
L'ENSEIGNEMENT DE L'ESPACE

A L'ECOLE PRIMAIRE

René BERTHELOT et Marie-Hélène SALIN
Maîtres de conférences de mathématiques
IUFM d'Aquitaine, IREM de Bordeaux

INTRODUCTION

Dans la scolarité obligatoire, la construction de la notion d'espace renvoie à divers champs disciplinaires, et il semble difficile de mettre en doute le fait que les mathématiques soient concernées, tant les connaissances géométriques, qui sont spécifiques de ces dernières, et certaines connaissances spatiales paraissent intimement mêlées. L'évidence de ce constat est toutefois à questionner, de divers points de vue :

- celui des relations entre ces deux domaines de connaissances : différences et rapports,

- celui du développement des compétences spatiales des élèves : les activités géométriques concourent-elles à la construction de l'espace ou s'appuient-elles sur des compétences spatiales déjà formées ?

- celui des programmes et instructions : ces deux domaines sont-ils réellement pris en compte dans leur spécificité ?

Les recherches que nous avons menées depuis plusieurs années nous ont permis d'avancer des réponses à ces questions, ainsi qu'à d'autres concernant l'enseignement de la géométrie en tant que savoir mathématique. Certaines de ces réponses ont été présentées dans deux articles de Grand N auxquels nous renvoyons le lecteur (N° 53 et N° 56)

L'une des conclusions des recherches présentées dans la partie de notre thèse (Berthelot Salin 1992) relative à « l'enseignement de l'espace » met en avant la nécessité de la proposition suivante : *Introduire explicitement dans l'enseignement des mathématiques de la scolarité obligatoire, des objectifs relatifs à certaines connaissances spatiales utiles, en particulier pour le macro-espace et pour la maîtrise des représentations matérielles des objets.*

L'objet de ce troisième article est, d'une part, de rappeler succinctement les raisons qui nous ont conduits à conclure ainsi, d'autre part d'illustrer comment les concepts de didactique des mathématiques peuvent permettre de construire des situations d'apprentissage efficaces pour l'appropriation par les élèves de connaissances spatiales complexes comme celles nécessaires à l'orientation d'un plan en situation d'utilisation réelle.

L'ENSEIGNEMENT DE L'ESPACE DANS LA SCOLARITE OBLIGATOIRE : REPERAGE DE DEUX PHENOMENES

LES ENJEUX DE LA SCOLARITE OBLIGATOIRE RELATIVEMENT AUX COMPETENCES SPATIALES

La scolarité obligatoire a une double fonction : préparer les élèves aux apprentissages ultérieurs, en particulier professionnels et scolaires, mais aussi les préparer à assumer les décisions qu'ils doivent prendre dans leurs milieux de vie. De ce double point de vue, des connaissances et des compétences spatiales minimales sont nécessaires pour tous les élèves d'une même société.

Par connaissances spatiales nous désignons les connaissances qui permettent à un sujet un contrôle convenable de ses relations à l'espace sensible. Ce contrôle se traduit par la possibilité pour lui de :

- reconnaître, décrire, fabriquer ou transformer des objets ;
- déplacer, trouver, communiquer la position d'objets ;
- reconnaître, décrire, construire ou transformer un espace de vie ou de déplacement.

La maîtrise de l'espace est l'objet d'apprentissages bien avant l'entrée dans la scolarité et elle continue de se développer par des voies parallèles tout au long de l'enfance et de l'adolescence, voire de l'âge adulte. Ces apprentissages du sujet s'appuient sur une multiplicité d'interactions diversifiées avec le milieu matériel et humain, sous la forme de rapports effectifs, d'imitation des comportements d'adultes ou d'enfants plus grands, d'échanges oraux avec les adultes à propos de ses actions, de leurs effets etc. Ces interactions sont d'autant plus efficaces qu'elles sont finalisées et pour certaines d'entre elles, vitales pour le sujet.

Dans notre société, une partie importante des connaissances spatiales est fortement liée au savoir géométrique, ce qui n'est pas le cas, par exemple, dans la société esquimaude.

Ainsi, si une personne A veut faire découper une planche qui s'adapte à un placard qu'elle est en train de construire, il faut qu'elle soit capable de communiquer à la personne B chargée de la découpe, la forme et les dimensions de la planche dont elle a besoin. Elle va mobiliser pour cela ses connaissances géométriques ; si ces dernières sont mal adaptées à la situation, si par exemple l'espace qu'elle veut remplir avec sa planche n'est pas exactement rectangulaire mais qu'elle n'a pas pensé à contrôler cette donnée, ou qu'elle ne sait pas le faire parce que le rectangle n'est pas dessiné, le message risque d'être inadéquat et de conduire la personne B à la découpe d'une planche qui ne conviendra pas à l'endroit prévu. Ainsi, connaître les propriétés du rectangle est un savoir inopérant sur le monde qui nous entoure s'il n'est pas accompagné de connaissances plus larges, sur les conditions dans lesquelles ce savoir est fonctionnel.

Dans quelle mesure ces connaissances sont-elles prises en compte dans la scolarité obligatoire ?

LES CONNAISSANCES SPATIALES UTILES SONT EXCLUES DES PROGRAMMES DE L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

L'étude de l'évolution des programmes nous a permis ce constat, et d'en proposer des explications.

Un constat fondé sur l'étude de l'évolution des programmes

Les connaissances spatiales servant à résoudre des problèmes pratiques, en particulier celles faisant intervenir des représentations planes, n'ont jamais été reconnues comme importantes dans les programmes de mathématiques à l'école primaire. Elles ne font partie des contenus d'enseignement que lorsqu'elles s'inscrivent dans une finalité professionnelle (à l'époque où celle-ci existait) ou dans une finalité disciplinaire. Leur importance pour le développement des enfants n'est prise en compte qu'à l'école maternelle : si certaines sont mentionnées dans les programmes du cycle 2, elles n'apparaissent pas dans la liste des compétences mathématiques du programme de 1995.

Quelle explication fournir à ce constat ?

Une explication : le statut des pratiques de référence

Nous proposons de le relier à la théorie de la transposition didactique, de Y. Chevallard, en distinguant plusieurs évolutions possibles des connaissances en fonction de leur appartenance institutionnelle.

- Certaines connaissances spatiales relèvent de ces « systèmes institutionnels de connaissances » ou savoirs pratiques, par exemple la façon de se retrouver dans un espace urbain en constante et rapide évolution. Elles ne sont donc « naturellement » pas enseignées, bien que leur insertion dans la vie courante ne permette pas toujours leur appropriation par les modes qui y sont traditionnellement utilisés.

- D'autres connaissances comme l'arpentage ou la perspective, sont issues d'institutions professionnelles (utilisatrices) ; elles renvoient à une finalité pré-professionnelle quand elles sont prises en compte dans l'institution d'enseignement général. La prolongation de la scolarité obligatoire a modifié les rapports entre ces deux types d'institutions, ce qui explique la disparition de ces enseignements des programmes de la scolarité obligatoire.

- Par contre, les savoirs spatio-géométriques¹ ont une existence stable. La justification de leur présence dans l'enseignement primaire a toutefois varié : conçus autrefois comme nécessaires aux pratiques de mesurage (donc dans une perspective pré-professionnelle), ils apparaissent depuis 1970 comme un lieu d'exercice de « la pensée mathématique », c'est-à-dire en référence au savoir savant, celui produit par l'institution des mathématiciens. A partir de cette époque, le choix des concepts à enseigner suit la même évolution que celui du collège. Le souci de munir les élèves de compétences spatiales plus larges, susceptibles d'être facilement mobilisées pour résoudre des problèmes relevant de la problématique spatio-géométrique propre à des institutions utilisatrices, n'est jamais apparu depuis 1970.

Comme l'écrit Chevallard (1989), « Tout se passe comme si tout savoir enseigné cherchait à s'autoriser d'un savoir savant correspondant, capable de faire taire les critiques issues des autres institutions de référence potentielles. » En ce qui concerne l'ensemble des connaissances spatiales, le savoir savant le plus proche est bien entendu la géométrie d'Euclide, même si ce n'est plus qu'un savoir savant « scolaire ». L'histoire de l'évolution des programmes montre que, même pour l'école élémentaire, le choix des savoirs à enseigner est soumis à cette contrainte, rendant instable l'enseignement de connaissances comme celles permettant la

¹Nous avons introduit ce terme pour désigner les connaissances issues du savoir géométrique et mises en jeu dans la résolution de certains problèmes de l'espace.

maîtrise des plans, ou comme la notion de point de vue ; connaissances qui ne sont pas reprises dans l'enseignement ultérieur de la géométrie, tout au moins dans la scolarité obligatoire.

L'ENSEIGNEMENT DE LA GEOMETRIE A L'ECOLE PRIMAIRE LAISSE A L'ELEVE LA CHARGE D'ETABLIR LES RAPPORTS ADEQUATS ENTRE L'ESPACE ET LES CONCEPTS GEOMETRIQUES QUI LUI SONT ENSEIGNES

Nous ne pouvons ici que résumer de manière caricaturale les analyses² que nous avons faites sur les leçons proposées par les manuels et leurs guides pédagogiques pour établir ce constat.

Une caractéristique majeure de l'enseignement de la géométrie à l'école primaire et en 6^{ème} - 5^{ème} est de sous-estimer la difficulté d'acquisition des connaissances spatiales et de laisser à l'élève la charge d'établir les rapports adéquats entre l'espace et les concepts géométriques qui lui sont enseignés, et qui sont censés lui donner prise sur ce domaine de réalité.

- L'espace de travail de l'école primaire est essentiellement celui de la feuille de papier. Les activités ne portent pratiquement jamais sur une anticipation spatiale effective où le travail sur feuille joue le rôle de moyen, et débouche sur une vérification empirique de l'efficacité de ce moyen.

- Quand elle existe, la référence à l'espace n'est toujours qu'évoquée : un dessin réalisé par l'adulte semble suffire pour donner au problème une signification spatiale, la transposition de la situation réelle à la situation représentée est supposée évidente, la capacité des élèves à utiliser, dans une situation réelle, les outils mathématiques introduits n'est pas testée.

- La seule vue des tracés, accompagnés des notations mathématiques usuelles, semble suffire à définir les objets géométriques et leurs propriétés, qu'ils soient plans ou spatiaux. Ainsi dans le chapitre sur les solides de la plupart des ouvrages, les auteurs semblent supposer que les élèves maîtrisent spontanément les différents modes de représentation ainsi que les règles de la perspective cavalière.

En conclusion, on pourrait résumer en une phrase la conception qui semble partagée par la majorité des auteurs de manuels en ce qui concerne l'apprentissage de la géométrie : il suffit d'observer pour comprendre et de voir pour savoir.

Ce phénomène de non prise en compte, dans la relation didactique, des problèmes spatiaux qui sous-tendent l'existence des connaissances « spatio-géométriques », est constamment présent à l'école primaire et au début du collège, et ceci malgré l'insistance actuelle, dans les commentaires des programmes, sur l'importance de l'activité de l'élève. Nous le mettons en relation d'une part avec les conceptions épistémologiques des enseignants, d'autre part avec les contraintes de la relation didactique. Prendre comme point de départ de l'enseignement de réels problèmes spatiaux conduit à devoir gérer des situations complexes dont nous ne donnerons qu'un exemple : l'enseignant de CM2 qui propose à ses élèves de prévoir la longueur d'un mur de l'école à partir des données du plan d'architecte est tenu d'aborder avec eux les questions liées aux erreurs de mesure, puisqu'à une erreur normale de 1 mm sur un plan au 1/100 correspond une approximation de 10 cm sur la longueur du mur ! Vaut-il mieux s'en tenir sur ce sujet à des situations de pur calcul, comme le proposent la plupart des manuels ?

² Voir Grand N n° 56 pour l'exemple des angles

QUELS SONT LES ACQUIS ET LES DEFICITS DE CONNAISSANCES SPATIALES REPERES A LA FIN DE LA SCOLARITE OBLIGATOIRE ?

Les caractéristiques de l'enseignement que nous venons de décrire seraient tout à fait justifiées si, à la fin de la scolarité obligatoire les élèves disposaient des compétences spatiales nécessaires pour la poursuite de leurs études et la maîtrise de leurs rapports « ordinaires » à l'espace. Or cela ne paraît pas être le cas.

Nous avons entrepris de consulter les données existantes sur les besoins de formation associés aux questions de représentations de l'espace. Compte tenu de l'importance de cette question pour les pratiques sociales, et de sa spécificité, nous nous attendions à trouver facilement des données. Or il n'existait, dans la fin des années 80, aucune étude d'ensemble disponible, que ce soit à l'éducation nationale ou au ministère du travail. En fait, les institutions que ces questions préoccupent, formation professionnelle initiale et formation des adultes par exemple, sont si éclatées et isolées que les difficultés des élèves ou des adultes ne sont ni répertoriées ni regroupées. Par ailleurs, il y a une telle distance entre le pôle des mathématiques savantes, et celui des institutions utilisatrices des représentations spatiales (à un niveau élémentaire de formation), que les préoccupations des uns et des autres ont peu de chance de se rencontrer.

Nous avons donc dû faire appel à des études relativement ponctuelles, liées à des problèmes professionnels soulevés dans le cadre des milieux correspondants. Ces études montrent que des problèmes d'appropriation des représentations de l'espace se posent chez les adultes comme chez les jeunes. Nous nous limitons dans le paragraphe suivant à exposer les résultats de celles concernant la lecture de plans.

L'EXEMPLE DE LA LECTURE DE PLANS

• par des adolescents de LEP

Weill-Fassina et Rachedi (1992) ont étudié les comportements d'une population constituée d'adolescents et d'adultes de bas niveau de qualification dans une tâche de mise en relation d'un espace réel et de sa figuration sur un plan ; cette tâche consiste à repérer un bureau désigné par l'expérimentateur dans l'espace réel sur un plan représentant le rez-de-chaussée d'un lycée. Le plan, posé sur une table mobile, a subi une rotation de 180° par rapport à l'espace réel. La consigne est : « Ça (la vue de dessus de l'étage), c'est le plan de tout cet étage là (montrer le couloir et les bureaux dans l'espace concret) ; ce que je vous demande, c'est de me montrer ce bureau en face de vous, sur le plan ; où est-ce qu'il est dessiné ? Vous pouvez écrire, si vous le désirez. La table est mobile ».

Nous ne fournissons ici que les résultats concernant les neuf jeunes interrogés, élèves de 2ème année de CAP constructeur béton armé. Deux seulement réussissent sans aide à la première réponse.

Les auteurs dégagent trois modalités principales de fonctionnement cognitif.

- Trois élèves relèvent de la première modalité « caractérisée par l'utilisation de propriétés spatiales pertinentes au but ».

- Trois autres d'une seconde modalité caractérisée « par la découverte et la prise en compte de la congruence³ des deux espaces par étapes successives ».

³ Par congruence, nous entendons la relation qui, à tout lieu ou objet identifiable dans la représentation associe le lieu ou l'objet correspondant de l'espace représenté. Ceci nécessite certes des codes, mais les problèmes évoqués ici concernent la question d'orientation relative des espaces.

- Les trois derniers relevant d'une modalité caractérisée par « l'absence de prise de conscience du problème de la congruence des deux espaces, par la difficulté de coordination d'ensemble des rapports spatiaux et par l'apparition de tentatives échouées de mise en relation, faute de compréhension des effets de la rotation du plan ».

Surpris par ces résultats, nous nous sommes demandés s'ils tenaient à ce type particulier de population ou s'ils étaient représentatifs d'un état de maîtrise spatiale que l'on pourrait relever chez la majorité des jeunes de cet âge. Il n'existe malheureusement pas de test permettant d'examiner dans quelle mesure un sujet est capable d'orienter convenablement un plan pour y puiser une information sur l'espace réel⁴.

• par des élèves de CM2

Nous avons alors utilisé les possibilités d'observation dont nous disposons au COREM⁵, pour proposer aux 57 élèves de CM2 une tâche tout à fait semblable à celle élaborée par Weill-Fassina et Rachedi .

Nos résultats (détaillés dans l'article de Grand N n° 53) montrent que les trois-quarts de ces élèves de CM2 ne maîtrisent pas convenablement l'utilisation d'un plan dans une activité fonctionnelle et que 40% d'entre eux sont même assez loin de la compréhension des propriétés spatiales en jeu dans une mise en œuvre correcte. Ces constats sont nettement différents de ceux auxquels on pourrait s'attendre si les objectifs assignés au cycle des apprentissages fondamentaux pouvaient vraiment être atteints.

CONCLUSION

Les quelques investigations que nous avons pu réaliser ne prétendent pas avoir fait le tour de la question des acquis et des déficiences de connaissances spatiales. Elles illustrent seulement l'existence de déficiences importantes, dont il n'est pas actuellement tenu compte dans les programmes de l'enseignement obligatoire. La proposition *d'introduire explicitement dans l'enseignement des mathématiques de la scolarité obligatoire, des objectifs relatifs à certaines connaissances spatiales utiles, en particulier pour le macro-espace et pour la maîtrise des représentations matérielles des objets* ne constitue qu'une condition nécessaire à l'amélioration des compétences spatiales des élèves tant que des exemples d'ingénieries adaptées à la scolarité obligatoire ne seront pas élaborés pour permettre aux enseignants d'aider leurs élèves à maîtriser ces connaissances. Nous présentons dans une troisième partie une ingénierie qui réalise ce projet en ce qui concerne le problème de la mise en congruence d'un plan avec l'espace qu'il représente.

⁴ Si l'on se réfère à Pêcheux (1990), les tests d'aptitude spatiale comme celui de Thurstone "apprécient l'anticipation du résultat de transformations spatiales", mais remarquons qu'aucun ne porte sur les rapports entre un espace réel et sa représentation.

⁵ Centre d'Observation pour la Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques, dont le "cœur" est une école primaire, où sont réalisées des observations de classes ou, plus rarement, d'élèves en situation d'observation individuelle.

LA DEVOLUTION DE LA MAITRISE DES QUESTIONS DE CONGRUENCE AVEC L'ESPACE REPRESENTÉ EST POSSIBLE A L'ÉCOLE PRIMAIRE

INTRODUCTION

Comme nous l'avons illustré ci-dessus, la lecture et l'utilisation de cartes et de plans dans les situations courantes restent la source de difficultés nombreuses pour un certain nombre d'adultes et pour un grand nombre d'enfants de plus de 10 ans. L'école élémentaire mentionne bien, parmi les objectifs du cycle des apprentissages fondamentaux, ce domaine de connaissances. Parmi les compétences transversales rassemblées sous le titre : « Construction des concepts fondamentaux d'espace et de temps », figure l'énoncé suivant : « il (l'enfant) commence à réaliser des représentations simples de l'espace familier, puis d'un espace plus abstrait, éloigné d'une expérimentation concrète : il peut s'y situer ». Dans la rubrique « découvrir le monde », « l'enfant doit être capable de commencer à construire et utiliser un plan simple avec sa légende ». Mais il semble que, passé l'âge de 8 ans, ces compétences n'aient plus besoin d'être travaillées dans le cadre scolaire, puisque l'articulation entre l'espace et ses représentations n'est plus objet d'études ; seuls sont mentionnés le passage d'une représentation à une autre (par l'étude de l'échelle) et l'exploitation géographique de la lecture d'une carte. Le plus souvent les activités correspondant aux objectifs énoncés ci-dessus se déroulent dans ou autour de l'école : par exemple, au cours d'une promenade, pour raconter ce qu'ils ont fait, les élèves sont invités à faire un plan, soit collectivement, soit individuellement d'abord, le plus souvent. L'élaboration finale est collective et ne donne pas l'occasion à chaque élève de tester sa propre représentation ni d'être confronté à un vrai problème de mise en relation entre un espace réel et sa représentation. Le résultat en est que, comme l'écrit Pêcheux (1990) : « Au total, dans les pratiques scolaires, la systématisation des connaissances spatiales est laissée très largement au hasard ».

La représentation de l'espace à 3 dimensions par un plan ou une carte peut-elle être considérée comme un véritable objet d'enseignement ? Cet enseignement peut-il permettre aux enfants d'élaborer et/ou d'utiliser des représentations planes de l'espace dans des situations dans lesquelles elles apparaissent comme des outils nécessaires à la résolution de problèmes spatiaux et au cours desquelles ils surmontent certaines des difficultés liées à leur utilisation ? C'est en nous appuyant sur le corpus théorique de la didactique des mathématiques que nous nous proposons de montrer comment des éléments de réponse à ce problème didactique peuvent être apportés.

« L'enseignement consiste à provoquer chez l'élève les apprentissages projetés en le plaçant dans des situations appropriées auxquelles il va répondre « spontanément » par des adaptations. Il s'agit donc de déterminer quelles sont les adaptations qui correspondent aux savoirs et aux connaissances visées, et à quelles circonstances elles répondent. » Nous reprenons à notre compte ce projet, initié par Brousseau dans la théorie des situations didactiques (Brousseau-1989).

Cette théorie outille la mise au point contrôlée d'un tel enseignement ; la méthodologie associée consiste à modéliser le processus d'enseignement pour déterminer préalablement les étapes, les difficultés, voire les obstacles spécifiques à l'acquisition des connaissances visées que vont rencontrer les élèves dans leur adaptation à la situation. L'outil privilégié de cette modélisation est la mise au point théorique de situations a-didactiques. Rappelons qu'une situation a-didactique est

une situation spécifique de la connaissance visée, qui doit apparaître à l'élève comme une interaction avec un milieu non didactique, de telle sorte que ses décisions ne soient pas guidées par la lecture des intentions du professeur mais par la « logique » du problème, et qu'il puisse les modifier en tenant compte des rétroactions que lui fournit le milieu. L'observation de l'élaboration par les élèves des réponses adaptées attendues constitue une preuve de la possibilité génétique d'un apprentissage du savoir considéré.

Nous allons maintenant illustrer cette mise au point théorique de situations a-didactiques et présenter les résultats de l'observation des stratégies des élèves lors de la mise en œuvre de ces situations au sein de situations didactiques.

LES ETAPES DE LA CONSTRUCTION DU PROCESSUS

Il s'agit de rechercher, parmi les problèmes spécifiques du savoir visé, celui ou ceux susceptibles d'être organisés par l'enseignant pour devenir les supports de la construction des connaissances par les élèves.

Analyse des pratiques de référence

Une analyse des pratiques de référence montre que l'on peut les rassembler en trois catégories de situations fondamentales :

- celles où les plans ou cartes sont, pour un sujet, des supports à l'exploration et à la mise en mémoire des connaissances concernant un espace nouveau.

- celles où les cartes ou plans constituent un moyen efficace pour élaborer un itinéraire dans un espace inconnu. Ce plan est soit fourni par la société au « voyageur », soit élaboré par un interlocuteur connaissant bien la région (« l'autochtone »). Le macro-espace concerné peut correspondre à une grande zone, urbaine, maritime ou rurale, ou à un bâtiment suffisamment vaste et complexe pour que le déplacement à l'intérieur suppose le même type de représentation globale reliant les visions partielles et successives que le sujet a de l'espace pour récupérer la continuité de l'espace parcouru.

- celles où les cartes ou plans sont nécessaires pour communiquer ou déterminer une localisation précise où une action technique doit se dérouler. Les plans à l'échelle répondent à ces exigences.

Nous nous limitons ici à étudier le deuxième type de problèmes, source du processus d'enseignement que nous avons élaboré.

Quelles connaissances supposent la réalisation et l'utilisation d'un plan pour résoudre le deuxième type de problèmes ?

Nous n'étudions pas ici les connaissances nécessaires au sujet pour avoir « l'idée »⁶ de représenter un espace déterminé par des objets et des relations spatiales entre ces objets par un dessin sur un papier, ni les connaissances sémiologiques et géométriques nécessaires à l'élaboration ou à l'utilisation d'un plan : nous les supposons acquises.

Il nous faut distinguer les connaissances de l'autochtone-émetteur de celles du voyageur- récepteur.

Pour l'émetteur : Il s'agit d'anticiper tous les moments où, dans son déplacement, le récepteur se trouvera devant des choix à faire, et à transcrire de manière efficace les informations nécessaires pour que le récepteur prenne la bonne

⁶ Ces acquisitions relèvent d'apprentissages de l'école maternelle; voir Peres (1988)

décision.

De quoi dépendent les connaissances à mettre en jeu ?

- **d'une part, de la nature du problème**

Remarquons que le dessin d'un plan n'est pas nécessairement la meilleure méthode : la description écrite des points de repère et des choix successifs à faire peut suffire pour indiquer à quelqu'un un déplacement précis. Par contre si les informations fournies par le fabricant du plan doivent permettre à celui qui l'utilise de se repérer dans tout un quartier ou doivent permettre à des personnes ayant des projets différents de trouver leur chemin, un dessin respectant au moins les propriétés topologiques et affines de l'espace est nécessaire. Des psychologues anglophones (cités par Pêcheux (1980)) parlent de « route-map » et « survey-map ».

- **d'autre part, des caractéristiques de l'espace considéré**

Plus l'espace est indifférencié et complexe, plus il faut faire appel à des propriétés fines pour en représenter les traits significatifs.

La réalisation du plan d'un espace complexe comme celui d'un quartier urbain ou du réseau des routes et chemins d'un espace rural, en ne respectant qu'approximativement les distances, nécessite le recollement des cartes obtenues par la représentation des espaces locaux situés par exemple autour des carrefours, en tenant compte des chemins qui mènent d'un carrefour à un autre. Elle suppose donc la représentation des déplacements et de leur coordination, dans l'espace considéré⁷.

Ce phénomène de recollement caractérise aussi bien la représentation mentale du macro-espace que la représentation matérielle.

Dans les faits, le plus souvent, indiquer son chemin à quelqu'un nécessite seulement la prise des repères indispensables, le tracé d'un schéma constitue un moyen économique de rendre compte de l'organisation de ces repères les uns par rapport aux autres. Parmi ces repères, les informations permettant à l'utilisateur d'orienter le plan, c'est-à-dire de réaliser sans ambiguïté la mise en relation du plan et de l'espace réel sont essentielles.

Par contre, la fabrication de cartes représentant toute une zone de l'espace relève plutôt des pratiques professionnelles des géomètres.

Pour le récepteur : Il doit être capable de mettre en relation les éléments du plan et ceux qui leur correspondent dans la réalité. Pour cela, une connaissance du code utilisé par l'émetteur lui est nécessaire ainsi que la capacité à déterminer la bonne orientation du plan pour pouvoir choisir le bon sens de déplacement dans la rue par exemple. Cette orientation adéquate peut être réalisée matériellement ou seulement mentalement.

L'élaboration de situations didactiques adaptées à l'appropriation de ces connaissances

Nous avons décrit rapidement les « circonstances » dans lesquelles doit être placé un sujet pour manifester les *adaptations* dont parle BROUSSEAU (1989) : Elles définissent les caractéristiques de la situation didactique recherchée.

Mais il est clair que recréer ces circonstances dans le cadre scolaire est impossible : un enseignant ne peut se permettre d'envoyer ses élèves d'âge primaire dans un quartier inconnu et de compter sur les rétroactions de la situation pour assurer le développement de leurs connaissances. Faut-il pour autant renoncer à un

⁷ Une étude détaillée sur ce sujet a été réalisée par Pailhous (1970), s'appuyant sur l'analyse des problèmes de représentation spatiale rencontrés par les chauffeurs de taxi.

apprentissage par adaptation ? Il n'en est rien : il est possible de construire des situations didactiques permettant des apprentissages macro-spatiaux à condition d'organiser le milieu a-didactique (qui ne peut pas être le macro-espace), en respectant les caractéristiques essentielles des interactions entre le macro-espace et le sujet.

Pour travailler le problème de la mise en congruence du plan et de l'espace au CE2, nous avons donc construit un processus dans lequel les enfants sont en interaction avec un espace réel et non simulé, mais où l'intérêt est porté sur la localisation et non sur les déplacements.

Nous présentons ci-dessous, la suite du raisonnement que nous avons été amenés à suivre pour l'élaboration des grandes lignes de ce processus.

Première condition : Si nous nous plaçons dans une problématique du « sens », en l'occurrence le sens du plan, il nous faut placer les enfants devant un problème qu'ils ne puissent pas résoudre sans plan. La réalisation d'un plan est toujours associée à une situation de communication, mais la communication peut être avec un autre ou avec soi-même quand on est dans l'impossibilité de mémoriser toute l'information à traiter. Nous utilisons ces deux formes de communication dans le processus en jouant sur leurs avantages différents.

Deuxième condition : L'espace à représenter ne doit pas être visible d'un seul coup d'œil. Des recollements de cartes doivent être nécessaires. L'action doit se dérouler dans un espace assez vaste, c'est-à-dire doit supposer des déplacements dans une pièce. Dans ces conditions, le problème posé ne correspond pas à toutes les contraintes du macro-espace⁸ mais il en réalise une simulation dont nous faisons l'hypothèse qu'elle est suffisamment complexe et signifiante pour un premier temps.

Troisième condition : En ce qui concerne l'utilisation du plan, la mise en relation de celui-ci avec l'espace est d'autant plus difficile que celui-ci est plus indifférencié. Dans une course d'orientation par exemple, l'individu « lâché » en pleine nature avec une carte et comme seule information sa position sur la carte est dans l'incapacité de se diriger s'il ne dispose pas d'autres informations. Une simulation convenable de ce problème doit placer les élèves dans une situation où une prise de repères consciente soit nécessaire. Si chacune des zones de l'espace représenté est facilement identifiable dans la réalité et sur la représentation, la mise en congruence risque d'être très facile à réaliser et donc de ne pas être explicitée. Il faut donc que l'espace sur lequel les enfants travaillent soit le plus indifférencié possible pour qu'ils sentent et expriment la nécessité de contrôler l'orientation du plan.

DESCRIPTION DU PROCESSUS

Il se compose de plusieurs activités a-didactiques, destinées à des élèves de CE2, les premières se déroulant dans la salle de classe, les secondes dans un des bâtiments de l'école.

Activité 1 : Fabriquer et orienter un plan pour retrouver des objets cachés

Deux versions sont présentées aux élèves : une version « auto-communication » et une version « communication ».

Le maître cache 16 objets différents dans 16 boîtes disposées dans la classe (un

⁸ Au cours des déplacements, le "décor" est quasiment fixe, la coordination des trajets n'a pas besoin d'être consciente.

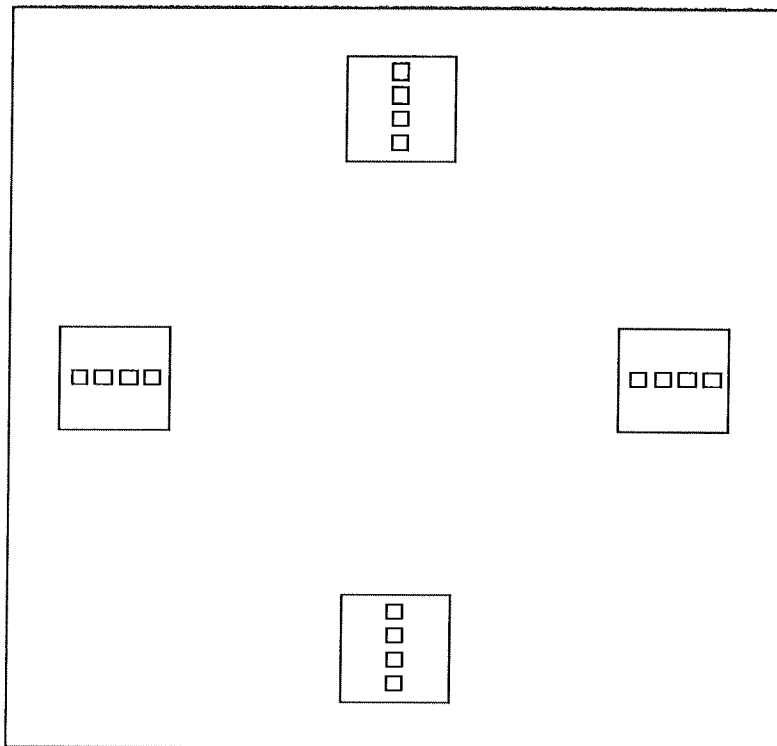
objet par boîte). Pendant un certain temps, les élèves peuvent prendre de l'information sur le dispositif, par les moyens qu'ils veulent. Puis les boîtes sont fermées.

Dans la version « auto-communication », le lendemain, l'enseignant montre trois boîtes, les élèves doivent prévoir en l'écrivant sur une feuille, les noms des objets qui sont dans ces boîtes.

Dans la version « communication », la classe est partagée en deux. Seule une demi-classe a la possibilité de voir les boîtes avant leur fermeture. Les élèves de cette demi-classe ont la charge de faire un message pour que les élèves de l'autre demi-classe qui leur sont associés puissent prévoir les noms des objets de trois boîtes, montrés par l'enseignant, avant ouverture.

Matériel

Quatre tables individuelles, chacune disposée contre un des murs de la classe, au milieu de la longueur du mur (voir le schéma ci-dessous).



16 boîtes d'allumettes indiscernables, alignées par quatre perpendiculairement à chaque mur et fixées (à la pâte à modeler) sur chacune des tables.

16 objets différents que les élèves savent facilement identifier, nommer, et dessiner, chacun pouvant être contenu dans une boîte d'allumettes.

Feuilles pour la représentation et la réponse.

Déroulement de la situation d'autocommunication

Un jour, le maître place un objet dans chaque boîte, devant les enfants et énonce la consigne suivante :

Je vous propose un défi : demain, les boîtes seront fermées, je désignerai trois boîtes, chacune sur une table différente. Pour répondre, chaque élève écrira alors sur une feuille le nom de l'objet qu'il pense être dans chacune des boîtes. Ceci fait, j'ouvrirai ces trois boîtes et je vous montrerai leur contenu. Auront gagné les élèves qui auront proposé le nom juste pour les trois boîtes.

Pendant un certain temps, aujourd'hui, les boîtes resteront ouvertes et vous pourrez aller voir ce que contient chaque boîte.

En général, les élèves demandent s'ils peuvent prendre un papier pour noter ; l'enseignant répond que chacun peut noter ce qu'il veut, mais que la feuille doit rester sur la table de chacun, on n'a pas le droit de l'emporter.

Ce même jeu est repris plusieurs fois sans changer la disposition des boîtes mais en en modifiant le contenu, et la position des boîtes choisies dans la deuxième étape.

A la fin de chaque séance de lecture, l'enseignant fait le point des réussites et des échecs et demande aux élèves qui n'ont pas dit les trois bons objets s'ils savent pourquoi.

Déroulement de la situation de communication

Elle est présentée par la consigne suivante :

Cette fois-ci, vous allez travailler par équipes de deux, un émetteur et un récepteur. C'est le récepteur qui devra trouver le contenu des boîtes que je montrerai, mais il n'aura jamais vu leur contenu. Mais le récepteur pourra utiliser les messages que lui fournira l'émetteur qui, lui, pourra se déplacer.

L'équipe formée de l'émetteur et du récepteur gagnera si le contenu de chacune des trois boîtes est trouvé. S'il y a erreur sur un objet, ce sera perdu, comme pour le premier jeu.

Quand une équipe aura gagné, on intervertira les rôles, et si elle gagne encore, on mélangera les équipes pour que tout le monde réussisse à gagner.

Après chaque partie, un débat permet d'échanger sur les raisons des échecs. Quand la plupart des élèves ont compris qu'il était nécessaire d'indiquer des repères externes, l'enseignant institutionnalise cette pratique au cours d'un échange sur les repères possibles.

Le choix des valeurs des variables didactiques⁹

L'analyse a priori fait apparaître un certain nombre de variables pour lesquelles nous avons eu à choisir des valeurs permettant de réaliser les conditions choisies.

Voici les choix que nous avons faits :

- Les 16 boîtes sont disposées par quatre perpendiculairement aux murs de la classe, qui est pratiquement carrée. Cette caractéristique de la classe est intéressante car on peut penser qu'une salle de forme rectangulaire allongée faciliterait trop la prise de repères.

- Les élèves ne peuvent pas avoir une vue globale du contenu des boîtes quand elles sont ouvertes (voir plan).

- les élèves dessinent leur plan à une place qui leur est attribuée, ils peuvent se lever et aller regarder ailleurs mais sans emporter leur feuille.

La réalisation de ces conditions permet de prévoir :

- que le nombre de boîtes est trop élevé pour que les élèves puissent réussir en se fiant à leur mémoire. Une représentation écrite est nécessaire, pas forcément un plan : une liste respectant l'ordre des boîtes peut suffire à condition de se rappeler de la position de chaque table par rapport à un repère lié à la salle et de lister les objets de chaque table dans le même ordre.

- que les enfants sont bien placés dans des conditions comprenant certaines caractéristiques macro-spatiales :

⁹ Une variable didactique est un élément de la situation qui peut être modifié par l'enseignant et qui affecte la hiérarchie des stratégies de solution

* les enfants doivent coordonner les représentations des quatre régions (correspondant aux quatre groupes de boîtes), régions qu'ils ne peuvent examiner que successivement ; on peut prévoir des difficultés pour certains d'entre eux.

* la disposition des boîtes dans la classe étant invariante dans une rotation d'un quart de tour, il faut choisir entre quatre positions possibles du plan pour assurer la congruence plan-espace quand les boîtes sont fermées. La prise d'au moins un repère supplémentaire lié à la salle est nécessaire.

- que le jeu d'auto-communication n'est pas suffisant pour faire apparaître la nécessité de repères externes. Il est possible que certains enfants réussissent en ayant mémorisé la place d'un des objets par rapport à la salle, ce qui leur permet d'orienter convenablement le plan. Il faudra donc passer assez vite à la phase de communication qui sera favorable à la formulation de ce qu'il faut que le plan comporte pour pouvoir le lire.

Les conditions de l'observation

Les situations ont été mises en œuvre et observées dans deux classes de CE2, soit un total de 54 élèves.

Résumé des résultats

Situations d'auto-communication

Dès la présentation du jeu par l'enseignant, des enfants ont demandé s'ils pouvaient prendre une feuille pour dessiner et la prendre pour jouer. Ce que tous ont fait.

La même situation a été répétée deux fois : 13 élèves ont réussi la première fois, 28 la deuxième, soit la moitié.

Nous avons relevé une grande diversité de représentations, avec une caractéristique commune : aucun élève n'a représenté d'autres éléments de la classe que ceux nécessaires à la réussite.

L'analyse des productions des élèves nous a conduits à distinguer sept catégories, certaines illustrées par un exemple dans les annexes, que l'on peut regrouper en deux grandes familles : celle des plans et celle des listes.

La famille des plans comporte des plans sans repères : ne sont représentées que les tables, sans moyen de repérer leur position par rapport aux différents murs, et des plans avec repères, c'est-à-dire comportant des indications se rapportant à des éléments de la classe extérieurs au dispositif des tables. Deux systèmes sont apparus : des dénominations nord, sud, etc., convenablement placées par rapport à la feuille mais pas par rapport à l'espace réel¹⁰. Et des désignations d'objets structurant la salle de classe : table, porte etc.

La famille des listes comporte des listes où les objets sont énumérés sans distinguer les tables, des listes où les objets sont regroupés par tables, mais les tables ne sont ni repérées ni même ordonnées suivant un des deux sens de rotation possibles, des listes par tables bien ordonnées mais sans repères, et enfin des listes par tables ordonnées et repérées ; deux représentations de la première séance échappent à ces catégories

Le tableau suivant rend compte de la catégorisation des productions que nous avons faite ainsi que des réussites et des échecs, associés aux types de productions.

¹⁰ Les élèves avaient appris les points cardinaux quelques semaines plus tôt.

	Séance 1	R	E	Séance 2	R	E
Plans sans repères (annexe 1)	13	4	9	9	3	6
Plans avec repères externes (annexe 2)	8	3	5	22	17	5
Listes sans distinguer les tables	1	0	1	0	0	0
Listes par tables non ordonnées, non repérées (annexe 3)	4	0	4	4	0	4
Listes par tables bien ordonnées mais non repérées (annexe 4)	12	3	9	11	4	7
Listes par tables ordonnées et repérées (annexe 5)	14	4	10	8	5	3
Divers	2	0	2	0	0	0
Total	54	14	40	54	29	25

Nous pouvons faire plusieurs remarques sur ces résultats :

- A la première séance, les élèves utilisent davantage de listes que de plans, ce qui paraît bien normal. Mais à la lecture, même avec de bonnes listes, beaucoup échouent car ils n'ont pas forcément respecté le même ordre de désignation des boîtes sur chacune des tables (de l'intérieur de la classe vers l'extérieur par exemple), soit en les inscrivant sur leur feuille, soit en les repérant quand le maître les leur montre.

- Si les plans avec repères permettent à une proportion d'élèves plus grande de réussir que les plans sans repères, ils ne sont pas efficaces à 100 %. En effet, beaucoup d'élèves opèrent des rabattements pour représenter les tables perpendiculaires aux murs verticaux sur le dessin. Aussi ils se trompent quand il s'agit de repérer les boîtes sur leur file.

- Entre la première et la deuxième séance, le nombre de réussites a doublé, pour atteindre la moitié du groupe.

La discussion qui a suivi chacune des séances montre que certains élèves ont tout à fait conscience de leurs difficultés, qui sont de nature très différente : reconnaissance des dessins (trop petits), absence d'attention à l'ordre (en dessinant), etc. Le problème du positionnement du plan a été évoqué par plusieurs dans chacune des classes, mais à la fin de la première séance, les solutions proposées ont été différentes. Dans l'une, des élèves utilisent spontanément le mot « repères » : « *je me suis trompé de mes repères* » et le conseil de « *mettre un repère* » est donné. Dans l'autre, la seule solution évoquée oralement par un élève est le fait d'écrire son nom en haut de la feuille et de le positionner de la même manière à la lecture. Comme cette solution n'est pas celle que nous visions, nous avons demandé aux élèves d'inscrire leur nom au dos de la feuille avant de dessiner.

- Le nombre de représentations dans lesquelles les élèves repèrent les tables augmente d'une séance à l'autre, il passe de 22 à 30, mais lentement, certains élèves réussissant à gagner en conjuguant représentation incomplète et mémoire.

Résultats des situations de communication

Aussi, toujours avec le même matériel et la même disposition des boîtes, quatre séances construites autour de situations de communication leur ont été proposées : une moitié de classe étant constituée d'émetteurs, l'autre de récepteurs. Au moment de la lecture des représentations, les émetteurs étaient placés à côté des récepteurs, avec interdiction de parler jusqu'à la fin du jeu. Par contre un temps d'échanges à deux leur était proposé ensuite, précédant une discussion collective à propos des difficultés rencontrées et des solutions à y apporter, animée par le maître. (Chaque élève a été deux fois émetteur et deux fois récepteur)

Au cours de cette deuxième phase, conformément à nos attentes, tous les élèves ont utilisé des listes ou des plans avec repères au deuxième jeu. La très grande majorité d'entre elles étaient justes : seuls 7 plans sur les 33 réalisés et 1 liste sur les 19 réalisées comportaient des erreurs. Toutefois, seuls 24 couples ont prévu juste pour 3 boîtes, les autres se répartissant ainsi : 18 pour 2 boîtes, 6 pour 1 boîte et 6 ont échoué totalement. En effet, les élèves étaient confrontés à des difficultés qui avaient pu être occultées en situation d'auto-communication : pour les listes, la non indication de l'ordre dans lequel le récepteur doit la lire, pour les plans, celles liées au rabattement de la file des boîtes parallèlement aux murs de la classe.

Ces difficultés ont pu être explicitées au cours du débat final, nous n'avons pas pu nous assurer qu'elles étaient surmontées pour tous.

Activité 2 : Le jeu des portes

Il s'est déroulé la semaine suivant la fin des activités précédentes.

L'espace concerné (le bâtiment où est située la classe) ne présente pas toutes les caractéristiques du macro-espace, du fait de sa taille ; cependant, étant donnée son architecture symétrique, le problème posé est suffisamment complexe pour qu'une représentation correcte des lieux nécessite une prise de conscience de la coordination des déplacements à l'intérieur avec celle des différentes "régions" qui le composent sans pouvoir constamment s'appuyer sur le support de la vue comme dans le jeu précédent.

Objectifs

Ils sont de deux ordres :

- culturel : Savoir lire un plan d'architecte simplifié présentant quelques-unes des caractéristiques essentielles comme la réduction de trois à deux dimensions, le code de représentation des murs et des portes, la conservation des proportions.

- spatial : prise de repères et orientation du plan par rapport aux lieux et aux déplacements du sujet.

Matériel

Huit enveloppes fixées chacune à une porte d'une classe, de manière à ce que l'on puisse y glisser un papier (5cm x 5cm) qui soit ainsi hors de la vue, et dont la présence ou l'absence ne soit pas détectable.

Trois papiers de même dimension sur lesquels est inscrite une lettre de l'alphabet,

Un plan du bâtiment, de dimension au moins A3. Un plan réduit pour deux élèves (voir annexe 6).

Une feuille pour chaque récepteur.

Déroulement

Phase collective

L'enseignant affiche le document d'architecte du bâtiment au tableau. Il demande aux élèves ce qu'il représente, et les fait s'exprimer sur les éléments qu'ils reconnaissent. Les codes essentiels à la détermination des déplacements possibles sont rappelés.

Le plan est ensuite enlevé de la vue des élèves.

Phase de communication

Les élèves sont alors répartis en équipes de deux, un émetteur, un récepteur. Un plan du bâtiment est distribué à chaque émetteur.

L'enseignant annonce : *J'ai posé une enveloppe vide sur chacune des portes du bâtiment. L'équipe des émetteurs va me suivre. Devant eux, je vais glisser un papier avec une lettre dans certaines enveloppes. Les autres resteront vides. Les émetteurs doivent indiquer sur leur plan dans quelles enveloppes j'ai glissé les lettres, parce qu'ensuite le jeu sera organisé comme cela :*

Les émetteurs donneront leur plan à leur récepteur. Ces derniers ressortiront avec moi dans le couloir; nous nous arrêterons successivement devant 5 portes. En utilisant le plan de son émetteur, le récepteur devra prévoir en l'écrivant sur une feuille quelle est la lettre glissée dans l'enveloppe fixée sur la porte. Il écrira : 1ère porte - lettre ...

Puis tous ensemble, nous déterminerons les équipes qui auront réussi. Nous referons le même chemin dans le même ordre, mais cette fois j'ouvrirai chaque enveloppe. En comparant le contenu de l'enveloppe avec ce que le récepteur aura écrit, vous saurez si votre équipe a réussi ou non.

Vous pourrez discuter, dans l'équipe, pour savoir ce qui a pu être la cause de l'erreur.

Dans un dernier temps, le professeur fait le bilan des réussites et des échecs, ainsi que des difficultés et des solutions proposées.

Résumé des résultats

L'activité n'a été réalisée qu'avec 17 groupes de deux (dernière semaine de l'année scolaire !). 12 groupes ont réussi pour les 5 portes. Parmi les équipes n'ayant pas réussi, un seul échec est à attribuer à l'émetteur. Dans les 4 autres cas, c'est le récepteur qui s'est trompé, soit en n'orientant pas le plan convenablement dans une des deux parties du bâtiment (2 cas), soit en n'ayant pas compris que certaines enveloppes pouvaient être vides et, après une bonne lecture des deux premières positions, en ayant placé dans la troisième, qui était vide, la dernière lettre indiquée sur leur plan.

La discussion qui a suivi a été riche. Les élèves ont énuméré des points de repères possibles pour pouvoir mettre le plan « dans le bon sens ».

La « leçon tirée » a été que pour utiliser un plan sans se tromper, il est nécessaire de bien mettre en correspondance les éléments du plan et ceux de l'espace réel, en utilisant ceux que l'on pouvait facilement reconnaître, par exemple ici le préau et la cantine.

CONCLUSION

A l'issue de ce travail, que pouvons-nous conclure ? Que les compétences nécessaires à la bonne utilisation d'un plan, décrites au début de cet article, ne sont

pas acquises spontanément par les enfants de 9 ans¹¹, mais qu'un apprentissage "organisé" leur a permis de surmonter peu à peu les difficultés d'orientation inhérentes à la lecture de plans, dans le contexte dans lequel nous les avons placés. Cet apprentissage s'est réalisé en les confrontant à des situations dont l'évolution n'est pas commandée par l'apport d'information *du professeur*, mais par l'adaptation des élèves à un milieu *a-didactique*.

L'apprentissage n'est pas terminé : nous avons proposé à des élèves de CM1 confrontés l'année précédente (en CE2) aux situations décrites ci-dessus, la tâche de lecture de plan évoquée en début de cet article. Nous avons vérifié qu'ils avaient de meilleurs résultats que les élèves de CM2, mais pas une maîtrise complète de la situation.

Ce résultat nous permet de conclure qu'un apprentissage scolaire de l'orientation des plans, par rapport à la fois au repère personnel et aux lieux, est utile, et qu'il est souhaitable de le reprendre et de l'approfondir à chaque niveau de l'école primaire.

BIBLIOGRAPHIE

BERTHELOT R. et SALIN M.H. (1992), L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire, Thèse d'Université, Bordeaux 1

BERTHELOT R. et SALIN M.H. (1994), L'enseignement de la géométrie à l'école primaire, Grand N n° 53

BROUSSEAU G. (1989b) Obstacles épistémologiques, conflits socio-cognitifs et ingénierie didactique, *Constructions des savoirs Actes du colloque international obstacle épistémologique et conflit socio-cognitif*, CIRADE, Agence d'ARC inc

CHEVALLARD Y. (1989b) : Le concept de rapport au savoir - rapport personnel, rapport institutionnel, rapport officiel, *Actes du séminaire de didactique des mathématiques et de l'informatique*, année 1988-1989, LSD-IMAG et Institut Fourier Université de Grenoble 1

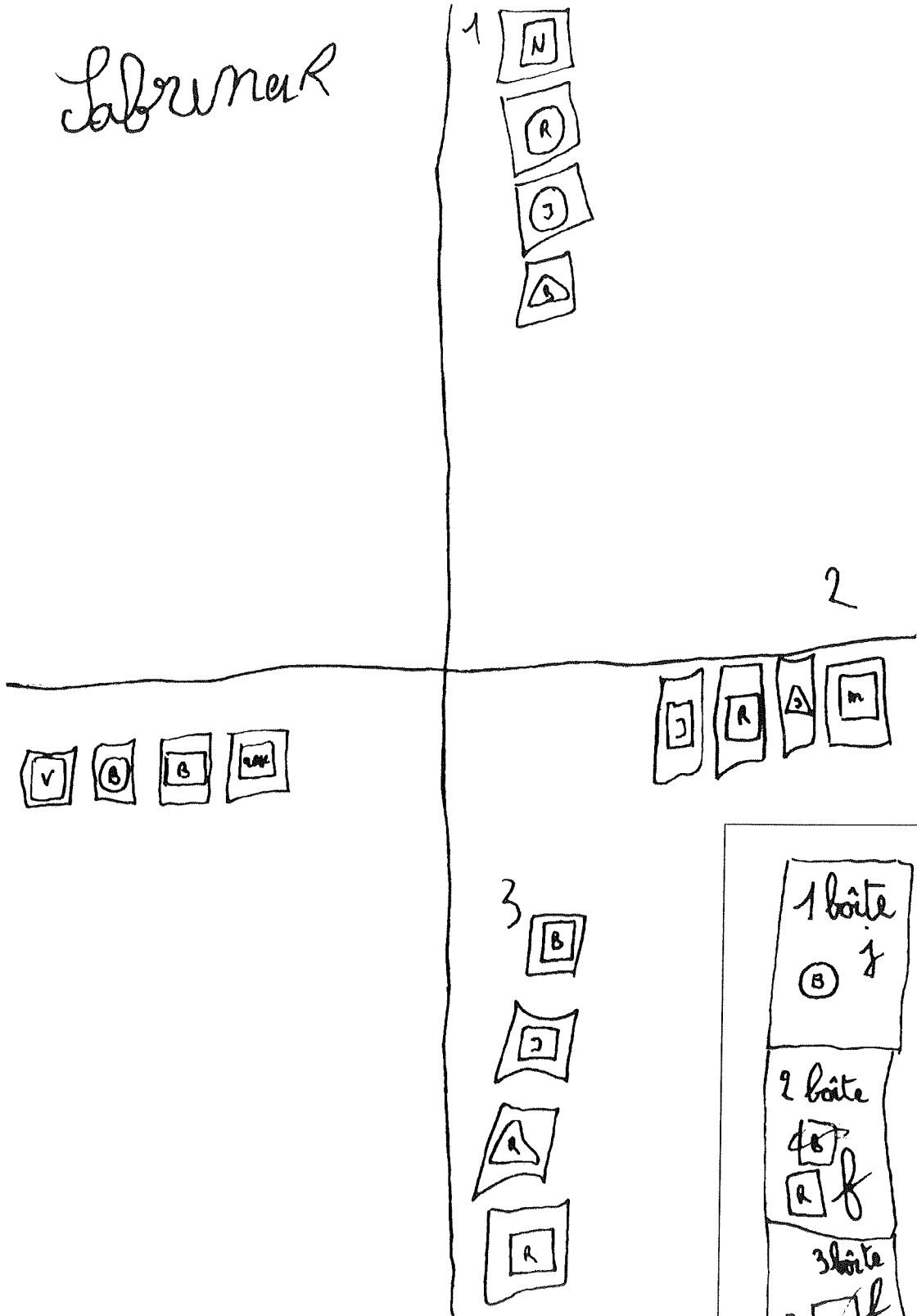
PECHEUX M.G. (1990) : Le développement des rapports des enfants à l'espace, Nathan université

WEILL-FASSINA A. ET RACHEDI Y (1992) Mise en relation d'un espace réel et de sa figuration sur un plan par des adultes de bas niveau de formation, *Espaces graphiques et graphismes d'espace*, La pensée sauvage

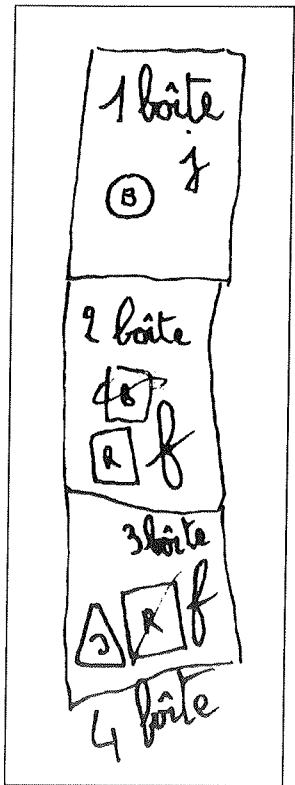
¹¹ ni par ceux de 11 ans. Les résultats des CM2 montrent qu'il n'y a pas d'apprentissage spontané de la représentation de l'espace par un plan et que les activités d'enseignement de la géographie qui portent sur ce thème n'ont pas les effets escomptés.

Annexe 1

Labruner



Plan sans repère
 (les couleurs ont été remplacées par les codes
 V : vert, R : rouge, M : marron, J : jaune
 B : bleu, r : rose)



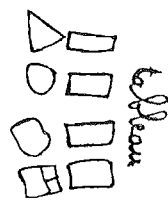
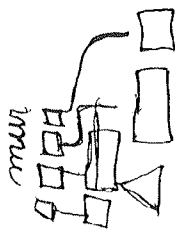
Résultat obtenu
 par l'élève

Annexe 2



fabrics




décorer les boîtes sans les regarder



DEUX OIS

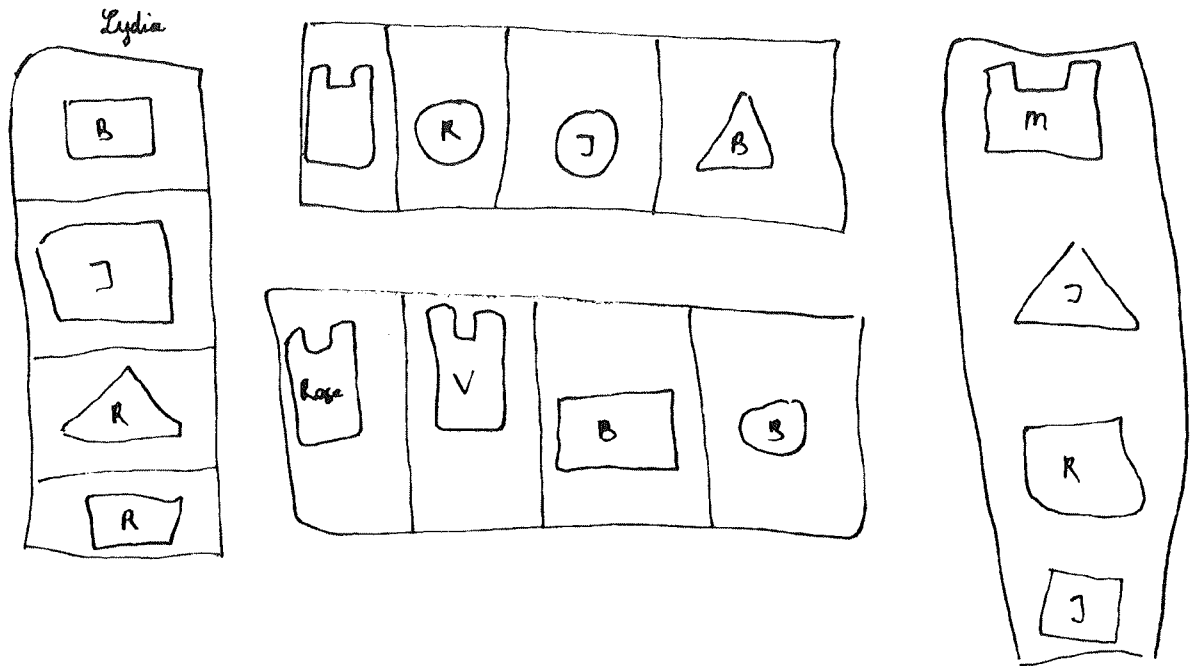
Plan avec repères externes



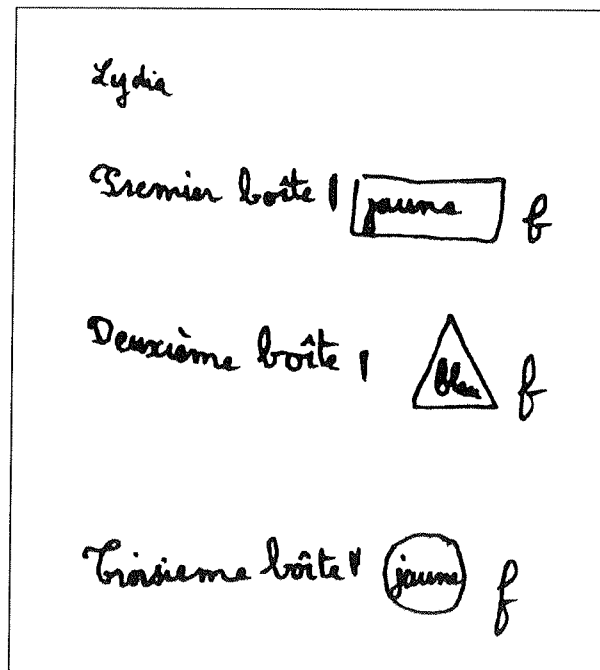
1^{er} boîte:  ~~deux~~ rectangle j → Je ai
 2^{er} boîte:  carré rouge F →
 3^{er} boîte:  ~~carré~~ jaune

Résultats obtenus par l'élève

Annexe 3

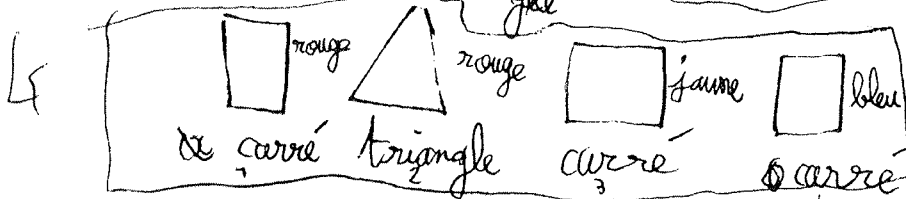
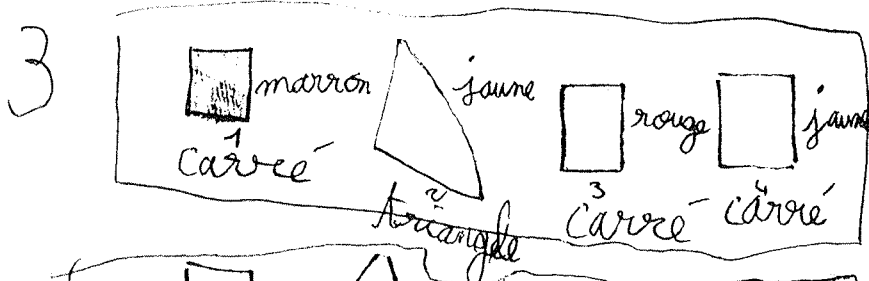
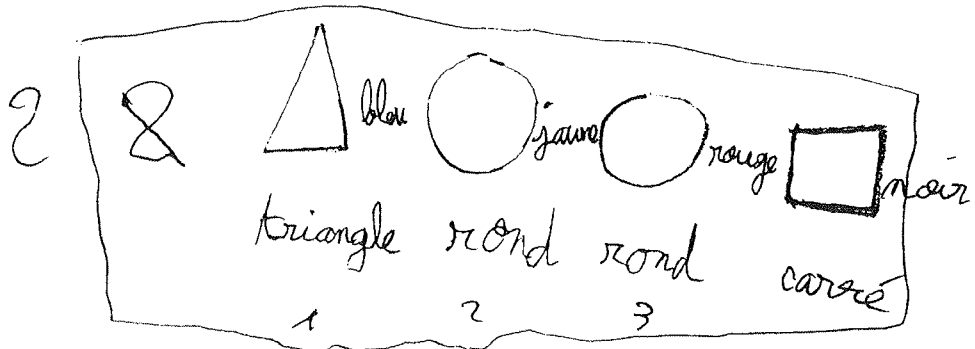
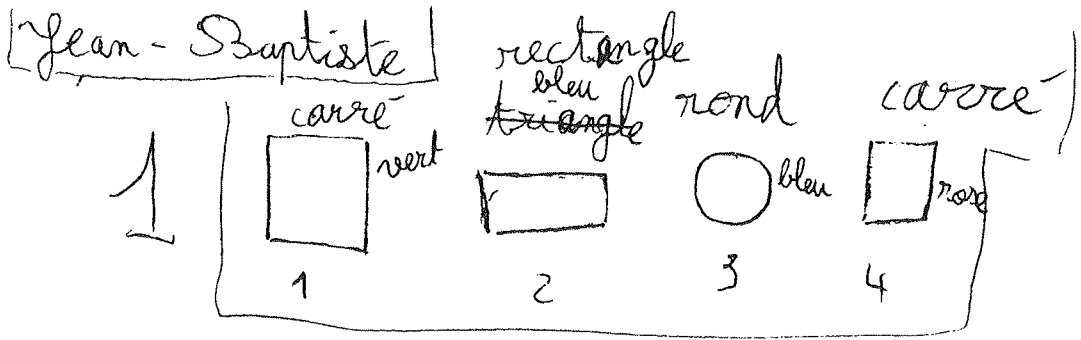


Listes par tables non ordonnées, non repérées
 (les couleurs ont été remplacées par les codes
 V : vert, R : rouge, M : marron, J : jaune, B : bleu, r : rose)
 Réduction 60%

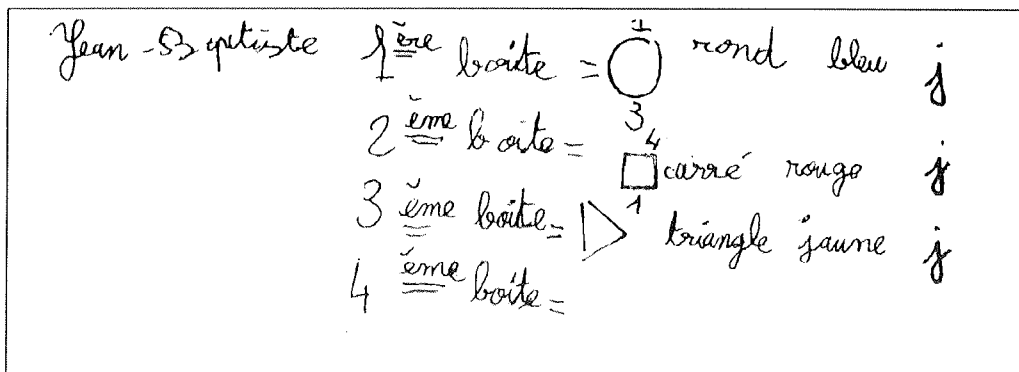


Résultats obtenus par l'élève

Annexe 4



Listes par tables bien ordonnées, mais non repérés
(nom des couleurs indiqué par l'élève, réduction 80%)



Résultats obtenus par l'élève

Annexe 5

mur (rouge)	mur (rouge)	mur (rouge)	mur (rouge)
carre	carre	carre	carre
rectangle	rectangle	rectangle	rectangle
triangle	triangle	triangle	triangle
carre	cube	triangle	carre

fenêtre

fenêtre

carre

rectangle

rond

cube

bleu

bleu

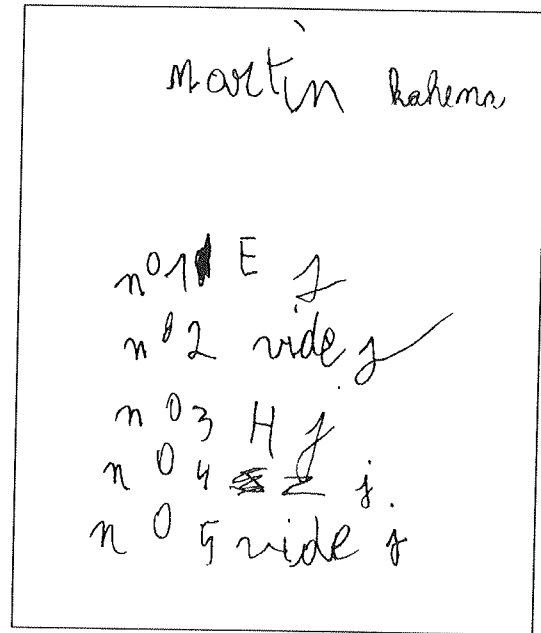
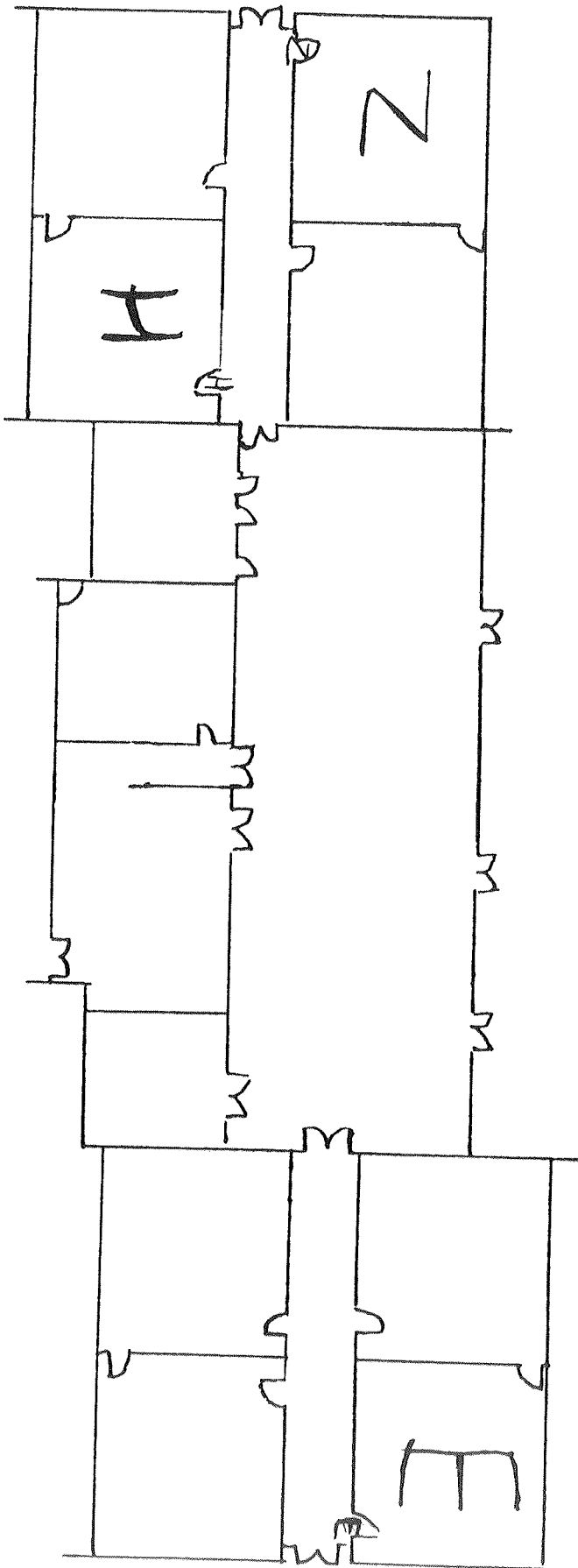
rouge

Listes par table ordonnées et repérées (couleurs indiquées par l'élève réduction 80%)

première boîte: rectangle bleu f rond bleu
 deuxième boîte: carre bleu f carre rouge
 troisième boîte: triangle jaune j
 quatrième boîte:

Résultats obtenus par l'élève

Annexe 6



Plan de l'école
et codage effectué par un élève