrique.
6. Expliquer le principe des projections orthogonales américaines et européennes.
7. Distinguer une ligne d'une surface sur différentes vues en projection orthogonale.
8. Reconnaître les genres de coupes:
   - complète;
   - demi-coupe;
   - coupe partielle;
   - coupe rabattue;
   - coupe détachée;
   - coupe de pièces assemblées.
9. Lire et interpréter les échelles.

Observations

Les compétences spatiales

Dans le cadre des secteurs de la formation professionnelle et technique étudiés, on retrouve l'expression des compétences spatiales dans les programmes suivants:

Bâtiments /
Travaux publics
Modelage /
lecture de plans

Peinture en bâtiment:
interprétation de plans et
de devis
Préparation et finition de
béton: lecture de plans
et de devis

Bois et
matériaux connexes
Modelage: dessin
industriel

Fabrication mécanique

Fabrication de moules:
mathématiques
appliquées aux moules
Technique d'usinage:
mathématiques
appliquées

Soudage: lecture de
plans

Des 15 programmes décrits, on en retrouve 7 qui, explicitement, visent par leurs objectifs de contenu ou les habiletés énoncées, les compétences spatiales. Ces programmes ont tous comme commun dénominateur la lecture de plans et sont tous reliés à l'étude des projections et des vues. Dans la description des objectifs nous retrouvons à trois reprises l'expression "développer sa perception spatiale" à savoir: Mathématiques appliquées à la commande numérique (392312), programme "Usinage sur machines-outils à commande numérique (Secteur 11: Fabrication mécanique); Mathématiques appliquées aux moules (365633), programme "Fabrication de moules" (Secteur 11: Fabrication mécanique); Lecture de plans et de devis (307353), programme "Plomberie-chauffage" (Secteur : 07 Bâtiments et travaux publics).

De façon générale, les contenus mathématiques exigés par les différentes professions ou techniques considérées ont en commun les mesures de longueur, d'aire et de volume, la connaissance des 2 systèmes de mesure et celle des 4 opérations de base en arithmétiques. Les compétences spatiales sont peu présentes dans les programmes de formation professionnelle ou technique et semblent orientées surtout vers la lecture de plans et le dessin industriel, et ce de façon très contextualisée.

Les trois quarts des contenus de la formation professionnelle qui survient après le secondaire IV a un contenu et vise des habiletés qui sont l'objet même des mathématiques des secondaires 1, 2 et 3. Est-ce à dire que ces mathématiques sont tellement décontextualisées lorsqu'elles sont enseignées, que les élèves ne peuvent effectuer de transferts lorsqu'ils sont placés en situation de résoudre ded problèmes contextualisés dans le cadre de leur formation professionnelle et technique?

Annexe 2 - Concepts géométriques du secondaire

Objectifs en géométrie du programme du MEQ

Secondaire 1 - Mat 116 (le plan)

L'objectif est d'amener l'élève à utiliser ses connaissances relatives aux figures géométriques

Les sous-objectifs sont de:
- Créer des figures en utilisant les transformations isométriques
- Résoudre des problèmes portant sur des droites ou des angles
- Résoudre des problèmes portant sur des triangles
- Résoudre des problèmes portant sur des quadrilatères convexes
- Résoudre des problèmes portant sur le périmètre ou l'aire de polygones

Secondaire 2 - Mat 216 (le plan)

L'objectif est d'amener l'élève à utiliser ses connaissances relatives aux figures géométriques.

Les sous-objectifs sont de:
- Résoudre des problèmes portant sur l'agrandissement ou la réduction d'une figure
- Résoudre des problèmes portant sur des figures isométriques ou homothétiques dans un plan cartésien
- Résoudre des problèmes portant sur les polygones
- Résoudre des problèmes portant sur des cercles

Secondaire 3 - Mat 316 (le plan et l'espace 3D)

L'objectif est d'amener l'élève à utiliser ses connaissances relatives aux figures géométriques.

Les sous-objectifs sont de:
- Résoudre des problèmes portant sur des transformations isométriques ou homothétiques
- Résoudre des problèmes portant sur des objets à trois dimensions:
  - *Décrire en mots ou en dessin des objets à trois dimensions.
  - *Représenter dans deux dimensions des objets à trois dimensions.
  - *Bâtir un objet à trois dimensions, à partir d'une description ou d'un dessin.
- Résoudre des problèmes portant sur les solides
- Résoudre des problèmes portant sur l'aire ou le volume de certains solides

Secondaire 4 - Mat 416 (le plan)

L'objectif est d'amener l'élève à analyser des situations géométriques

Les sous-objectifs sont de:
- Résoudre des problèmes en utilisant le concept de similitude
- Résoudre des problèmes en utilisant les rapports trigonométriques

Secondaire 4 - Mat 436 (le plan)

L'objectif est de résoudre des problèmes de géométrie analytique (dans le plan)

Les sous-objectifs sont de:
- Accroître chez l'élève l'habileté à analyser des situations géométriques
- Résoudre des problèmes en utilisant les concepts d'isométrie, de similitude et d'équivalence
- Résoudre des problèmes à l'aide de rapports trigonométriques

Secondaire 5 - Mat 514 (le plan)

L'objectif est d'amener l'élève à analyser des situations géométriques

Les sous-objectifs sont de:
- Résoudre des problèmes en utilisant le concept de distance
- Résoudre des problèmes en utilisant le concept de probabilité dans un contexte géométrique

Secondaire 5 - Mat 536 (le plan)

L'objectif est de résoudre des problèmes utilisant des lieux géométriques associés aux relations du premier degré et du second degré dans le plan cartésien.

Les sous-objectifs sont de:
- Accroître chez l'élève l'habileté à analyser des situations géométriques
- Résoudre des problèmes de géométrie

Observations

En regard des compétences spatiales, ce n'est qu'en secondaire 3 que les élèves travaillent dans un espace autre que celui à deux dimensions. À tous les niveaux scolaires les habiletés de structuration, de classification et de transposition, sont celles qui sont le plus souvent exercées dans les apprentissages et cela uniquement dans un contexte planaire. Ce n'est qu'en secondaire 3 que nous pouvons identifier clairement la présence d'objectifs d'apprentissage liés aux habiletés de détermination et de génération qui s'ajoutent à celles déjà mentionnées, par le fait que les élèves sont amenés à construire et à déterminer des conditions d'existence de solides et ce, dans un contexte à trois dimensions. Or, une étude antérieure a montré qu'un saut dans la maîtrise des notions spatiales géométriques semble s'opérer entre 12 et 14 ans (Mongeau, P., Pallascio, R., Allaire, R., 1995).

Rien n'est dit à propos des situations de problèmes à résoudre. Sont-elles réelles, contextualisées? Seule l'étude des manuels pourrait nous éclairer à ce sujet et encore cela ne nous informe pas sur ce qui se passe réellement en classe. L'étude de la collection *Réflexions mathématiques* (Breton, 1995) nous donne quelques indices sur ces questions (voir ci-dessous). En référence au tableau synthèse, tirée de l'étude de la collection, on notera que les apprentissages ne sont pas orientés essentiellement vers ce type de problèmes. Néanmoins, du point de vue des compétences spatiales, c'est en secondaire 3 que le programme du MEQ vise le plus, l'acquisition de ces habiletés.

Niveaux	**Secondaire I**	**Secondaire II**	**Secondaire III 3D**
Concepts géométriques	points, segments,droites mesures de longueur angles	Formes de représentation: étude du plan cartésien	Sens spatial: formes 3-D
	Les isométries: translation, rotation et réflexion	Homothéties: étude des techniques de base + transformation du plan (isom./homot)	Étude des vues, dessin d'objets 3-D (perspective)
	Triangles et quadrilatères, construction de triangles	Étude du cercle: périm., aire et mesure angulaire	Étude des solides: développe.-plan, Des réguliers aux solides de révolution

	Périmètre et aire de de polygones	Polygone régulier: mesure angulaire, aire et périmètre, symétrie.	Étude de troncature de quelques solides (cube, pyramide, cône...
			Relations métriques sur les solides
	Dimension: 2-D	Dimension: 2-D	Dimension: 3-D en dessin. Résolution de problèmes
Compétences spatiales:	Transposition (écrit <----> dessin)	Transposition (écrit <----> dessin)	Relations spat. et visualisation (T, C, S, D, G)
Caractéristi-ques des apprentissages:	exploration / expérimentation: non apport de la logique: très peu lien avec la réalité: présent par le biais d'image variations de situations: assez relation entre concepts: assez	explororation / expérimentation: non apport de la logique: très peu lien avec la réalité: présent par le biais d'image simulant des situations variations de situations: assez relation entre concepts: assez	exploration / expérimentation: un peu apport de la logique: très peu lien avec la réalité: présent par le biais d'image simulant des situations variations de situations: beaucoup relation entre concepts: assez
Mode d'apprentis-sage:	définitions et problèmes fermés à résoudre	définitions et problèmes fermés à résoudre	résolution de problèmes: réel et réaliste. Le dessin est demandé. Activités basées sur le dessin d'objets 3-D

Niveaux	Secondaire III 2D	secondaire IV	SecondaireV
Concepts géométriques	*Volume et aire	Aire, périmètre et volume des solides	Coniques: cercles, ellipses, hyperboles, paraboles. Trigonométrie
Compétences spatiales	#Transformation du plan: translation, rotation, symétrie, homothétie. *Relations spat. et visualisation. (T, S, D)	Structuration (+ ou -)	Aucune

Caractéristi-ques des apprentissages:	#Dessin 2-D , technique a acquérir, résolution de problèmes(réaliste et abstrait) , très imagée *Dimension: 3-D en dessin. Résolution de problèmes *lien avec la réalité: présent par le biais d'image simulant des situations variations de situations: beaucoup *apport de la logique: oui *relation entre concepts: oui *résolution de problèmes : réel et réaliste. *activités sont basées sur le dessin d'objets 3D	Problèmes à résoudre: dessins de solides (2-D)	Problèmes à résoudre 2-D.

Mode d'apprentis-sage:	Apprentissage par résolution de problèmes et exercices. explor./expéri.: un peu	Définitions et problèmes fermés à résoudre. Le processus d'apprentissage n'est pas basé sur socio-constructivisme ou sur l'apprentissage par projet. On pourrait le classer comme apprentissage "traditionnel".	Définitions et problèmes fermés à résoudre. Le processus d'apprentissage n'est pas basé sur socio-constructivisme ou sur l'apprentissage par projet. On pourrait le classer comme apprentissage "traditionnel"

Remarque: les compétences spatiales sont abordées aux secondaires I et II, et surtout en secondaire 3 (Breton et al., 1995; Petit, 1996). En secondaire 4 et 5, on ne retrouve pas d'activités reliées aux compétences spatiales proprement dites.

Annexe 3 - Grille d'observation des aspects cognitifs

		Manifestations verbales (phrases, termes...)	Manifestations non verbales (dessins...)
Compétences spatiales	Structuration	Identifier une propriété d'une structure spatiale	Illustrer de tels concepts
	Classification	Regrouper des structures spatiales selon une propriété ou un paramètre commun	Illustrer de tels concepts
	Transposition	Passer d'un mode de représentation à un autre: géométrique, linguistique, physique...	Illustrer de tels concepts
	Détermination	Délimiter un élément ou un paramètre défini par des contraintes géométriques	Illustrer de tels concepts
	Génération	Produire ou modifier une structure spatiale répondant à des critères géométriques	Illustrer de tels concepts
Types d'espace	Micro-spatial	Parler d'objets manipulables, observables sans changer de place...	Illustrer de tels objets
	Méso-spatial	Parler d'objets visibles, mais hors d'atteinte	Illustrer de tels objets
	Macro-spatial	Parler d'objets hors de la vue, exigeant un "recollement mental de cartes"	Illustrer de tels objets
Procédés	Visuels	Mots ou phrases accompagnant l'utilisation de dessins, de schémas...	Utilisation de dessins, de schémas pour expliquer, de préférence...
	Auditifs	Utilisation de mots et de phrases pour expliquer, de préférence...	Dessins ou schémas accompagnant l'utilisation de mots, de phrases...
Concepts ou procédés géométriques de type...	Topologique	Adjacence, connexité, étirement, rétrécissement, pliage, torsion...	Illustrer de tels concepts
	Projectif	Incidence, platitude, projection centrale...	Illustrer de tels concepts
	Affine	Parallélisme, convexité, projection parallèle	Illustrer de tels concepts
	Métrique	Distances, angles...	Illustrer de tels concepts
Autres concepts ou procédés mathématiques (calcul, équation...)		Exprimer des calculs, des égalités, des équivalences, des opérations...	Illustrer des calculs, des égalités, des équivalences, des opérations...

Annexe 4 - Grille d'observation de l'activité métacognitive

		Contenu verbal	Manifestation comportementale
Connaissances métacognitives	connaissance de ses ressources	Connaissances du sujet concernant ses capacités et caractéristiques personnelles eu égard à la tâche. *(Je suis bon là-dedans; je réussis toujours; je ne suis pas capable de faire cela; etc.)*	Gestes indiquant s'il croit, ou non, posséder les ressources nécessaires. - résout le problème de l'autre plutôt que d'expliquer; - laisse les autres résoudre le problème à sa place;
	connaissance de la tâche	Connaissances du sujet concernant la tâche eu égard à ses capacités et caractéristiques personnelles. *(C'est bébé, c'est bien trop difficile, on n'a jamais fait ça, etc.)*	Gestes qui démontrent qu'il possède ou non les connaissances nécessaires. - se met à l'ouvrage; - mimiques de dégoût;
	connaissance des stratégies	Connaissances du sujet concernant les stratégies cognitives, métacognitives ou affectives pertinentes eu égard à la tâche. *(Je sais ce qu'il faut faire; tu as juste à faire comme ça; il faut aimer ça pour réussir; etc.)*	Gestes qui démontrent qu'il connaît ou non les stratégies nécessaires. - gestes de désarroi; - ou de confiance;
Habiletés métacognitives	attention consciente	Observations d'éléments de l'activité en cours : éléments concernant soit le sujet lui-même (son niveau de concentration, les gestes qu'il est en train de poser, etc.) ou soit la formulation de la tâche (clarté, précision, cohérence, etc.). *(Je n'ai pas écouté; je pense à autre chose, je sens que je vais réussir, etc.; là, je choisis un premier bloc; maintenant, je mesure la distance, etc.; il y a une contradiction; il manque une donnée, c'est pas clair, etc.)*	Gestes indiquant une attention ou inattention à lui-même ou à la tâche. - se gratte la tête; - lit les consignes; - repousse les feuilles; *Sans référence au contenu, le fait qu'il :* *- pose des questions liées à la tâche ou garde le silence;* *- émet des commentaires sur autre chose;* *- se parle tout seul, marmonne;*
	guidage ou planification	Orientation de l'activité en cours : détermination des objectifs à atteindre, des activités à effectuer et leur enchaînement, des tâches principales et secondaires, d'hypothèses ou de prédictions. *(Il faut que j'obtienne un carré; si je fais ça en premier et ensuite ça, ça devrait marcher; quand un problème est compliqué, on doit le diviser en étapes; je dis plusieurs phrases parce que je ne connais pas de mot pour désigner cette forme; tu devrais faire comme pour l'autre problème; il faut d'abord faire comme ça et ensuite comme ça, etc.)*	Soit le sujet prend une position de recul, où il peut alors s'asseoir et faire des gestes dans les airs pour supporter sa réflexion. Ou soit, il agit : écriture d'un plan, mise en ordre des données, dessin du résultat à atteindre, il peut montrer comment faire par des gestes, marmonner, etc.
	régulation	Correction de l'activité en cours : commentaires sur l'efficacité des actions en cours, sur les opérations déjà effectuées, sur d'autres manières de faire, sur l'à-propos des solutions obtenues. *(Ça bloque toujours ici; qu'est-ce qu'il y a qui marche pas; je devrais m'y prendre comme dans l'autre problème, ça peut pas être ça parce que..., etc.)*	Retours en arrière, exploration d'autres possibilités, relectures, comparaisons de cheminements ou de solutions, réajustements etc. Soupirs, gestes de frustration, retours aux feuilles de consignes, révisions des écritures, etc.

Annexe 5 - Grille d'observation des aspects affectifs

		Manifestations verbales (phrases dites)	Manifestations non verbales (gestes posés ou mimiques)
	Inquiétude	L'inquiétude se manifeste par des questions posées avant de commencer la tâche: "Est-ce que ce sera facile?"; "Est-ce que ce sera évalué?"; "Est-ce que je pourrai poser des questions si je ne comprends pas?"	Regarder comment les autres font avant de commencer la tâche; hésiter avant de se mettre au travail.
Anxiété	Malaise	Le malaise se manifeste pendant que les sujets effectuent les tâches demandées par les mises en situation: "Est-ce encore long?".	Rires nerveux; hésiter avant de poser un geste; toujours regarder les autres; difficultés de concentration; avoir hâte de finir. Faire la tâche demandée sans implication. D'en débarrasser parce que la tâche dérange le sujet.
	Peur	La peur est très liée à l'inquiétude et le malaise, mais se présente à un degré plus élevé que les deux manifestations précédentes.	Grandes hésitations... Ce sont les mêmes manifestations que les deux aspects précédents, mais avec une plus grande intensité. Cela peut prendre la forme d'une panique. On peut sentir que cette panique empêche le sujet de participer.
	Enthousiasme	L'enthousiasme se manifeste par des phrases comme: "J'aime faire cela"; "C'est le fun, un jeu"; "J'ai hâte de commencer".	Rires et sourires manifestant du plaisir; montrer que la tâche représente un défi et vouloir le surmonter.
Motivation	Intérêt	L'intérêt se manifeste par des questions pour connaître à quoi sert ce qu'on va faire; en voulant tout connaître; en posant des questions sur des détails; en posant des questions d'intérêt après avoir réalisé la tâche;...	Manifester de la curiosité; fouiller dans le matériel; se mettre au travail rapidement avec intérêt; aller plus loin que la tâche demandée; écouter attentivement les explications...
	Obligation	L'obligation veut dire que les sujets font la tâche parce qu'ils sont obligés de la réaliser: "Est-on obligé?"; "Est-ce que ce sera long?"...	Les sujets traînent avant de se mettre à la tâche; ils ne se mettent à la tâche que lorsqu'ils se laissent entraîner par les autres; ils le font parce que les autres le font...
	Indifférence	L'indifférence se manifeste par des phrase: "ça ne me tente pas"; "C'est platte"...	Le sujet réalise la tâche avec très peu d'intérêt; il n'a aucun enthousiasme; il ne fait pas vraiment la tâche; il ne se concentre pas du tout...
Confiance en soi	Dépendance Attribution causale externe	La dépendance se manifeste par des phrases comme: "Je ne serai jamais capable seul"; "J'ai réussi parce que tu m'as aidé"; "J'ai réussi parce que j'ai été chanceux ou chanceuse"; j'ai réussi parce que c'était facile; mais aussi en posant souvent des questions pour demander si ce que le sujet est en train de faire est bon, correct, correspond aux exigences. Les expériences positives et négatives sont attribuées à des circonstances hors de son contrôle.	Les sujets démontrent du découragement; ils abandonnent rapidement; ils regardent les autres pour savoir comment faire; ils ont besoin de beaucoup de renforcement...
	Autonomie Attribution causale interne	L'autonomie se manifeste par des phrases comme: "Je pense bien que je serai capable"; "J'ai déjà fait quelque chose de semblable; ce sera assez facile"... Le sujet peut évaluer ses forces et ses faiblesses. Il attribue ses expériences positives et négatives à des causes internes. (habiletés, effort...)	Le sujet manifeste de la patience pour réaliser la tâche; il persiste, il veut aller au bout. Il continue même si les autres le regardent. Il peut se concentrer assez bien.

Grille complétée à partir d'une grille tirée de Lafortune Louise (1992), *Dimension affective en mathématiques*, Montréal: Modulo.

Annexe 6 - Texte de présentation aux élèves des projets d'apprentissage

Prévue pour 3 ans, la recherche Uqam/Iguarsivik en est à sa 2e année. Son but est d'observer et d'analyser la nature de l'activité intellectuelle chez les élèves inuits qui ont à résoudre des problèmes. Cette année, du 18 au 30 avril, nous vous proposons de réaliser, en équipe, des projets d'apprentissage.

L'objectif principal de ces projets est de développer des compétences mathématiques, plus particulièrement en géométrie, dans le domaine spatial. Chaque projet vous amènera à dessiner (dans le plan) l'objet que vous aurez choisi de réaliser afin que vous puissiez ensuite en faire la construction (dans l'espace).

Les étapes de réalisation de votre projet:

* Exploration des différentes possibilités de projets
* Formation des équipes et choix d'un projet
* Planification (buts, étapes, tâches des membres de l'équipe...)
* Recherche (documentation, personnes-ressources, matériel nécessaire...)
* Réalisation des esquisses, des dessins, des plans, ...
* Construction de l'objet
* Évaluation du projet et rapport
* Présentation du projet

Idées de projets

1. Réalisation d'une maquette
   a) un site existant (village, partie du village, campement d'été, école, aéroport, ...)
   b) un objet à créer (manège pour la cour de l'école, local étudiant, matériel pour la COOP étudiante, une maison pour Inuits, annexe à l'école, garderie, mini-centre d'achats...)
2. Création d'un casse-tête à trois dimensions
   Après avoir manipulé différents casse-tête, il s'agit d'en créer un ou plus.
3. Création de formes spatiales
   Il s'agit de mettre au point les développements-plans nécessaires à la construction de formes spatiales originales.
4. Réalisation d'une sculpture géométrique
   Il s'agit de préparer les plans nécessaires à la création d'une sculpture géométrique.
5. Construction d'un modèle réduit
   À partir des représentations nécessaires dans le plan (à l'échelle), il s'agit de construire un modèle réduit d'un objet usuel .
6. Invention de jeux
   Après avoir essayé et pratiqué différentes sortes de jeux, il s'agit d'en inventer au moins un.
7. Création d'un vêtement
   Après avoir étudié différents modèles de vêtements, de patrons, de broderies..., il s'agit de dessiner le patron qui permettra la confection d'un vêtement original.
8. Autres suggestions (Vous pouvez proposer d'autres idées de projets.)

Annexe 7 - Questionnaire mathématique

Questionnaire sur les connaissances spatiales et géométriques

Nom: ______________________________

1) a) Dessine un cube en perspective:

b) Indique si ton dessin du cube a été fait:

- dans une perspective cavalière:
  (c'est-à-dire où toutes les arêtes parallèles du cube sont conservées parallèles sur le dessin;

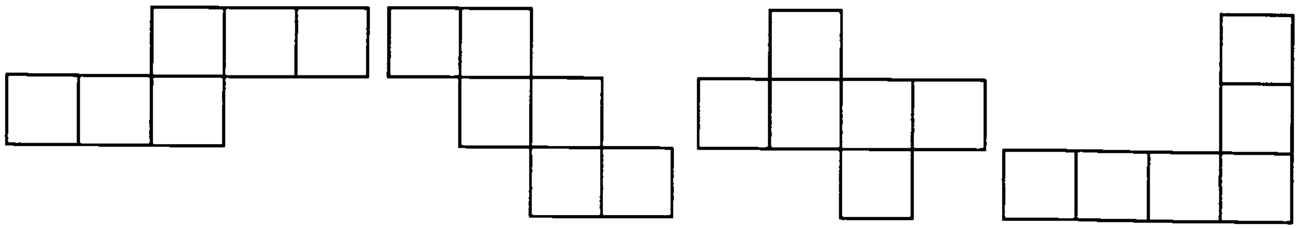
- à l'aide d'un point de fuite:

- à l'aide de deux points de fuite:

- selon une autre technique:

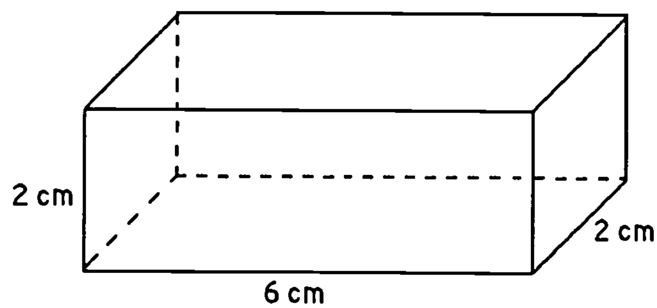
2) Trace le ou les points de fuite dans les dessins d'un prisme qui suivent:

3) a) Seulement en observant les développements-plan suivants, indique celui ou ceux qui permettent de construire un cube:



(a) (b) (c) (d)

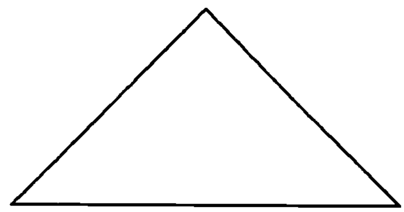
b) Dessine un développement-plan possible d'une boîte ayant la forme du parallélipipède suivant:



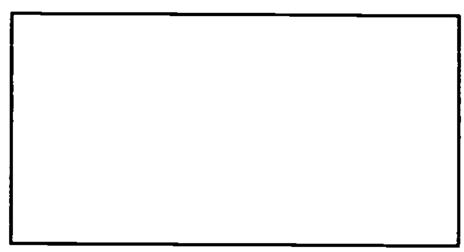
c) Dessine les vues de face, de côté et de dessus du parallélipipède dessiné ci-dessus:

Vue de face Vue de côté Vue de dessus

4) Agrandis le triangle isocèle rectangle suivant de façon à retrouver un autre triangle isocèle rectangle, où chaque côté aurait une longueur doublée:



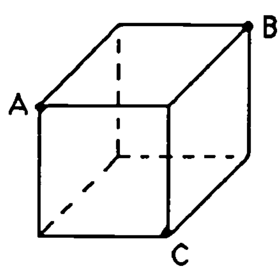
5) Réduis le rectangle suivant de façon à retrouver un rectangle de même proportion dont l'aire serait la moitié:

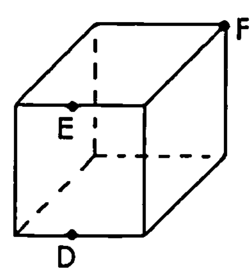


6) Si tu voulais réaliser une maquette du village pour la placer sur une table dans la pièce d'accueil de l'école, quelle serait l'échelle de réduction que tu choisirais, en supposant que le village a un km de long et que le support de la maquette a 1 m de large?

a) 1:1 b) 1: 10 c) 1: 100 d) 1: 1000 e) 1: 10 000

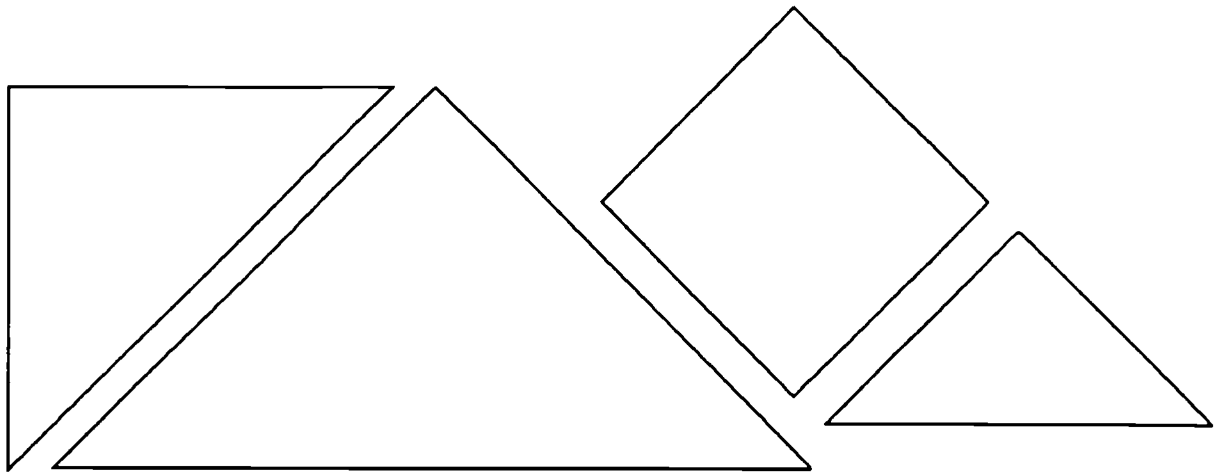
7) a) Quelle est la figure géométrique plane qui est à l'intersection du cube et du plan qui passe par les trois points noirs ABC? ______________

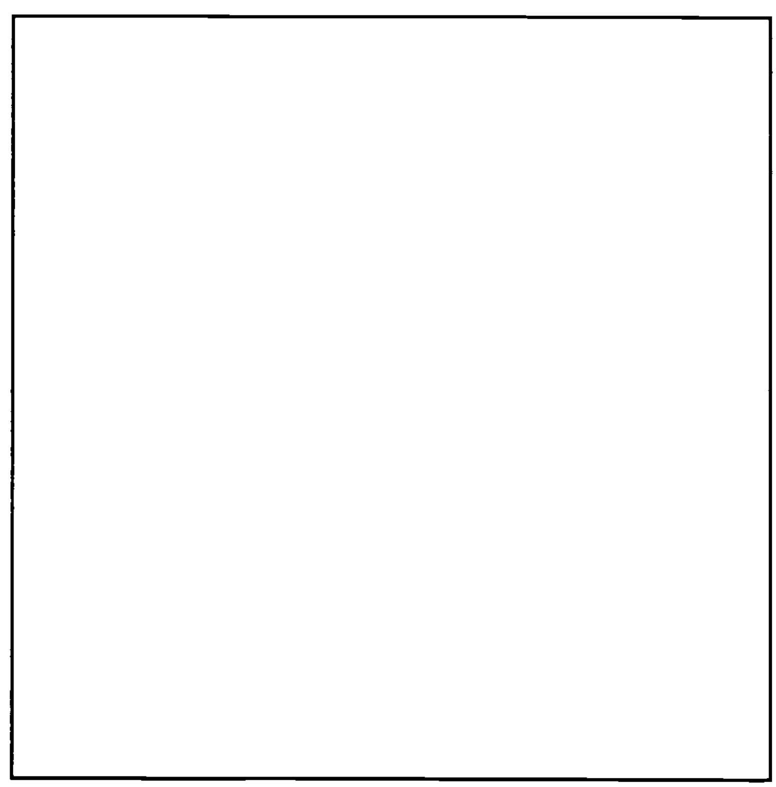




b) Même question avec les trois points noirs DEF? ______________

8) En utilisant 2 fois chaque triangle et une seule fois le petit carré, et en t'aidant des pièces en plastique, dispose-les de façon à couvrir exactement le grand carré:





Annexe 8 - Questionnaire métacognitif

LORSQUE JE TENTE DE FAIRE UN EXERCICE OU DE RÉSOUDRE UN PROBLÈME, GÉNÉRALEMENT, JE SAIS :

	ne sais pas	toujours	habituellement	rarement	jamais
1- si l'exercice proposé m'intéresse	O	O	O	O	O
2- quand je suis prêt à commencer	O	O	O	O	O
3- quand je ne comprends pas	O	O	O	O	O
4- quels sont les éléments importants	O	O	O	O	O
5- si je suis capable de résoudre le problème	O	O	O	O	O
6- quelle est la meilleure façon de faire	O	O	O	O	O
7- comment je m'y prends	O	O	O	O	O
8- si ma réponse est correcte	O	O	O	O	O
9- pourquoi ma façon de faire fonctionne ou pas	O	O	O	O	O
10- si mes réponses sont bonnes	O	O	O	O	O

AVANT DE COMMENCER À RÉSOUDRE UN PROBLÈME :

	ne sais pas	toujours	habituellement	rarement	jamais
11- je remarque des informations manquantes	O	O	O	O	O
12- je critique le problème	O	O	O	O	O
13- je relie l'énoncé	O	O	O	O	O
14- je pense à différentes façons de faire	O	O	O	O	O
15- je sépare le problème en plus petits problèmes	O	O	O	O	O
16- j'anticipe la réponse	O	O	O	O	O
17- je divise la solution du problème en étapes	O	O	O	O	O
18- je sais que certaines méthodes fonctionneront	O	O	O	O	O
19- je fait des prédictions concernant la réponse	O	O	O	O	O

PENDANT QUE J'ESSAIE DE RÉSOUDRE UN PROBLÈME

	ne sais pas	toujours	habituellement	rarement	jamais
20- je me répète le problème dans mes mots	O	O	O	O	O
21- je surveille si je vais dans la bonne direction	O	O	O	O	O
22- je compare les idées de solutions	O	O	O	O	O
23- je remarque mes erreurs	O	O	O	O	O
24- il m'arrive de sentir que je vais l'avoir, que je suis sur la bonne voie	O	O	O	O	O
25- je passe en revue les informations utilisées	O	O	O	O	O
26- je parle tout seul à haute voix	O	O	O	O	O
27- je suis capable de nommer des différences entre mes façons de faire et celle des autres	O	O	O	O	O
28- je révise les opérations effectuées	O	O	O	O	O
29- je suis capable d'expliquer comment faire à d'autres élèves	O	O	O	O	O
30- je passe des remarques sur mes capacités	O	O	O	O	O
31- j'exprime mes émotions (colère, joie, frustration, plaisir)	O	O	O	O	O
32- je suis capable d'expliquer les méthodes que j'utilise	O	O	O	O	O
33- si ça ne marche pas, je cherche une autre façon de faire	O	O	O	O	O
34- il m'arrive d'avoir l'impression de me regarder faire	O	O	O	O	O

LORSQUE J'AI TERMINÉ :

	ne sais pas	toujours	habituellement	rarement	jamais
35- j'évalue ma façon de faire	O	O	O	O	O
36- je vérifie auprès du professeur ou dans un volume si ma réponse est correcte	O	O	O	O	O
37- lorsque je me suis trompé, j'essaie de comprendre pourquoi	O	O	O	O	O
38- je vérifie si j'ai bien procédé	O	O	O	O	O
39- je suis fier de moi	O	O	O	O	O

GLOBALEMENT :

	ne sais pas	toujours	habituellement	rarement	jamais
40- je crois que certains ont du talent et d'autres pas	O	O	O	O	O
41- je crois que mes capacités peuvent s'améliorer de fois en fois	O	O	O	O	O

Annexe 9 - Questionnaire sur l'intérêt à réaliser des projets

Ce questionnaire n'est pas un examen, vous y répondez selon ce qui convient à votre idée. Toutes les idées sont bonnes.

Pour chacune des questions, **encerclez** le choix de réponse qui correspond à votre intérêt pour le projet proposé dans la question.

1 Construction d'une maquette de l'école	**Ce projet me paraît**
Dans ce projet, il s'agit de réaliser une maquette à l'échelle de l'école. Cette maquette devrait présenter l'école comme si le plan de l'école était vu d'en haut. Il faut identifier les formes géométriques nécessaires à sa construction. Cette maquette serait exposée dans l'entrée de l'école.	pas du tout intéressant........... 1 un peu intéressant.................. 2 assez intéressant...................... 3 très intéressant......................... 4

2 Développements-plan d'objets tridimentionnels	**Ce projet me paraît**
Dans ce projet, il s'agit de concevoir les développements-plan de deux objets tridimentionnels. Ces développements-plan seraient imprimés en couleur sur papier cartonné. Lors d'une exposition, d'autres personnes seraient invitées à jouer avec ces développements-plan pour recréer les formes géométriques en trois dimensions.	pas du tout intéressant........... 1 un peu intéressant.................. 2 assez intéressant...................... 3 très intéressant......................... 4

3 Agrandir un vêtement	**Ce projet me paraît**
Dans ce projet, il s'agit d'agrandir ou de modifier un patron de vêtement et à confectionner ensuite ce vêtement avec des décorations à motifs géométriques. Ce vêtement serait ensuite mis en vente.	pas du tout intéressant........... 1 un peu intéressant.................. 2 assez intéressant...................... 3 très intéressant......................... 4

4 Étudier la construction d'une sculpture géométrique	**Ce projet me paraît**
Dans ce projet, il s'agit de découvrir et d'étudier les différentes étapes de construction d'une sculpture géométrique. On doit présenter ces étapes à l'aide de dessins et préparer une affiche expliquant les étapes de construction. Cette affiche servira lors d'une exposition.	pas du tout intéressant........... 1 un peu intéressant.................. 2 assez intéressant...................... 3 très intéressant......................... 4

5 Inventer un jeu utilisant des formes géométriques	**Ce projet me paraît**
Dans ce projet, il s'agit d'inventer un jeu qui consiste à reconstruire, à partir de dessins ou de textes décrivant cette forme, une forme géométrique composée de plusieurs pièces. Lors d'une exposition, ce jeu serait utilisé pour lancer des défis à d'autres élèves.	pas du tout intéressant........... 1 un peu intéressant.................. 2 assez intéressant...................... 3 très intéressant......................... 4

6 Construction de la maquette d'un manège	**Ce projet me paraît**
Dans ce projet, il s'agit de concevoir et de produire le plan et la maquette à l'échelle d'un manège de jeu pour la cour de l'école. Une affiche doit présenter les étapes de construction du manège en indiquant les principales notions géométriques utiles à la réalisation du manège. Enfin, ce manège serait réalisé dans la cour d'école et servirait aux jeunes du village.	pas du tout intéressant........... 1 un peu intéressant.................. 2 assez intéressant...................... 3 très intéressant......................... 4

7 Créer une sculpture géométrique	**Ce projet me paraît**
Dans ce projet, il s'agit de créer une sculpture utilisant des formes géométriques dans du polystyrène, du bois, de la pierre à savon ou d'autres matériaux. Il faut préparer une affiche avec textes et dessins décrivant les étapes successives de sa réalisation. Cette sculpture serait exposée dans l'école avec l'affiche explicative.	pas du tout intéressant........... 1 un peu intéressant.................. 2 assez intéressant...................... 3 très intéressant......................... 4

8 Étudier des casse-tête géométriques	**Ce projet me paraît**
Dans ce projet, il s'agit d'identifier et de dessiner les figures présentes dans certains casse-tête géométriques et d'établir les liens unissant les différentes pièces de ces casse-tête. Il faut préparer une affiche à l'aide de textes et de dessins qui expliquent aux autres élèves comment ces casse-tête ont été fabriqués.	pas du tout intéressant.......... 1 un peu intéressant.................. 2 assez intéressant...................... 3 très intéressant......................... 4

9 Développements-plan de figures géométriques	**Ce projet me paraît**
Dans ce projet, il s'agit de reproduire, de découper et d'assembler, à l'aide de papier cartonné, des développements-plan de formes géométriques. Une affiche présenterait les diverses étapes pour reconstituer les formes géométriques. Ces formes géométriques seraient ensuite exposées pour être vues par la communauté du village.	pas du tout intéressant.......... 1 un peu intéressant.................. 2 assez intéressant...................... 3 très intéressant......................... 4

10 Découvrir les informations à donner pour construire une forme géométrique	**Ce projet me paraît**
Dans ce projet, il s'agit d'identifier les informations verbales à donner pour qu'un élève puisse construire correctement une forme géométrique à l'aide de blocs colorés. L'élève ne pourrait voir la forme géométrique. Une affiche sera faite suggérant de bonnes stratégies pour construire la forme géométrique. Cette affiche servira lors d'une exposition.	pas du tout intéressant.......... 1 un peu intéressant.................. 2 assez intéressant...................... 3 très intéressant......................... 4

11 Conception d'un modèle réduit	**Ce projet me paraît**
Dans ce projet, il s'agit de concevoir, selon sa propre imagination, le patron à l'échelle d'un modèle réduit (traîneau, igloo, kayak, maison...). Une affiche indiquerait les étapes de réalisation et préciserait les connaissances géométriques nécessaires pour construire ce modèle réduit. À partir du matériel requis, ce modèle réduit serait réalisé et exposé dans l'entrée de l'école.	pas du tout intéressant.......... 1 un peu intéressant.................. 2 assez intéressant...................... 3 très intéressant......................... 4

12 Créer des casse-tête géométriques	Ce projet me paraît
Dans ce projet, il s'agit de créer et de dessiner les pièces de casse-tête utilisant des figures géométriques. Sur une affiche, il faut indiquer les étapes de construction de ces casse-tête. Ceux-ci seront présentés aux élèves de l'école lors d'une exposition.	pas du tout intéressant........... 1 un peu intéressant.................. 2 assez intéressant...................... 3 très intéressant......................... 4

13 Concevoir un patron de vêtement	Ce projet me paraît
Dans ce projet, il s'agit de concevoir un patron de vêtement à confectionner et de créer un motif géométrique de décoration pour ce vêtement. En utilisant le matériel nécessaire, ce vêtement décoré serait ensuite confectionné et vendu lors d'une exposition.	pas du tout intéressant........... 1 un peu intéressant.................. 2 assez intéressant...................... 3 très intéressant......................... 4

14 Montage de modèles réduits	Ce projet me paraît
Dans ce projet, il s'agit d'assembler des modèles réduits d'avion, de squelette, d'insecte, d'animal, etc. à partir d'ensembles déjà préparés. Il faudrait donner la liste des connaissances géométriques utiles et nécessaires pour monter ces modèles réduits. Une fois réalisés, ces modèles réduits seraient exposés pour être vus par la communauté du village.	pas du tout intéressant........... 1 un peu intéressant.................. 2 assez intéressant...................... 3 très intéressant......................... 4

Annexe 10 - Protocole de passation des questionnaires et des entrevues

SUR LA MÉTACOGNITION

Le questionnaire portant sur la métacognition est d'abord répondu par les sujets avant l'arrivée des chercheurs par Justin ou Renée Laquerre.

Pour la passation du questionnaire les questions sont lues à voix haute et ensuite, les sujets répondent. Si les sujets ne comprennent pas un item, des explications peuvent être fournies en reformulant l'item et en explicitant certains termes. Ces explications ne devraient pas être des exemples.

À partir de cette première passation, nous réalisons quelques entrevues d'élèves qui ont fourni des réponses pouvant nous surprendre. Les entrevues pourraient être réalisées auprès d'un élève percevant son contrôle métacognitif comme étant très faible ou très fort. Ce pourrait être des élèves qui ont donné des réponses paraissant contradictoires.

Pour ces entrevues, nous choisissons 6 à 10 items à faire clarifier par les sujets. Les sujets seraient avertis à l'avance que nous ne voulons pas les évaluer, mais nous voulons seulement mieux comprendre quelques-unes de leurs réponses. Des questions comme les suivantes pourraient servir d'amorce.

- A telle (la nommer) question, tu as répondu telle (la nommer) réponse. Pourrais-tu nous dire pourquoi tu as répondu telle réponse?
- Pourrais-tu nous expliquer comment tu as compris telle question? Quel sens lui as-tu donné? Pourrais-tu l'expliquer en tes propres mots?

Les sujets répondent au questionnaire sur la métacognition vers la fin de notre séjour (8e ou 9e journée). Le même protocole de passation que la première fois serait utilisé. Il n'y aurait pas d'entrevue après cette passation du questionnaire. Cependant, les chercheurs pourraient observer la façon dont les sujets complètent le questionnaire et les questions de compréhension qu'ils demandent. Des notes sont prises par les chercheurs lors de la passation du questionnaire.

SUR L'INTÉRET DES INUITS À RÉALISER LES PROJETS PROPOSÉS

Le questionnaire portant sur l'intérêt des Inuit à réaliser les projets mathématiques proposés a été construit pour connaître l'intérêt des Inuit à réaliser certaines tâches. Préfèrent-ils certains types de projets? Préfèrent-ils des projets contextualisés ou décontextualisés? Préfèrent-ils des tâches de création ou de reproduction? Quels types d'aspects cognitifs liés aux compétences spatiales, les activités qui les intéressent visent-ils à développer?

Chacune des mises en situation ont été conçues pour contenir trois parties.

- La description d'un projet.
- La présence de certains aspects mathématiques liés à des compétences spatiales géométriques.
- La présentation des découvertes faites ou des aspects mathématiques développés.

Pour chacun des projets proposés aux Inuit (maquettes, sculptures géométriques...), nous avons conçu deux mises en situation. Une première situation est plutôt statique et consiste généralement à l'étude ou l'analyse ou la réalisation d'une activité à partir d'éléments qui existent déjà. Une deuxième situation est plutôt dynamique et consiste à inventer, concevoir ou créer un objet exigeant des compétences spatiales géométriques.

Ce questionnaire ne sera complété qu'une seule fois durant le séjour des chercheurs. Il sera complété vers le milieu du séjour (vers la 4e journée) afin de permettre la réalisation de quelques entrevues par la suite.

SUR L'INTÉRET DES INUITS A RÉALISER DES PROJETS

Pour ces entrevues, nous pouvons choisir les sujets à partir de critères comme les suivants:

- des sujets plutôt intéressés à des projets statiques (reproduction);
- des sujets plutôt intéressés à des projets dynamiques (création);
- des sujets très peu intéressés à des projets statiques;
- des sujets très peu intéressés à des projets dynamiques;

- des sujets très intéressés par des projets qu'ils n'ont pas choisis;
- des sujets peu intéressés par le projet qu'ils ont choisis;

- des sujets qui manifestent un désintérêt de façon générale;
- des sujets qui manifestent un intérêt de façon générale.

Les questions à poser lors des ces entrevues pourraient prendre la forme suivante:

- Pourquoi ce projet (le nommer) t'intéresse-t-il?
- Pourquoi n'es-tu pas intéressé à ce projet (le nommer)?

- Pourquoi as-tu choisi de réaliser tel projet (nommer le projet choisi par l'élève)?
- Y a-t-il d'autres formes de projets qui t'auraient davantage intéressés?

Annexe 11 - Synthèse des observations

	OBJECTIF 1 : notions spatiales	OBJECTIF 2 : processus métacognitifs	OBJECTIF 3 : intérêt (motivations socio-culturelles)	OBJECTIF 4 : éléments didactiques
DESCRIPTION	Connaître les notions spatiales socio-géographiques les plus importantes et les plus évocatrices, eu égard à leur expérience quotidienne et contextualisée	Connaître les processus métacognitifs des Inuits lorsqu'ils ont à résoudre des problèmes liés à des notions spatiales	Identifications d'éléments socio-culturels liés à l'intérêt et aux motivations à considérer dans l'élaboration des situations didactiques	Élaborer et appliquer un ensemble de mises en situation, sous forme de problèmes spatiaux à résoudre
PRÉ-EXPÉRIMEN-TATION dans des collèges du sud	* Système de cordonnées d'orientation d'un objet basé sur le soleil et les points cardinaux, pas d'utilisation du rapporteur d'angle, ni de mesures précises * Peu de recours à des mesures précises- propension à utiliser des estimations intuitives * Représentation spatiale globale du village paraît peu développée - chaque maison est désignée par le nom de son habitant * Vocabulaire limité	* Indécision et hésitation en début de tâche apparemment causée par la crainte de ne pas avoir bien compris la consigne * Plusieurs manifestation d'autorégulation - effacage, identifica-tion de corrections, va-et-vient de questions et réponses courtes * Explicitation métacognitive de leur procédure faible et laborieuse * Démarche de communication des informations non structurées lors de la résolution de problème en équipe	* Intérêt manifeste malgré la timidité première * L'intercession d'un membre de la communauté inuite et l'explicitation des retombées pour la communauté pourrait réduire la gêne première des jeunes Inuits à l'égard du contact avec les étrangés et conforter leur intérêt à l'égard des des mises en situation * Idéalement, la personne en contact avec les jeunes devrait pouvoir s'exprimer dans leur langue ou à tout le moins comprendre l'inuktitut	* Réajustement des mises en situation * La situation didactique devrait être non seulement ouverte à l'interac-tion, mais en outre comporter une dimension stimulante permettant au professeur d'intervenir active-ment auprès des élèves afin de stimuler leur verbalisation cogniti-ve, métacognitive et affective (au niveau de la motivation et de l'intérêt par rapport à la tâche) * Élaboration de nouvelles mises en situation

BEST COPY AVAILABLE

ENTREVUES DE PRATICIENS INUITS	* Tous les métiers nécessitent au moins des éléments de géométrie métrique - mesure et coordonnées * L'opération de transposition est la plus sollicitée des opérations spatiales intellectuelles * Peu de recours à des mesures précises- propension à utiliser des estimations intuitives * Le type d'espace (micro-méso-macro) est fonction du métier	* Explicitation métacognitive plus développée que chez les élèves * L'attention varie selon les praticiens interviewés * La planification est présente chez tous * La régulation est manifeste chez 4 des 5 praticiens	* Les adultes parlent plus librement, mais conservent une réserve face aux chercheurs étrangers au village * Expriment une certaine fierté de leur travail * Refus de nous accueillir sur lieux de leur travail	* À cause des caractéristiques de la langue inuite constituée de termes concrets, l'utilisation de plusieurs versions de paraphrases est à privilégier lors des interventions - difficultés avec les nuances nécessaires pour cerner les processus mentaux

1RE EXPÉRIMEN-TATION dans le Nord	* L'analyse des verbatims conforte généralement les analyses a priori des mises en situation - Les exercices semblent solliciter chez les élèves les notions et habiletés attendues * Ces notions ne sont toutefois pas toujours maîtrisées par les élèves * La transposition de 2D à 3D semble plus particulièrement problématique	* L'accès à la métacognition des élèves s'avère difficile et limité * Dans les mises en situations où les élèves travaillent seuls * ils demeurent silencieux * les aspects métacognitifs révélés par les verbatims sont directement reliés aux interventions des chercheurs * le fait de voir la production des autres pendant qu'ils travaillent seuls semble susciter plus de prise de conscience * Dans les mises en situation où les élèves travaillaient en équipe * plusieurs interventions des élèves relèvent directement de la métacognition * Les activités auditives effectuées en aveugle semblent susciter surtout des interventions de guidage (planification) sous formes d'injonctions qui restent souvent sans vérification	* La présence en classe du professeur habituel de mathématique présent depuis longtemps dans la communauté inuite et l'explicitation des retombées pour la communauté a grandement réduit la réticence première des jeunes Inuits à l'égard des mises en situation * Le processus d'acculturation mathématique inuite dans le domaine des compétences spatiales semble globalement marqué par des difficultés de langage : méconnaissance ou inexistence des mots justes dans leur langue, passage au français pas toujours facile, omniprésence de l'anglais dans leur vie courante, etc.	* Mises en situation : * le plan du village * les noeuds * la tasse * le paravent * 4 fois plus grand * Ces mises en situation peuvent être placées sur un continuum allant du plus contextualisé au moins contextualisé. Les exercices "le plan du village" et "les noeuds" représentant le pôle contextualisé du continuum et les exercices "le paravent" et "4 fois plus grand" représentant le pôle moins contextualisé. Cependant, la contextualisation semble être relative à des éléments visuels et "géographiques" : utilisation du village pour en faire le plan, utilisation d'un traîneau pour en faire la maquette. Elle ne semble pas avoir atteint les aspects utilitaires et fonctionnels de leur vie quotidienne.

1RE EXPÉRIMEN-TATION dans le nord (suite)		* Les activités visant une production collective sur un support visuel semblent susciter surtout des interventions de régulation visant à corriger la production * Les verbatims révèlent que les fonctions métacognitives d'attention, guidage et régulation peuvent être suscitées par d'autres personnes: chercheurs, professeurs, coéquipiers * Les "retours" sur les exercices semblent contribuer au développement des connaissances métacognitives des élèves * Une activité basée sur un projet à réaliser avec d'autres élèves incluant la planification et la correction de leur production pourrait favoriser la métacognition	* Le processus d'acculturation semble essentiellement scolaire. Il est difficile d'établir des liens avec la vie courante des élèves. Les notions apprises à l'école semblent y demeurer. * L'ensemble des activités n'a pas donné lieu à des manifestations verbales et explicites d'enthousiasme. Toutefois, il semble que l'intérêt et la motivation des élèves soient effectivement plus élevés avec les mises en situation contextualisées. Les activités "le paravent" et "4 fois plus grand" sont celles où les manifestations d'intérêts sont les plus faibles alors que "le plan du village" et "les noeuds" ont suscité plus de réactions positives.	

2E EXPÉRIMEN-TATION	* Les tâches de transposition apparaissent provoquer des apprentissages réalisés dans chacun des projets - utilisation d'échelles, projections ou développement -plans * Il semble exister une relation entre les résultats et les résultats au test cognitif au test d'intérêt, soit ils sont intéressés par ce qu'ils maîtrisent mieux, soit ils maîtrisent mieux ce qui les intéresse * Les résultats observés au test cognitif sont significativement plus élevés pour le groupe de secondaire V	* Toutes les équipes sauf une sont formée d'un élèves ayant des résultats élevés et d'un élève ayant des résultats faibles au test d'activité métacognitive * La réalisation de projet en équipe favorise tous les aspects de la métacognition - développement des connaissances métacognitives (stratégies et procédures de résolution de problèmes spatiaux, ressources personnelles) et des habiletés métacognitives (prise de conscience, planification et régulation) * L'interaction avec le professeur (chercheur) stimule la réflexion métacognitive	* La majorité des élèves * ont apprécié la pédagogie par projet * sont très satisfait de leur projet et du travail d'équipe * voudrait faire un autre projet * ferait un nouveau projet, différent du premier * croit que les projets aident en mathématiques et leur ont permis d'apprendre des choses nouvelles * ont particulièrement apprécié l'aspect "actif" des projets * n'aime pas répondre aux questions - questionnaires et entrevues * trouve important de tenir le journal de bord * ont aimé faire une présentation publique de leur travail	* Pédagogie par projet * Il existe une corrélation très forte entre les résultats au test métacognitif et le niveau d'intérêt général déclaré par rapport à l'ensemble des activités proposées. La corrélation se maintient pour les activités de type conception ou répétition.

2E EXPÉRIMEN-TATION (suite)			* La plupart des projets suscitent un intérêt comparable et croissant. Sauf, la sculpture qui est significativement déclarée moins intéressante * Il n'y a pas de différence significative entre l'intérêt suscité par les projets de conception ou de répétition * La présentation des productions suscite la fierté	

Annexe 12 - Appréciation des élèves

Compilation des questionnaires à propos des projets, avril 1996

Temps consacré par chaque élève: [nombre de périodes de 50 minutes]

3e secondaire:

* Maquette d'une "maison inuite"
  3.1 AIF [5] et PSG (abandon)

* Création de formes spatiales
  3.2 ATF [12] et 3.3 MSG [9]

* Invention de jeux
  3.4 JTF [12], 3.5 KTF [12] et 3.6 MSG [3]

4e secondaire:

* Création d'un sac d'école
  4.1 PNG [5] et 4.2 MKF [12]

5e secondaire:

* Création d'un casse-tête à trois dimensions
  5.1 SBF [11] et 5.2 ELG [10]

* Maquette d'une "Maison des jeunes"
  5.3 WTG [11], 5.4 KNF [13] et 5.5 PTG [10]

Ne sont pas comptées:
- les périodes de français (questionnaires)
- les périodes hors cours (fins de journée, soirs et fins de semaine).

Note: Le questionnaire "À propos des projets d'avril 1996" fut donné aux élèves le jeudi, 2 mai 1996 en leur mentionnant simplement que leurs réponses nous aideraient beaucoup à bien organiser d'autres activités du même genre.

Ce questionnaire ne leur fut pas lu. Nous leur avons demandé de le compléter à domicile et de nous le remettre le mardi suivant. Nous leur avons offert des explications, d'ici là, si besoin était.

Nous avons recueilli ces questionnaires le mardi et, le lendemain, dans le cadre du cours de français, les élèves les ont revus afin d'être assurés que leurs réponses et commentaires soient bien compris (par nous...).

1. Es-tu content/e du projet que tu as fait?

[0] [0] [2] [4] [7] Abs.: 0 Moy.: 4,38

3.1[4], 3.2[4], 3.3[5], 3.4[5], 3.5[3], 3.6[3], 4.1[4], 4.2[5], 5.1[5], 5.2[5], 5.3[5], 5.4[5], 5.5[4]

2. Aurais-tu aimé continuer ton projet?

[4] [0] [2] [1] [6] Abs.: 0 Moy.: 3,38

3.1[5], 3.2[5], 3.3[5], 3.4[1], 3.5[1], 3.6[3], 4.1[5], 4.2[5], 5.1[1], 5.2[1], 5.3[3], 5.4[5], 5.5[4]

Qu'est-ce qu'il te restait à faire?

- 3.1: Il me restait à construire la maquette (maison inuite).
- 3.2, 3.4, 3.5, 5.1, 5.2: On avait fini.
- 3.3: Découper pour faire une forme.
- 3.6, 5.5: Il nous restait beaucoup à faire.
- 4.1: Pas de réponse
- 4.2: J'avais déjà fini, mais j'aurais aimé faire autres choses pour ajouter.
- 5.3: Il nous restait le porche.
- 5.4: La présentation.

3. Si c'était à recommencer, choisirais-tu le même projet?

[4] [8] [1] [0]

3.1[P], 3.2[N], 3.3[N], 3.4[N], 3.5[N], 3.6[O], 4.1[O], 4.2[O], 5.1[N], 5.2[N], 5.3[N], 5.4[N], 5.5[O]

Sinon, quel projet ferais-tu?

- 3.1, 3.4, 3.5, 4.2: Des vêtements.
- 3.2, 3.3: Invention d'un jeu.
- 3.6, 4.1, 5.1, 5.5: Pas de réponse
- 5.2: Un modèle réduit.
- 5.3: Un T-Shirt de basketball.
- 5.4: Un sac d'école.

4. Aimerais-tu commencer un autre projet tout de suite?

[7] [2] [3] [1]

3.1[O], 3.2[O], 3.3[O], 3.4[O], 3.5[P], 3.6[N], 4.1[J], 4.2[O], 5.1[O], 5.2[O], 5.3[P], 5.4[N], 5.5[P]

5. Que penses-tu de cette affirmation: "En mathématiques, faire des projets, c'est du temps perdu!"?

[7] [2] [1] [2] [1] Abs.: 0 Moy.: 2,08

3.1[4], 3.2[2], 3.3[2], 3.4[4], 3.5[1], 3.6[5], 4.1[1], 4.2[1], 5.1[1], 5.2[1], 5.3[1], 5.4[3], 5.5[1]

Commentaires:

- 3.1: J'aurais voulu tout finir mon projet pour réussir.
- 3.2, 3.4: Parce que c'est aussi apprendre les mathématiques.
- 3.3: On fait ce qu'on a jamais vu.
- 3.5, 4.1: Pas de commentaire
- 3.6: Parce ce qu'on n'a pas fait des exercices.
- 4.2: Ça aide beaucoup pour donner des idées.
- 5.1: J'aime faire les mathématiques.
- 5.2, 5.5: Ce n'est pas du temps perdu car on apprend des choses aussi.
- 5.3: Car c'est une activité et ça prend des idées: ça aide beaucoup.
- 5.4: Parce que je pense qu'on a perdu peut-être la moitié du temps.

6. Es-tu satisfait/e du travail de/des autre/s membre/s de ton équipe?

[1] [1] [3] [3] [5] Abs.: 0 Moy.: 3,77

3.1[1], 3.2[4], 3.3[3], 3.4[4], 3.5[2], 3.6[5], 4.1[5], 4.2[3], 5.1[5], 5.2[5], 5.3[5], 5.4[4], 5.5[3]

Pourquoi?

- 3.1: J'ai manqué 6 périodes parce que j'ai fait ce projet toute seule.
- 3.2: Parce que ce sont des nouvelles affaires.
- 3.3: Parce que ce n'est pas compliqué.
- 3.4: J'aime faire en équipe.
- 3.5: Parce qu'ils sont presque toujours absents, un après l'autre. Et Jenny veut être une "boss". Et Moses (Surusilak) travaille pas assez fort, il est lent et il ne comprend pas bien assez.
- 3.6: Parce qu'elles ont bien fait ça.
- 4.1: Pas de commentaire
- 4.2: Parce qu'il a abandonné.
- 5.1: Ils ont fait ce qu'ils veulent et c'était beau.
- 5.2: Parce que Sarah m'a beaucoup aidé.
- 5.3: Ils ont bien fait.
- 5.4: Parce que je voulais que le titre du projet qu'on avait fait soit un autre titre comme "Centre des jeunes", pas "Maison des jeunes". Je suis dans le Comité des jeunes et on est différent de la Maison des jeunes.
- 5.5: Car ça m'intéresse.

7. As-tu appris des choses nouvelles en mathématiques?

[1] [1] [3] [3] [5] Abs.: 0 Moy.: 3,77

3.1[3], 3.2[5], 3.3[4], 3.4[1], 3.5[3], 3.6[5], 4.1[5], 4.2[4], 5.1[5], 5.2[5], 5.3[3], 5.4[2], 5.5[4]

Lesquelles?

- 3.1: Perspectives cavalières, vues, échelles, mesures et journal.
- 3.2: Les noms des choses.
- 3.3: Quadri-parallélépipèdoïde et les autres que j'ai inventé pour construire.
- 3.4: C'est la même chose.
- 3.5: Les mots en mathématiques. Et comment on peut jouer avec les mathématiques.
- 3.6: Juste le journal de bord.
- 4.1: Mesure, machine à coudre.
- 4.2: Il faut mesurer exactement.
- 5.1: J'ai appris des mots.
- 5.2: Les formes géométriques et les casse-tête.
- 5.3: J'ai oublié lesquelles on a fait.
- 5.4: Je pense que tout ce qu'on a fait, c'est la même chose que j'ai déjà appris avant.
- 5.5: Faire des plans (calculer). Je sais mieux maintenant comment l'architecte travaille.

8. As-tu appris d'autres choses?

[3] [2] [1] [2] [4] Abs.: 1 Moy.: 3,17

3.1[5], 3.2[4], 3.3[4], 3.4[5], 3.5[2], 3.6[1], 4.1[5], 4.2[5], 5.1[A], 5.2[1], 5.3[3], 5.4[2], 5.5[1]

Lesquelles?

- 3.1: J'ai étudié des nouvelles choses quand les élèves du secondaire faisaient la présentation.
- 3.2: Les nouvelles formes.
- 3.3: C'est, quand on a fini, il faut écrire ce qu'on a fait comme résumé.
- 3.4: Bien faire les jeux.
- 3.5: Les 3 dimensions.
- 3.6, 5.2, 5.5: Pas de réponse
- 4.1, 4.2: Comment faire un sac d'école.
- 5.1: Je ne sais pas.
- 5.3: J'ai oublié lesquelles on a fait.
- 5.4: Il faut bien mesurer pour faire une maquette d'une maison.

9. En faisant ton projet,

* qu'est-ce que tu as aimé le plus?

- 3.1: Faire les perspectives.
- 3.2: De faire un octaèdre.
- 3.3: Travailler sur les tiges.
- 3.4: Les structuro.
- 3.5: Jouer avec les jeux et faire des jeux.
- 3.6: Les solides.
- 4.1: Utiliser la machine à coudre.
- 4.2: Dessiner sur le tissu.
- 5.1: Le casse-tête à 3 dimensions.
- 5.2: Couper les formes.
- 5.3, 5.4: De faire une maquette.
- 5.5: Faire des plans.

* qu'est-ce que tu as aimé le moins?

- 3.1: C'était des échelles.
- 3.2: Faire des solides.
- 3.3: Quadri-parallélépipèdoïde (couper avec les ciseaux).
- 3.4: Écrire les journaux.
- 3.5: Faire une affiche et la présentation. Les questionnaires aussi.
- 3.6, 5.2, 5.5: Rien.
- 4.1: Toujours enfiler le fil de la machine.
- 4.2: Couper le patron.
- 5.1: J'ai aimé tout.
- 5.3: Journal de bord.
- 5.4: De faire les plans.

* qu'est-ce que tu as trouvé le plus facile?

- 3.1: Des échelles, c'était facile.
- 3.2: Faire des solides.
- 3.3: Un octaèdre.
- 3.4: Un peu.
- 3.5: Presque tout était facile.
- 3.6: Les solides.
- 4.1: Couper les tissus.
- 4.2: Dessiner sur la feuille et où on veut mettre les pochettes.
- 5.1: La présentation.
- 5.2: Le cube en bois.
- 5.3: Dessiner des vues de l'arcade.
- 5.4: De dessiner les vues, excepté le dessus.

- 5.5: Faire une maquette.

* qu'est-ce que tu as trouvé le plus difficile?
- 3.1: Le projet de Louise et Richard.
- 3.2, 3.3: Quadri-parallélépipèdoïde.
- 3.4: Un peu.
- 3.5: Répondre aux questionnaires et les problèmes de mathématique.
- 3.6: Journal de bord.
- 4.1: Rien.
- 4.2: Coudre les coins.
- 5.1: Quoi dire dans le journal de bord.
- 5.2: Le casse-tête à trois dimensions et le soma.
- 5.3: Le plan.
- 5.4: De faire la vue de dessus.
- 5.5: Calculer à l'échelle.

10. Es-tu satisfait/e du questionnaire en géométrie?

[3] [2] [3] [4] [1] Abs.: 0 Moy.: 2,85

3.1[4], 3.2[2], 3.3[2], 3.4[3], 3.5[1], 3.6[1], 4.1[3], 4.2[1], 5.1[5], 5.2[3], 5.3[4], 5.4[4], 5.5[4]

Pourquoi?
- 3.1: J'ai aimé les questionnaires en géométrie parce que, en général, j'ai besoin de comprendre.
- 3.2: Pour savoir les choses qui n'ont pas les mêmes formes.
- 3.3, 3.6: Parce que je n'aime pas les questionnaires en mathématique.
- 3.4: C'est difficile.
- 3.5: Parce que je n'aime pas les questions mais j'aime beaucoup poser des questions à quelqu'un d'autres.
- 4.1: J'aimerais répondre mais des fois c'est difficile de comprendre.
- 4.2: Il y a eu trop de questions.
- 5.1: Ça permet de mieux connaître ce qu'on connait.
- 5.2: Il y avait des questions difficiles à répondre.
- 5.3: Ça m'aide aussi à comprendre mieux et ça me donne plus d'idées car il y a des calculs aussi dans notre projet.
- 5.4: Parce que ce n'était pas trop difficile.
- 5.5: Ça me permet de penser dans ma tête.

11. Es-tu satisfait/e du questionnaire métacognitif?

[7] [3] [2] [0] [1] Abs.: 0 Moy.: 1,85

3.1[3], 3.2[1], 3.3[1], 3.4[1], 3.5[1], 3.6[1], 4.1[1], 4.2[1], 5.1[5], 5.2[3], 5.3[2], 5.4[2], 5.5[2]

Pourquoi?
- 3.1: Parce que j'étais un peu nerveuse de ses questions.
- 3.2, 3.3, 3.6, 5.4: Parce que c'était difficile.
- 3.4: C'est très difficile.
- 3.5: Parce que je n'aime pas les questions mais j'aime beaucoup poser des questions à quelqu'un d'autres.
- 4.1, 4.2: Il y a eu trop de questions.
- 5.1: Ça me fait me connaître plus moi-même.
- 5.2: Pour mieux faire comprendre les gens de l'université.
- 5.3: C'était un peu compliqué.
- 5.5: C'étaient des questions "plates" et difficiles à comprendre.

12. Es-tu satisfait/e de ton entrevue?

[3] [0] [4] [1] [0] Abs.: 5 Moy.: 2,38

3.1[1], 3.2[A], 3.3[3], 3.4[A], 3.5[1], 3.6[A], 4.1[A], 4.2[1], 5.1[3], 5.2[4], 5.3[3], 5.4[A], 5.5[3]

Pourquoi?
- 3.1: Parce que je ne connais pas les universitaires.
- 3.2: Je n'ai pas parlé avec Louise, on n'avait pas le temps.
- 3.3: Je ne sais pas le résultat de mon entrevue.
- 3.4, 3.6, 4.1, 5.4: Je ne l'ai pas faite.
- 3.5: Il y a beaucoup de questions et je n'aime pas ça.
- 4.2: Il y a eu trop de questions.
- 5.1: Pas de réponse.
- 5.2: J'ai mangé des peanuts et c'était le fun.
- 5.3: Ça m'fait rien.
- 5.5: Un peu gênant.

13. Est-il important de faire un journal de bord?

[3] [0] [2] [1] [6] Abs.: 1 Moy.: 3,58

3.1[5], 3.2[1], 3.3[5], 3.4[3], 3.5[1], 3.6[A], 4.1[5], 4.2[1], 5.1[5], 5.2[5], 5.3[5], 5.4[3], 5.5[4]

Pourquoi?
- 3.1: Il fallait expliquer bien pour la présentation de projets.
- 3.2: Mais nos professeurs nous regardaient tout le temps.
- 3.3, 5.5: Pour qu'on sache très bien ce qu'on a fait.
- 3.4: Pour ne pas oublier.
- 3.5: Parce que c'est un peu difficile pour savoir quoi dire et écrire ce qu'on a fait.
- 3.6: Je ne l'ai pas fait.
- 4.1: Parce qu'il faut savoir comment j'ai fait.
- 4.2: On perd du temps.
- 5.1: Ça nous permet de connaître ce qu'on a fait pour la présentation.
- 5.2: Pour savoir qu'est-ce qu'on a fait exactement.
- 5.3: Pour ne pas oublier les choses que l'on a faites dans notre projet.
- 5.4: Je l'avais déjà dans ma tête.

14. As-tu aimé présenter publiquement ton projet?

[3] [0] [1] [2] [4] Abs.: 3 Moy.: 3,40

3.1[3], 3.2[1], 3.3[5], 3.4[5], 3.5[1], 3.6[A], 4.1[A], 4.2[1], 5.1[5], 5.2[5], 5.3[4], 5.4[A], 5.5[4]

Pourquoi?
- 3.1: Il n'y avait pas beaucoup de personnes et j'avais retenu ce qu'il faut faire.
- 3.2: C'était difficile.
- 3.3: Parce que c'est la première fois que j'ai fait ça.
- 3.4: C'est le fun.
- 3.5, 4.2: Parce que j'étais très gênée de parler devant les personnes.
- 3.6, 4.1, 5.4: Je ne l'ai pas fait.
- 5.1: On peut partager ce qu'on a fait.
- 5.2: Pour montrer aux plus jeunes qu'est-ce qu'on fait durant les projets.
- 5.3: Je suis bien content car j'avais pratiqué en français. Mais c'est gênant.
- 5.5: Je suis fier de ce que j'ai fait.

15. Penses-tu que c'est important de faire la présentation publique de ton projet?

[2] [0] [2] [4] [5] Abs.: 0 Moy.: 3,77

3.1[4], 3.2[1], 3.3[5], 3.4[5], 3.5[1], 3.6[3], 4.1[4], 4.2[5], 5.1[3], 5.2[5], 5.3[5], 5.4[4], 5.5[4]

Pourquoi?

- 3.1: Vraiment, parce que j'aimerais continuer mes projets.
- 3.2: C'est facile à regarder et nommer les noms.
- 3.3: Parce qu'on a appris ce qu'on ne savait pas.
- 3.4: Pour faire plaisir à tout le monde.
- 3.5: C'est trop gênant.
- 3.6: Je ne l'ai pas fait.
- 4.1: Même si j'étais absent, c'est important de parler en avant. Parce qu'il faut montrer que les garçons peuvent faire la même chose que j'ai fait.
- 4.2: Ça nous aide beaucoup à comprendre la mathématique.
- 5.1: Pas de réponse.
- 5.2: Pour faire savoir aux personnes autour.
- 5.3: Car les autres veulent savoir aussi comment on fait des projets.
- 5.4: Il faut faire une présentation mais les architectes ne font jamais de présentation.
- 5.5: Car les gens ont besoin de connaître notre projet, sinon c'est "plate".

16. En général, aimes-tu faire des projets?

[0] [0] [1] [4] [8] Abs.: 0 Moy.: 4,54

3.1[5], 3.2[4], 3.3[4], 3.4[5], 3.5[4], 3.6[3], 4.1[5], 4.2[5], 5.1[5], 5.2[5], 5.3[5], 5.4[5], 5.5[4]

* 3.1: Oui, parce que je veux réussir tous les projets et pour gouverner ma vie.

17. Quelle sorte de projets

* aimes-tu le mieux?
  - 3.1: C'est peut-être des perspectives.
  - 3.2, 3.3, 3.4: Invention de jeux.
  - 3.5, 4.1, 4.2, 5.4: Création d'un vêtement.
  - 3.6, 5.2: Pas de réponse
  - 4.1, 5.3, 5.5: Construction d'une maquette.
  - 5.1: Construction d'un modèle réduit.

* n'aimes-tu pas?
  - 3.1: Je n'ai pas aimé en premier mais je me suis interrogée.
  - 3.2: Construction d'une maquette.
  - 3.3, 3.4: Création d'un casse-tête à trois dimensions.
  - 3.5: Celui qu'on a fait. (Invention de jeux)
  - 3.6, 5.1, 5.2: Pas de réponse
  - 4.1: Invention de jeux.
  - 4.2: Création d'une sculpture géométrique.
  - 5.3: Les autres sont intéressants aussi.
  - 5.4: Construction d'un modèle réduit.
  - 5.5: Géométrie.

18. Que penses-tu de cette affirmation: "Les projets, c'est la meilleure façon d'apprendre les mathématiques?

[1] [0] [3] [3] [6] Abs.: 0 Moy.: 4,00

3.1[5], 3.2[5], 3.3[5], 3.4[4], 3.5[3], 3.6[4], 4.1[5], 4.2[5], 5.1[3], 5.2[1], 5.3[5], 5.4[3], 5.5[4]

Commentaires:
- 3.1: Je comprenais mieux qu'avant.
- 3.2: Pour faire des formes et nommer leurs noms.
- 3.3: Parce que j'aime apprendre.
- 3.4: Comme les choses.
- 3.5: C'est parce qu'on n'a pas fait beaucoup de problèmes en math. Comme: BMS2, BMS3, etc. C'est pour ça qu'on oublie un peu.
- 3.6, 4.1: Pas de commentaire
- 4.2: Parce que j'ai appris beaucoup pendant qu'on avait participé au projet.
- 5.1: C'est pas juste les projets qui font apprendre les étudiants.
- 5.2: Les cours réguliers sont une meilleure façon d'apprendre.
- 5.3: Ça aide aussi comment on peut faire des dessins avec des calculs.
- 5.4: Je pense qu'il y a une autre meilleure façon d'apprendre.
- 5.5: Ça nous permet de connaître des choses géométriques.

19. As-tu aimé travaillé avec Louise?

[0] [0] [6] [4] [2] Abs.: 1 Moy.: 3,67

3.1[A], 3.2[5], 3.3[4], 3.4[4], 3.5[3], 3.6[3], 4.1[4], 4.2[4], 5.1[5], 5.2[3], 5.3[3], 5.4[3], 5.5[3]

Qu'est-ce que tu as aimé?
- 3.1: Je n'ai pas travaillé avec elle.
- 3.2, 3.5: Quand elle explique.
- 3.3: Travailler sur les tiges avec elle.
- 3.4: Elle est gentille.
- 3.6, 5.4: Pas de réponse
- 4.1: Parce qu'elle m'a aidé à faire le sac d'école.
- 4.2, 5.2: Quand elle m'aide.
- 5.1: Elle nous aide beaucoup.
- 5.3: J'ai pas aimé le plus, j'ai pas aimé le moins. C'était correct.
- 5.5: Elle nous a fait des photos.

Qu'est-ce que tu n'as pas aimé?
- 3.1: Elle reste à travailler avec les autres élèves.
- 3.2: Je ne sais pas.
- 3.3: Faire un quadri-parallélépipèdoïde, parce qu'il faut couper.
- 3.4: Elle pose des questions.
- 3.5: Quand elle m'a laissé toute seule et j'ai besoin d'aide.
- 3.6, 5.3: Pas de réponse
- 4.1, 5.5: Rien.
- 4.2, 5.1: J'ai tout aimé.
- 5.2: Quand c'était les questionnaires à répondre.
- 5.4: Quand elle a fait des photos.

20. As-tu aimé travaillé avec Richard?

[0] [1] [4] [2] [2] Abs.: 4 Moy.: 3,56

3.1[3], 3.2[A], 3.3[A], 3.4[4], 3.5[3], 3.6[2], 4.1[A], 4.2[A], 5.1[5], 5.2[5], 5.3[3], 5.4[3], 5.5[4]

Qu'est-ce que tu as aimé?

- 3.1: J'aime que Richard explique les projets. Merci.
- 3.2: Je ne sais pas.
- 3.3, 4.1: Je n'ai pas travaillé avec lui.
- 3.4, 3.5, 5.4: Il explique bien.
- 3.6: Pas de réponse
- 4.2: Quand il parle.
- 5.1: Il nous aide beaucoup lui aussi.
- 5.2: Il était plus le fun un peu parce qu'il expliquait bien.
- 5.3: J'ai pas aimé le plus, j'ai pas aimé le moins. C'était correct.
- 5.5: Il travaille avec nous et nous a fait rire.

Qu'est-ce que tu n'as pas aimé?

- 3.1: Je n'aime pas quand j'ai manqué.
- 3.2: Je ne sais pas.
- 3.3: Je n'ai pas travaillé avec lui.
- 3.4: Il parle trop.
- 3.5: Quand il parle en même temps qu'il a un bonbon dans la bouche.
- 3.6. 4.1, 5.2, 5.3: Pas de réponse
- 4.2, 5.1, 5.5: J'ai tout aimé.
- 5.4: Il travaille beaucoup. Je pense qu'il a fait plus que j'ai fait.

Annexe 13 - Matrice des compétences spatiales

L'instrument que nous avons développé (Pallascio et al., 1993b), est défini sur la base d'un tableau à double entrée. Une de ces entrées est définie par cinq (5) opérations intellectuelles correspondant à des compétences spatiales ("relation spatiale" et "visualisation spatiale"), alors que la deuxième entrée est définie sur quatre (4) modes géométriques.

<table>
<tr><th>Compétences</th><th>Opérations</th><th colspan="4">Modes géométriques</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Topologique</td><td>Projectif</td><td>Affine</td><td>Métrique</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Relation spatiale (analyse)</td><td>Classification
Structuration</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Transposition</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Visualisation spatiale (opératoire)</td></tr>
<tr><td>Détermination
Génération</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Figure 1 - Matrice du développement de compétences spatiales géométriques

Les opérations intellectuelles sont respectivement la classification, la structuration, la transposition, la détermination et la génération. La **classification** consiste à grouper des structures spatiales selon un choix de propriétés ou paramètres géométriques communs. La **structuration** consiste à identifier les propriétés et la combinatoire géométriques d'une structure spatiale. La **transposition** consiste à établir les correspondances, les équivalences, et à effectuer le passage entre les différents modes de représentation (physique, linguistique, algébrique et géométrique) et niveaux géométriques. La **détermination** consiste à délimiter les éléments ou les paramètres définis par des contraintes géométriques sur une structure spatiale. Enfin la **génération** consiste à produire ou modifier une structure spatiale de façon à ce que cette structure réponde à certains critères géométriques prédéterminés.

Les modes géométriques sont les niveaux topologique, projectif, affine et métrique (voir la figure 2). Le mode **topologique** correspond principalement à l'étude des propriétés d'adjacence et de connexité des structures spatiales, propriétés qui sont conservées suite à une ou des déformations continues, telles que l'étirement, le rétrécissement, le pliage ou la torsion. Le mode **projectif** correspond principalement à l'étude des propriétés d'incidence et de platitude, qui sont conservées suite à une projection centrale. Le mode **affine** correspond principalement à l'étude des propriétés de parallélisme et de convexité, qui sont conservées suite à une projection parallèle. Enfin le mode

métrique correspond principalement à l'étude des propriétés de distance et d'angulation.

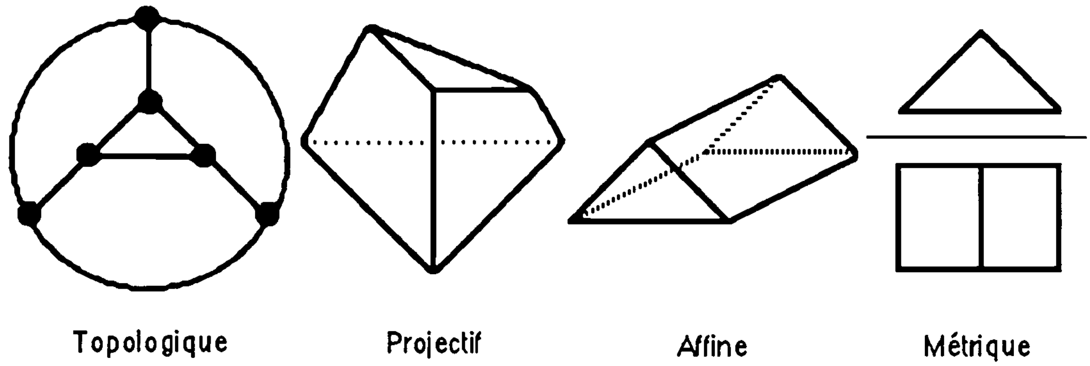


Figure 2 - Représentation d'un prisme triangulaire
selon les modes géométriques

En dernière analyse, une compétence de type **relation spatiale** (située sur le plan perceptif ou analytique), est constitutive d'une action mentale de reconnaissance des formes, alors qu'une compétence de type **visualisation spatiale** (située sur le plan représentatif ou opératoire), est constitutive d'une action effective de transformation mentale des formes.

Geometry and Young Inuit
Pallascio, R. (UQAM), Lafortune, L. (UQTR), Mongeau, P. and Allaire, R. (UQAM)

Richard Pallascio, CIRADE, UQAM
c.p. 8888, succ. Centre-ville
Montréal (Qc), Canada H3C 3P8

Inuit children and children from an urban environment, inhabiting as they do differing spatial environments, contrasted with one another in terms of perception, representation and the manifestation of geometric, topographic and projective properties. They differed as well in terms of spatial skills. We were able to show that the spatial environment influences the development of spatial relationships (Pallascio et al. 1990, 1993a). It is results such as these which have prompted us to attempt to reckon with the cultural context in which spatial skills develop.

Studies on contextualization (Boud & al. 1993, Brown & al. 1989) have indicated the desirability of considering an individual's cultural environment. In keeping with this outlook, we previously proposed a series of contextualized activities involving the generation of three-dimensional forms. We subscribe to the notion that "any educational practice which proposes to further strengthen the mind must make of 'thinking out the act of thinking' a centerpiece of its action" (Bruner 1996). It is for that reason that we view an improvement in our understanding of the representations, metacognitive processes and their interest evolution related to spatial skills as key to developing contextualized activities in a way that will prove useful to mathematical and professional education.

Objectives of Our Research

The general hypothesis underlying our approach is that the process of mathematical acculturation is influenced in an overall way by students' metacognitive activity in relation to the interest and motivation they feel in the learning situations they find themselves.

Accordingly, the main objectives of this educational research project were: 1) to become familiar with the most important and the most evocative socio-geographic spatial representations in terms of the daily, contextualized experience of Inuit youths; 2) to more fully understand a number of determinants in the metacognitive processes of Inuit students when they are faced with solving problems relating to spatial notions; 3) in connection with student interest and motivation, to identify the socio-cultural elements which should be considered when preparing teaching situations; 4) to design and test a number of situation scenarios involving spatial problems to be solved, so as to better grasp, and verify on location, various aspects which should be considered when developing teaching situations specific to the Inuit context.

Theoritical Framework

An Ethno-Mathematic Research Project

This area of research involves studying the relationships between the culture of a people and mathematics–in our case, geometry–and the ways in which mathematics is actualized. Mathematics is something all societies do, although each society constructs its own representations, just as, ultimately, every individual constructs his or her own representations too (Gerdes 1995). Our frame of reference attempts to take a global approach to mathematics, and in particular geometry concepts, along with Inuit culture.

The type of mathematics discussed here is primarily school mathematics. As for the Inuit culture, this is taken to refer to the customs of northern inhabitants, inclusive of their attitudes and ways of living and interacting, in addition to their native language and their life experiences, whether these are related to Inuit traditions or to new lifestyles that have sprung from contact with other people and other cultures. A major cultural fact worth pointing out that while the Inuit possess their own language, the language of instruction is, from grade 3 on, French or English, except for classes in the Inuktitut language or in Inuit culture.

Empirical knowledge emerges as the basis of all learning (von Glaserfeld 1995). All learning is necessarily cultural in character. This point of view is reinforced by research conducted in a socio-constructivist vein, which has demonstrated the importance of social interactions and communication in the construction of learning experiences (Cobb & Bauersfeld 1995). Pinxten (1994, 1983) has even asserted that learning is a cultural phenomenon and that the contents of the learning process are culturally specific.

Based on research by McIntosh (1983) and Leder (1995), five progressive phases of enculturation can be identifed: Mathematical Acculturation; Mathematics that Includes Cultural Connotations; A Cultural Split; Cultural Interactions; Mathematical Enculturation.

Mathematical acculturation among the Inuit is a phenomenon which creates a major psychological gap between, social practices offering a potential for association with spatial and geometric skills, and institutionalized knowledge such is to be found in the mathematics textbooks used in classrooms

The Phenomenon of Mathematical Acculturation

Mathematical acculturation refers to the process by which a social group and, ultimately, each of its members, actively constructs its mathematical knowledge on the basis of situations which they experience in a socio-cultural environment which is not their own. Ethno-mathematical studies (Carraher and al. 1985, Osborne 1985, Vandenberg 1978) have shown that this process of acculturation often leads to intellectual impasses. Inuit, despite having developed mathematical concepts in context (Pelley 1991), must struggle in order to assimilate concepts deriving from the geometry of others. Although the Inuit continue to be geographically isolated, they are, all the same, in contact with the rest of the world (ex: web). As a result, they are confronted with this process of acculturation: on the one hand, they wish to preserve their traditions and ways of doing things, while on the other hand, they also wish to participate in this "foreign world" they find themselves in by developing a number of skills associated with that world, such as piloting an airplane or using nautical instruments to navigate at sea.

A major question that comes to mind is: "Is it possible in the long term to convert this process of acculturation into a process of enculturation which makes greater allowances for the cultural context of students via, for example, a reformulation of the «didactic contract» (Brousseau & al. 1991) and an ethno-mathematical interpretation of the knowledge which is to be acquired?"

Education of Inuit Youth

Until very recently, numbers of Inuit youths were forced to complete their professional education in institutions in a foreign context which entailed a number of problems, particularly as concerns mathematics. A wide gap separated their expectations and the reality of their school experience. It should also be pointed out that the teaching methods now being used in the North remain those which are employed in the South. Hence, although Inuit children have developed a solid command of spatial perception and astonishing visual memory (Osborne 1985), and although they do not develop their geometrical representation the same way that other children do (Pallascio & al. 1993b), they continue to have difficulty in geometry and, following this, in various training programs (piloting, building trades, etc).

Inuit Spatial and Geometric Skills

In all cultures, humans develop the capacity to recognize forms and, as well, the capacity to transform forms (Bishop 1991, 1988, Lean et al. 1981, Pallascio & al. 1992). The spatio-geometric operations associated with these skills are of various kinds (ex: estimating distance reliably; identifying the movements in a system of cogs and gears; locating a point in a three-dimensional space, etc). These spatial skills are of significant use in the Inuits' environment.

Methods and data sources

The project took place during two phases. The first experimental phase took place at Puvirnituq in 1995 among 12 Inuit students (8 girls and 4 boys) in French-speaking classes in grades secondary III to V (ages 15 to 21). We collected our data using tape recordings made when subjects were in action. We also collected data during a second taping session after the researchers and the interpreter examined the first tape and attempted to understand what the subject had said and accomplished. These tape recordings were then analyzed using three grids which dealt with cognitive and metacognitive aspects in addition to the interest shown by the Inuit in connection with the content of the situation scenarios.

The second experimental phase took place in Puvirnituq during 1995-1996. We met 14 students (7 boys, 7 girls), ages 15 to 19 during mathematics class periods over a ten-day period. The test dealing with metacognition was administered during the French class so as to leave more room for carrying out projects and to elicit explanations in French of certain test items. Data were collected using questionnaires which dealt with cognitive and metacognitive aspects and with the interest of Inuit students. Two members of the research team also kept a journal in which they recorded observations made while these youths carried out their projects. We also fleshed out these data by means of individual interviews with several students.

By using situation scenarios during the first experimental phase, we were able to collect a certain amount of data as students solved problems requiring geometrical spatial skills. We noticed enthusiasm on the part of Inuit youths for certain types of activities. Hence, we wished to expand the possibilities for observation by proposing a number of learning projects which would be of interest to the Inuit and which would foster a certain auto-contextualization. We thus developed a series of learning projects which were proposed to the Inuit youngster approximately two months before we arrived. Among the seven choices they were offered, the students each chose one which interested them most. Each project included two parts, and could involve creation or reproduction. Six projects were selected. They first had to make a scale drawing, produce a plan and then build their model. Each team presented its project to the other people at the school and had the opportunity to explain the process of their project.

Results and conclusions

Notwithstanding the relatively universal character of mathematical concepts and the symbolism by which human beings are able to make use of them effectively, every community develops its own mathematical instruments. Ultimately, every generation has to re-appropriate these concepts using the new forms of instrumentation it has available to itself (ex. new technologies), just as every individual must construct his or her own mathematical knowledge and combine it with institutionalized mathematical knowledge, of the type, for example which is taught in school mathematics programs.

On the basis of the above considerations, the results of this research project prompt us to offer several recommendations: Foster the implementation of a project-based teaching approach; Propose projects which require the use of geometrical transpositions; Let the students choose their partners themselves; Intervene frequently for the purpose of making metacognitive activity explicit; Propose projects having a relationship to high school mathematics classes and training in certain professional programs; Make an effort to develop strategies of enculturation as a means to furthering the development of solid pre-professional training in spatial and geometric skills. The above recommendations may be regarded as parameters to be used in orienting teachers' interventions in keeping with the objective of fostering mathematical enculturation as students carry out projects.

Educational or scientific importance of the study

We have characterized cognitive, metacognitive and motivational (interest) types of development according to the phases derived from our theoretical framework. To aid in this task, we have drawn on the observations and analyses conducted over the course of this research project, in accordance with the aforementioned dimensions (cognition, metacognition and interest). By means of this characterization, it is possible to determine the degree of enculturation typifying a given sector of activity within a community. The table also makes it possible to target the "didactic contracts" and the teaching approaches which are best suited to make for a gradual transition from acculturation to a form of mathematical enculturation (cf. Pallascio & al. 2000, 1998).

References

Bishop, A.J. (1991). *Mathematical Enculturation.* Kluwer Acad. Publ.

Bishop, A.J. (1988). Mathematics Education in Its Cultural Context. *Educational Studies in Mathematics*, 19(2), 179-191.

Boud, D., Cohen, R., Walker, D. (1993). Introduction: Understanding Learning from Experience. *Using Experience for Learning.* Buckingham: Open University Press, 1-17.

Brousseau, G. & Centeno, J. (991). Rôle de la mémoire didactique de l'enseignant. Recherches en didactique des mathématiques. Grenoble: La Pensée sauvage, 11(2-3), 167-210.

Brown, J.S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher,* 18(1), 32-42.

Bruner, J. (1996). *L'éducation, entrée dans la culture.* Paris: Retz.

Carraher, T.N., Carraher, D.W., Schlieman, A.D. (1985). Mathematics in the streets and in schools. *British Journal of Developmental Psychology*, 3, 21-29.

Cobb, P., Bauersfeld, H. (1995). *The Emergence of Mathematical Meaning: Interaction in Classroom Cultures.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Gerdes, P. (1995). L'ethnomathématique en Afrique. *P.L.O.T.*, Orléans, 70, 21-25.

Lean, G.A., Clements, M.A., (1981). Spatial Ability, Visual Imagery, and Mathematical Performance. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 267-299.

Leder, G.C. (1995). Learning Mathematics: The Importance of (Social) Context. *The New Zealand Mathematics Magazine*, 32(3), 27-40.

McIntosh, P. (1983). *Phase Theory of Curriculum Reform.* Wellesley, MA: Center for Research on Women.

Osborne, B. (1985). Research into Native North American's Cognition: 1973/1982. *Journal of American Indian Education*, July.

Pallascio, R., Allaire, R., Talbot, L., Mongeau, P. (1990). L'incidence de l'environnement sur la perception et la représentation d'objets géométriques. *Revue des Sciences de l'Éducation*, XVI (1), 77-90.

Pallascio, R., Allaire, R, Mongeau, P. (1993a), Spatial representation of geometrical objects: a North-South comparaison. *Inuit Studies.* 17 (2), 113-125.

Pallascio, R., Allaire, R., Mongeau, P. (1993b). The development of spatial competencies through alternating analytic and synthetic activities. *For the learning of mathematics, 13(3),* November, 8-15.

Pallascio, R., Allaire, R., P. Mongeau (1992). Spatial representation and the teaching of geometry. *Structural Topology,* 19, 71-82.

Pallascio, R., Allaire, R., Lafortune, L., Mongeau, P. (2000). The Learning of Geometry by the Inuit: A Problem of Mathematical Acculturation, in Hankes, J.T. and Fast, G.R. (ed.), *Changing the Faces of Mathematics: North American Indigenous People's Perspective*, vol. 5, NCTM.

Pallascio, R., Allaire, R., Lafortune, L., Mongeau, P. (1998). Vers une activité mathématique inuit, dans *Études / Inuit / Studies*, 22(2): 117-135.

Pelley, D.F. (1991). How Inuit find their way in the trackness Arctic. *Canadian Geography*, Aug.-sep. 1991, 58-64.

Pinxten, R., van Dooren, I., Harvey, F. (1983). *The Anthropology of Space*. University of Pennsylvania Press.

Pinxten, R. (1994). Anthropology in the Mathematics Classroom? In Lerman, S. (dir.), *Cultural Perspectives on the Mathematics Classroom.* Dordrecht: Kluwer, 85-97.

Vandenberg, S.G., Hakstian, A.R. (1978). Cultural influences on cognition: an analysis of Vernon's data. *International Journal of Psychology*, 13(4), 251-279.

von Glaserfeld, E. (1995). *Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning.* London: The Falmer Press.

SE062605

ERIC®

U.S. Department of Education
Office of Educational Research and Improvement (OERI)
National Library of Education (NLE)
Educational Resources Information Center (ERIC)

REPRODUCTION RELEASE

(Specific Document)

I. DOCUMENT IDENTIFICATION:

Title: Geometry and Young Inuit

Author(s): Richard Pallascio, Louise Lafortune, Pierre Mongeau et Richard Allaire

Corporate Source: CIRADE, UQAM (AERA Poster)

Publication Date: 99-04-22

II. REPRODUCTION RELEASE:

In order to disseminate as widely as possible timely and significant materials of interest to the educational community, documents announced in the monthly abstract journal of the ERIC system, *Resources in Education* (RIE), are usually made available to users in microfiche, reproduced paper copy, and electronic media, and sold through the ERIC Document Reproduction Service (EDRS). Credit is given to the source of each document, and, if reproduction release is granted, one of the following notices is affixed to the document.

If permission is granted to reproduce and disseminate the identified document, please CHECK ONE of the following three options and sign at the bottom of the page.

The sample sticker shown below will be affixed to all Level 1 documents	The sample sticker shown below will be affixed to all Level 2A documents	The sample sticker shown below will be affixed to all Level 2B documents
PERMISSION TO REPRODUCE AND DISSEMINATE THIS MATERIAL HAS BEEN GRANTED BY ____ Sample ____ TO THE EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION CENTER (ERIC) 1	PERMISSION TO REPRODUCE AND DISSEMINATE THIS MATERIAL IN MICROFICHE, AND IN ELECTRONIC MEDIA FOR ERIC COLLECTION SUBSCRIBERS ONLY, HAS BEEN GRANTED BY ____ Sample ____ TO THE EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION CENTER (ERIC) 2A	PERMISSION TO REPRODUCE AND DISSEMINATE THIS MATERIAL IN MICROFICHE ONLY HAS BEEN GRANTED BY ____ Sample ____ TO THE EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION CENTER (ERIC) 2B
Level 1	Level 2A	Level 2B
☑	☐	☐
Check here for Level 1 release, permitting reproduction and dissemination in microfiche or other ERIC archival media (e.g., electronic) *and* paper copy.	Check here for Level 2A release, permitting reproduction and dissemination in microfiche and in electronic media for ERIC archival collection subscribers only	Check here for Level 2B release, permitting reproduction and dissemination in microfiche only

Documents will be processed as indicated provided reproduction quality permits.
If permission to reproduce is granted, but no box is checked, documents will be processed at Level 1.

I hereby grant to the Educational Resources Information Center (ERIC) nonexclusive permission to reproduce and disseminate this document as indicated above. Reproduction from the ERIC microfiche or electronic media by persons other than ERIC employees and its system contractors requires permission from the copyright holder. Exception is made for non-profit reproduction by libraries and other service agencies to satisfy information needs of educators in response to discrete inquiries.

Sign here, → please

Signature: Pallascio	Printed Name/Position/Title: Richard Pallascio, Ph.D.	
Organization/Address: CIRADE, UQAM, C.P. 8888 Succ. Centre-ville, Montréal (Qc) H3C 3P8	Telephone: 514-987-6186	FAX: 514-987-4636
	E-Mail Address: PALLASCIO.RICHARD@UQAM.CA	Date: 99-04-02

(over)

III. DOCUMENT AVAILABILITY INFORMATION (FROM NON-ERIC SOURCE):

If permission to reproduce is not granted to ERIC, *or*, if you wish ERIC to cite the availability of the document from another source, please provide the following information regarding the availability of the document. (ERIC will not announce a document unless it is publicly available, and a dependable source can be specified. Contributors should also be aware that ERIC selection criteria are significantly more stringent for documents that cannot be made available through EDRS.)

Publisher/Distributor:
Address:
Price:

IV. REFERRAL OF ERIC TO COPYRIGHT/REPRODUCTION RIGHTS HOLDER:

If the right to grant this reproduction release is held by someone other than the addressee, please provide the appropriate name and address:

Name:
Address:

V. WHERE TO SEND THIS FORM:

Send this form to the following ERIC Clearinghouse:

THE UNIVERSITY OF MARYLAND
ERIC CLEARINGHOUSE ON ASSESSMENT AND EVALUATION
1129 SHRIVER LAB, CAMPUS DRIVE
COLLEGE PARK, MD 20742-5701
Attn: Acquisitions

However, if solicited by the ERIC Facility, or if making an unsolicited contribution to ERIC, return this form (and the document being contributed) to:

ERIC Processing and Reference Facility
1100 West Street, 2nd Floor
Laurel, Maryland 20707-3598

Telephone: 301-497-4080
Toll Free: 800-799-3742
FAX: 301-953-0263
e-mail: ericfac@inet.ed.gov
WWW: http://ericfac.piccard.csc.com

F-088 (Rev. 9/97)
PREVIOUS VERSIONS OF THIS FORM ARE OBSOLETE.