



HAL
open science

Agir, manipuler, parler l'espace pour le construire en maternelle.

Agnès Batton, Elisabeth Boisson, Guylaine Fréguis, Alexandra Radovanovic

► **To cite this version:**

Agnès Batton, Elisabeth Boisson, Guylaine Fréguis, Alexandra Radovanovic. Agir, manipuler, parler l'espace pour le construire en maternelle.. 45e colloque de la COPIRELEM, Jun 2018, BLOIS, France. hal-03834731

HAL Id: hal-03834731

<https://hal.science/hal-03834731v1>

Submitted on 30 Oct 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AGIR, MANIPULER, PARLER L'ESPACE POUR LE CONSTRUIRE EN MATERNELLE

Agnès BATTON

ESPE Versailles, Groupe départemental maternelle 95
membre de la COPIRELEM et de Pop'Maths
agnes.batton@u-cergy.fr

Élisabeth BOISSON

ESPE Versailles, Groupe départemental maternelle 95
ejacobboisson@free.fr

Guylaine FREGUIS

CPC DSDEN 95, Groupe départemental maternelle 95
guytaine.freguis@ac-versailles.fr

Alexandra RADOVANOVIC

CPC DSDEN 95, Groupe départemental maternelle 95
alexandra.radovanovic@ac-versailles.fr

Résumé

L'atelier vise à faire émerger des points clés d'un projet de formation sur la structuration de l'espace en maternelle dans le cadre du groupe départemental maternelle du Val d'Oise et de l'ESPE de Versailles. Il met les participants en situation de résolution de problèmes spatiaux puis en réflexion sur des outils (qui seront mis en ligne sur le site de la DSDEN 95) : conception et analyse de scénarios ; progressions ; objectifs communs et différenciés ; analyse de matériels et supports ; scénarios accompagnés d'extraits vidéos (TPS, PS, MS, GS).

I - PRÉSENTATION DES PROBLÉMATIQUES ET PRÉSENTATION DE L'ATELIER

L'atelier démarre par un bref historique de la recherche-action.

Cette recherche fait suite à un premier travail mené sur le nombre, dans le cadre du Groupe Départemental maternelle du Val d'Oise (95). Le point de départ a été, comme sur le nombre, une commande de l'IEN-A Maternelle, E. Collin, au vu du peu de ressources institutionnelles sur le sujet. Dans le département, il y a eu d'autres travaux sur l'espace en lien avec les arts plastiques et l'EPS mais la focale de cet atelier a été plus orientée vers les mathématiques.

Les premières observations en classe nous ont permis de constater la pratique d'activités isolées concernant le langage spatial et les formes. Elles ont révélé, de la part des enseignants, un réel questionnement et une forte demande de formation.

L'objectif de cet atelier est de présenter plusieurs types d'apports, plusieurs natures d'outils permettant de construire et mener des formations avec des formateurs, des enseignants, des stagiaires, afin d'en discuter et de mutualiser nos ressources :

- trois mises en situation pour faire émerger des composantes de la structuration de l'espace ;
- des apports théoriques et quatre principes pour enseigner l'espace ;
- des expérimentations de classe pour tous les niveaux de la maternelle, de la TPS à la GS.

II - MISES EN SITUATION DES PARTICIPANTS SUR TROIS SITUATIONS

L'atelier se poursuit par trois mises en situation successives des participants, chacune suivie d'une phase de bilan : la première, « C'est dans la boîte », aborde la notion de point de vue ; la deuxième, « Pékin Express », porte sur la question de l'orientation et des repères ; enfin, « Le plan du quartier de l'ESPE » porte sur la question du codage et du passage du méso au micro-espace.

1 « C'est dans la boîte »

Cette situation est tirée de (Emprin et Rajain, 2004).

1.1 Description

Les participants sont placés par groupes de cinq joueurs (A-B-C-D-E). A est dessinateur, B, C et D, E forment deux équipes de deux constructeurs. Le joueur A est placé face aux deux équipes de joueurs B-C/ D-E. Chaque binôme de constructeurs dispose de dix cubes. Chaque cube est constitué de deux faces bleues, deux faces rouges et deux faces jaunes, opposées deux à deux. Chaque dessinateur a une boîte en carton avec deux ouvertures et dans laquelle est caché un assemblage de dix cubes.

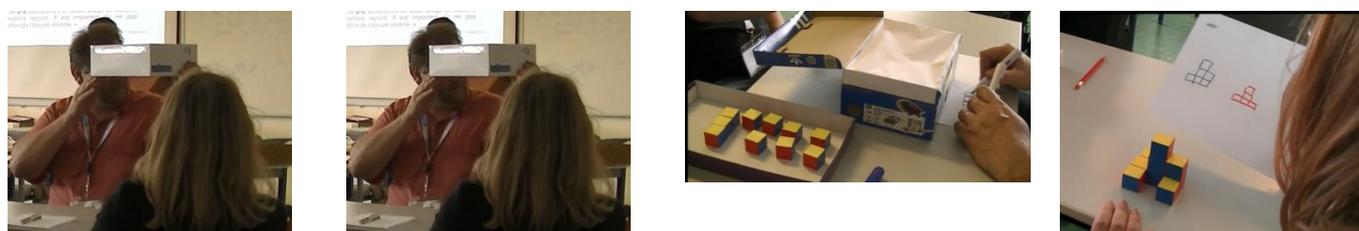


Figure 1. Mise en situation : « C'est dans la boîte »

La consigne est la suivante : « Dans une boîte, j'ai caché un assemblage de 10 cubes. Tous les cubes de l'assemblage sont positionnés de la manière suivante pour la personne qui regarde dans la boîte : la face visible bleue est face à elle, la face visible rouge est du côté des fenêtres de la salle, et la face visible jaune est parallèle au plafond. Deux cubes se touchent toujours par une face. Vous allez vous répartir en groupes de cinq : deux équipes de deux (B-C et D-E) et un joueur seul (A). A regardera par les fenêtres de la boîte et dessinera, à plat (pas en perspective) en deux exemplaires ce qu'il voit puis donnera un dessin à chacune des équipes B-C et D-E. Les équipes B-C et D-E construiront un assemblage de cubes à partir des informations reçues. Il est important de ne pas regarder la production de l'équipe voisine. »

Une fois la tâche réalisée par les dessinateurs et les constructeurs, les deux binômes du même groupe comparent les constructions sans ouvrir les boîtes. Ils constatent en général, avec le dessinateur, que les constructions ne sont pas identiques même si elles correspondent bien aux mêmes vues dessinées.

1.2 Constats et échanges

- La question se pose de savoir pourquoi il y a ces différences de construction. Les équipes ont reçu un plan identique, pourtant il y a plusieurs possibilités de construction conformes aux vues. On fait alors apparaître que si l'on veut construire un seul et même assemblage, il manque une troisième vue, la vue de dessus (la vue jaune).
- Un participant propose d'utiliser un artefact, un appareil photo, pour aider celui qui regarde et dessine. En effet, certains élèves en grande difficulté, n'ayant pas confiance en eux, confirment leur regard par celui de l'appareil photo.

Reprise de la situation : les dessinateurs ouvrent le toit des boîtes, et rendent visible la vue de dessus (jaune) qu'ils ajoutent à leur plan. Puis les constructeurs utilisent la vue de dessus pour modifier leur assemblage initial de 10 cubes, les constructions des deux binômes sont alors – sauf erreur – identiques.

1.3 Mise en commun de la situation de codage-décodage

Les échanges portent d'abord sur les obstacles liés à la situation :

- La position en face à face du dessinateur et des constructeurs qui met les constructeurs en difficulté : il leur est nécessaire d'adopter le point de vue de celui qui a dessiné pour construire, pour orienter les cubes, et il leur est nécessaire d'orienter le dessin pour construire en se mettant à la place du dessinateur (ils font le plus souvent « tourner le dessin » de 180°, ou bien se déplacent effectivement pour se mettre dans la position initiale du dessinateur). L'effet miroir du positionnement des participants est donc une difficulté à prendre en compte.
- La transposition d'une représentation en 3 dimensions (la construction) en une représentation à plat en deux dimensions (le plan). Il est parfois nécessaire d'ajouter des repères pour orienter les faces les unes par rapport aux autres. Par exemple, la vue de face bleue est dépendante de la vue de dessus jaune. Dans le dessin proposé ci-dessous, le participant indique par des « vaguelettes » le plan horizontal qui donne le point de vue du dessinateur. Les constructeurs pourront ainsi adopter le point de vue retenu par le dessinateur.

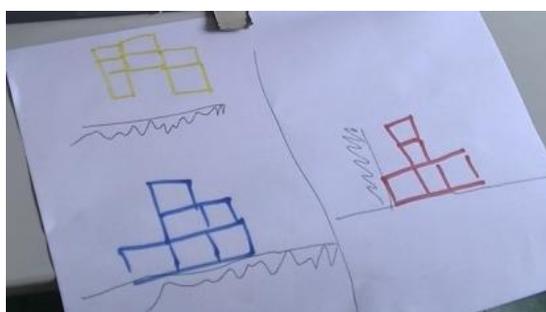


Figure 2. « C'est dans la boîte » : production d'un participant qui indique le plan horizontal (par des vaguelettes)

- L'utilisation de repères fixes aide à réaliser la tâche : prendre des repères fixes dans la salle (les fenêtres, le plafond, la place du dessinateur) aide au repérage pendant la tâche et permet d'avoir des repères communs pour communiquer. Ces repères communs ne sont pas nécessaires pour résoudre la tâche, mais ils facilitent la résolution et permettent la communication.
- Les trois vues permettent de construire sans ambiguïté.

Les obstacles levés sont ensuite mis en parallèle avec des situations d'apprentissage auprès des élèves.

Au niveau de l'espace, il est utile d'aborder avec les élèves :

- les différents points de vue sur les objets : de face, de côté, de dessus ;
- l'utilisation de repères fixes pour s'orienter dans l'espace ;
- des situations où l'on se met à la place de l'autre, où l'on adopte le point de vue de l'autre, en prenant en compte la position relative de la personne qui dessine, qui construit par rapport à l'objet ;
- l'utilisation du dessin comme outil de représentation de l'espace.

2 « Pékin-Express »

2.1 Présentation de l'activité

Le but du jeu est de se repérer sur le plan circulaire d'une ville inconnue.

Les participants sont placés par groupes de cinq joueurs, A, B, C, D et E. A joue le rôle de meneur, B le rôle du secrétaire et C, D, E le rôle des dessinateurs. C, D et E jouent individuellement.

Le meneur reçoit un plan circulaire d'un quartier de la ville de Pékin sans repère symbolique connu des participants. Sur ce plan sont placés deux points : un point rouge qui indique le départ, et un point vert

qui indique l'arrivée. Un itinéraire identifié par des flèches est tracé pour se rendre du point rouge au point vert. Les trois dessinateurs disposent du même plan de la ville, mais sur lequel n'est placé que le point rouge de départ.

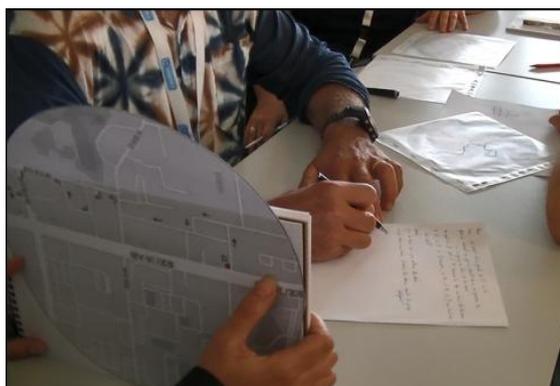


Figure 3. Mise en situation : « Pékin-Express »

Les consignes sont les suivantes :

Pour le meneur : « Mener les trois dessinateurs du point rouge au point vert en les accompagnant uniquement par le langage oral ».

Pour le secrétaire : « Noter mot à mot les instructions du meneur pour garder une trace du message oral donné par celui-ci. »

Pour les dessinateurs : « A l'aide d'un crayon, tracer sur le plan, au fur et à mesure des instructions, le chemin indiqué par le meneur. Aucune question n'est permise sauf pour faire répéter une consigne. »

Après avoir tracé les itinéraires pour se rendre du point rouge au point vert, les participants comparent les trajets obtenus et commentent les façons de se diriger sur le plan. Ils tentent de se mettre d'accord en se référant à la transcription du trajet du secrétaire.

2.2 Mise en commun de la situation de communication : constats et échanges

Selon les groupes, les résultats sont différents : pour certains, les dessinateurs n'ont pas réussi à atteindre le point vert attendu. D'autres ont tracé des itinéraires différents alors que le message reçu était le même. Enfin, certains ont réussi l'exercice demandé.

Les échanges portent sur les obstacles liés à la situation :

- Le plan n'est pas orienté au démarrage : il est circulaire, les repères écrits en mandarin ne sont pas des repères connus pour les participants, les repères absolus (Nord, Sud, Est, Ouest) sont absents. La première difficulté relève de « Comment orienter le plan pour qu'il soit positionné pour tous de la même manière, tant pour les dessinateurs que pour le meneur de jeu ? ». Il s'avère que selon les groupes, l'attention est ou non portée sur la nécessité de trouver une orientation initiale commune, et dans ce cas le vocabulaire utilisé est plus ou moins efficace pour parvenir à cette orientation commune.
- Il faut prendre en compte le point de vue de l'autre quand on utilise des repères relatifs : se situer par rapport à la droite du meneur, la droite du dessinateur, prendre en compte l'effet miroir de la situation qui nécessite de se recentrer toujours par rapport à un repère. Suite aux échanges, il ressort que l'utilisation de repères absolus sur le plan facilite la situation de communication et lève les ambiguïtés de positionnement dans l'espace ; par exemple, « on place l'avenue la plus large horizontalement, avec les deux écritures sur la partie gauche de la feuille ».
- Il est nécessaire d'utiliser un vocabulaire précis pour expliciter le parcours et se comprendre.

2.3 Mise en parallèle des obstacles levés avec des situations d'apprentissages auprès de jeunes élèves

- Nécessité de travailler la notion de point de vue, pour être capable de prendre en compte le point de vue de l'autre, de s'orienter par rapport au point de vue choisi.
- Outiller les élèves avec des premiers outils de représentation –positions et déplacements-, ici oraux, pour qu'ils puissent parler l'espace, le décrire et s'y orienter : « horizontal, haut bas, partie gauche, droite, aller tout droit, tourner à droite... »

Des participants font des analogies avec le langage utilisé dans des situations avec le logiciel « scratch », avec des robots (Beebot), en géométrie.

3 « Plan du quartier de l'ESPE de Blois »

3.1 Présentation

La consigne est la suivante : « Réalisez individuellement un plan de Blois sur lequel figure l'ESPE. Si vous le souhaitez, vous avez le droit de vous lever et de regarder par la fenêtre de la salle ou par celles des couloirs. »

L'entrée dans la tâche est différente selon les personnes. Certains expriment une méconnaissance de Blois et d'autres des difficultés à dessiner. Mais finalement tous les participants tentent de répondre à la consigne.

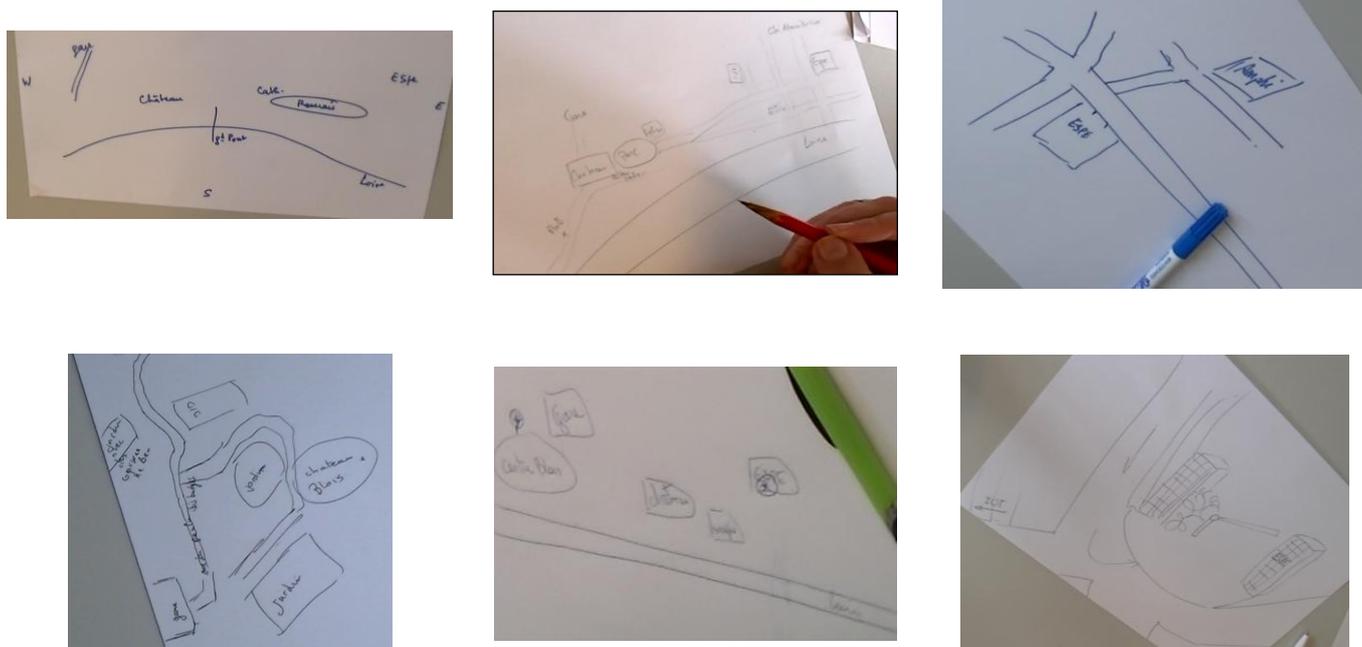


Figure 4. Mise en situation : « Plan du quartier de l'ESPE de Blois ».

3.2 Mise en commun et échanges

Pour démarrer une mise en commun des produits et pour amorcer les échanges, la question posée est : « Comment vous y êtes-vous pris ? »

Pour dessiner ce plan, les participants se sont servis de leur vécu. Ces vécus sont différents selon qu'ils habitent, travaillent dans la région ou s'ils ont fait le trajet « avec leur corps » pour venir au colloque.

- « Etant de la région, j'ai un plan représenté dans la tête, j'ai représenté le nord et le sud. »
- « J'ai suivi le GPS de la voiture, je n'ai donc aucun repère, mais j'ai dû chercher un logement, donc j'ai une représentation synthétique de Blois. »
- « Je suis arrivée avec mon GPS. Comme je n'ai pas mangé avec vous, j'ai été mangé au parc du Château, le long de la Loire, j'ai repéré quelques petites rues. »

Une discussion s'est aussi engagée sur la taille des plans :

« J'ai entendu la consigne et compris qu'il fallait faire un plan de Blois, pas de l'ESPE.

- Oui tu as raison mais notre espace de référence était petit autour de l'ESPE. Mon plan est réduit à celui de l'ESPE. »

Malgré les différences citées ci-dessous, on constate aussi de nombreuses ressemblances.

- La Loire est une référence culturelle commune à toutes les productions. « On sait qu'il y a la Loire. »
- Tous, sauf une personne, ont fait un plan vu d'en haut. En classe, il est nécessaire, pour les élèves, de préciser la notion de plan et d'explicitier ce que cela signifie en terme de point de vue : on dessine avec une vue du dessus. En classe, les élèves dessinent les chaises vues du dessus avec des carrés et ajoutent des pieds au carré....
- Les plans cardinaux apparaissent dans certaines productions.
- Des rues, des grands axes, des châteaux, la gare sont indiqués dans toutes les productions.
- Une certaine proportionnalité dans les distances entre les éléments du plan et les éléments de la réalité apparaît globalement.
- Des formes géométriques sont dessinées pour modéliser : le rectangle pour représenter des bâtiments, par exemple, ou les droites parallèles pour les routes.
- Des flèches pour le sens de circulation de certaines rues ne sont indiquées que sur quelques productions.
- Un participant a représenté les feux rouges, sens interdits, sens uniques avec une vue de face, à plat alors que les autres éléments du plan sont dessinés avec la vue de dessus. Il y a un mélange de points de vue, la représentation n'est pas unifiée.

3.3 Enjeux et difficultés

La consigne est très ouverte car elle ne précise pas l'objectif, afin de ne pas induire certains types de représentations et de faire émerger toutes celles des participants. Cette émergence permet de faire un point sur les implicites liés au codage du plan. Ces implicites sont souvent à l'origine de difficultés d'élèves. Ils ne comprennent pas leurs erreurs car les codages du plan ont une signification : c'est une représentation simplifiée des éléments vus du dessus (point de vue).

Le plan est dessiné sur une feuille. Et dans cette feuille on doit faire « entrer » un « grand » espace dans lequel on vit, on se déplace et que l'on voit de façon séquentielle. Cette contrainte est aussi une difficulté pour les élèves.

III - ÉLÉMENTS THÉORIQUES

Nous croyons qu'un enjeu essentiel des activités sur l'espace est d'amener l'enfant à s'y situer et à s'y repérer. A terme en effet, il s'agit pour lui de « se comprendre dans l'espace » et l'école a un rôle essentiel pour favoriser ce processus de « décentration ». (Brissiaud, 1994a, p. 84)

Partant des orientations qu'indiquent les programmes de l'école maternelle (MEN, 2015), cette citation nous semble correspondre à l'objectif fondamental d'un enseignement de l'espace.

Pour penser et enseigner la structuration de l'espace, nous apportons quelques éléments théoriques, et posons quatre principes.

1 Concepts clés pour penser la structuration de l'espace

1.1 Se situer et se repérer dans l'espace : trois types de représentation de l'espace

Se situer et se repérer dans l'espace requiert des compétences très différentes, selon la tâche proposée.

Pour donner un cadre à notre réflexion sur l'apprentissage de l'espace, nous retiendrons d'abord la distinction entre trois types de représentation spatiale qu'introduit la psychologue Liben (1981, citée par Pêcheux, 1990, p. 22-23).

Le jeune enfant dispose intuitivement, comme l'animal, de ce que Liben appelle la « **mémoire spatiale** », « *savoir implicite qui peut être mis en œuvre en dehors de toute réflexion* », qui lui permettra de « se débrouiller » dans un espace familier (école, quartier), ou de reproduire un agencement d'objets donnés. Mais s'il veut expliciter son trajet pour qu'un camarade qui ne le connaît pas puisse l'effectuer, ou donner des instructions pour que son camarade réalise un agencement d'objets cachés, il ne pourra réussir sans utiliser des outils de représentation: langage et/ou représentation figuratives.

Un apprentissage explicite est alors nécessaire, de ce que Liben appelle des « **produits spatiaux** », « *toutes les productions qui mettent en jeu des relations spatiales : cartes, dessins (...), maquettes, mais également descriptions verbales* ».

Le but d'un apprentissage explicite de l'espace sera alors que l'élève se construise progressivement ce que Liben appelle une « **pensée spatiale** », c'est-à-dire « *toutes les activités mentales portant sur des contenus spatiaux. Ce qui importe ici, c'est le travail de transformation qui est opéré mentalement sur les données, par exemple d'anticiper sur les résultats d'un découpage dans un papier plié* ».

1.2 Décentration

Concernant la structuration de l'espace, une « pensée spatiale » exige de l'enfant qu'il adopte différents points de vue sur un même objet, pour pouvoir effectuer mentalement une action sur cet objet, du lieu où il se trouve. Piaget (1964) définit ainsi la « **centration** » :

*Par exemple, j'avais soutenu [lors de résultats obtenus sur le plan du langage] que la pensée du jeune enfant est égocentrique, non pas dans le sens d'une hypertrophie du moi, mais dans celui d'une **centration du point de vue propre** : il s'agissait donc d'une **indifférenciation initiale des points de vue**, rendant nécessaire une différenciation par décentration pour aboutir à l'objectivité. (p.91-93)*

Pour se représenter un objet ou un espace sans se référer à son seul point de vue d'observateur, l'enfant devra identifier son propre point de vue et accéder au point de vue d'un autre, Piaget (1994) explicite ce processus de « **décentration** » :

Or l'étude du développement sensori-moteur de l'espace, au niveau antérieur à l'acquisition du langage, conduit exactement au même résultat : le développement débute par la construction d'une multiplicité d'espaces hétérogènes (buccal, tactile, visuel..), dont chacun est centré sur le corps ou la perspective propres ; puis, à la suite d'une sorte de révolution copernicienne en petit, l'espace finit par constituer un contenant général, qui contient tous les objets y compris le corps propre et se trouve ainsi entièrement décentré. (Ibid, note 5)

1.3 Se représenter l'espace à partir d'expériences perceptives

Construire une *pensée spatiale* c'est alors, pour l'élève, en reprenant la distinction de Boule (1985) entre trois types de situations, accéder à un *espace représenté*, à partir de son expérience dans *l'espace vécu*, et à travers des *espaces transposés* :

Espace vécu

La situation la plus aisément saisie est celle qui fait intervenir physiquement les enfants, leur position dans un espace défini, leurs mouvements.

Espace transposé

« Par la suite, il est intéressant de faire intervenir une décentration qui reste en rapport étroit avec la situation vécue, par le moyen d'une maquette, par exemple, ou de poupées.

Espace représenté

« A la fin, on fait appel à des représentations externes, construites par les enfants eux-mêmes, soit imagées (dessin), soit verbales (description).

Ces trois types de situations ne correspondent **pas à des étapes chronologiques** mais à des entrées différentes ; les représentations verbales ont leur place dans chaque type de situation et dans les passages entre elles.

1.4 Conceptions d'espaces

Constatant avec Brissiaud (1994a, p.85) que l'enfant « n'a pas du tout les mêmes expériences perceptives suivant la taille de l'espace dans lequel il agit », nous nous appuyerons sur la distinction introduite par Brousseau (2000) entre « trois « conceptions » d'espaces et par conséquent trois « milieux » spatiaux correspondants ».

Le *macro-espace*, que Brousseau (2000, note 9) définit comme « territoire beaucoup trop grand pour qu'il puisse l'embrasser d'un regard ». Il est hors de portée de l'expérience perceptive et motrice (quartier, ville...), et Brissiaud (1994a, p.86) précise : « L'enfant ne peut accéder au *macro-espace* qu'à mesure qu'il s'en approprie les représentations culturelles. »

Le *micro-espace*, que Brousseau (2000, note 7) définit ainsi :

A l'opposé, l'enfant construit ses premières connaissances spatiales dans la manipulation de petits objets. Par le toucher avec ses mains et sa bouche, autant que par la vue, par les mouvements qu'il leur fait subir, il identifie leur consistance, leur forme solide, leurs positions relatives et leurs propriétés. Le micro-espace est le milieu de l'élaboration de la conception du mouvement des objets autres que l'observateur. Il s'agit de conception, pas de taille objective des objets.

Brissiaud précise que :

Dans le « tout petit espace » d'une feuille de papier par exemple, l'enfant dispose d'une vue globale et « unifiante » qui lui permet de considérer simultanément le tout et ses parties (...). Dans ce micro-espace, l'enfant peut apprendre à coordonner des points de vue successifs et locaux avec un point de vue global et simultané. »

Enfin le *méso-espace*, que Brousseau définit à partir d'un certain type de situations vécues par l'enfant.

Les situations où l'enfant doit concevoir ses propres déplacements dans un territoire placé sous le contrôle de sa vue, sont l'occasion de développer des représentations différentes de celles du micro-espace et qui préfigurent celles qui seront nécessaires dans le macro-espace.

1.5 La hiérarchie des géométries selon Piaget

Pêcheux (1990) présente, dans un tableau de Lepecq (1982) (voir ci-dessous), une « hiérarchie des géométries » proposée par Piaget, qui visait à identifier la prise en compte de contraintes de plus en plus nombreuses, dans l'évolution avec l'âge des comportements spatiaux : de l'équivalence⁸⁰ de toutes les formes (équivalences topologiques), on passera par exemple à la restriction de cette équivalence à tous les quadrilatères (équivalence projective) puis à tous les carrés/rectangles (équivalences euclidiennes) jusqu'à différencier ces carrés en fonction de leur dimension (équivalence métrique).

⁸⁰ Dans le tableau, les figures F1 et F2 sont considérées comme équivalentes du point de la géométrie indiquée dans la colonne 1 de la ligne correspondante. Par exemple, F1 et F2, sur la première ligne, sont deux figures fermées équivalentes. L'équivalence topologique permet la constitution, pour une figure donnée, d'une classe regroupant toutes les figures ayant les mêmes propriétés topologiques (continuité, voisinage, séparation, ordre) indiquées dans la troisième colonne du tableau.

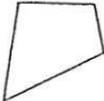
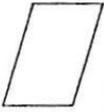
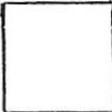
GÉOMÉTRIES	Groupe principal de transformations	Propriétés minimales conservées	Figure initiale F1	Figure transformée F2	Niveaux d'équivalence entre F1 et F2
TOPOLOGIQUE ^	Homéomorphies U	continuité voisinage séparation ordre			Topologique
PROJECTIVE ^	Projectivités U	droite			Topol. + Projectif
AFFINE ^	Affinités U	parallélisme			Topol. + Proj. + Affine
EUCLIDIENNE ^	Similitudes U	angle			Topol. + Proj. + Af. + Euclidien
MÉTRIQUE ^	Isométries U	distance			Topol. + Proj. + Af. + Eucl. + Métrique.

Figure 6 - La hiérarchie des géométries selon Piaget (d'après Lepecq, 1982).

^ relations de subordination entre géométries,
U relations d'inclusions entre groupes de transformations

Figure 5. La hiérarchie des géométries selon Piaget (Lepecq, 1982, cité dans Pêcheux, 1990)

De fait, si l'on pensait développement de l'enfant avec Piaget, on pouvait imaginer une progression qui suive cette hiérarchie des géométries. Mais les travaux de Vigotsky, repris par Pêcheux (1990, p. 20), qui associent développement et apprentissage, nous amènent à penser davantage en termes de « trajectoires locales » faites d'allers et retours entre différents espaces, en jouant sur une nouvelle variable : la familiarité de l'espace considéré : « Les représentations des zones et objets familiers sont organisés selon des règles projectives ou métriques, alors que les espaces flous ou contingents qui les relient ne sont appréhendés qu'au niveau topologique ».

2 Quatre principes pour enseigner l'espace à l'école maternelle

Pour penser l'enseignement de la structuration de l'espace, nous proposons quatre principes, les deux premiers précisent les enjeux essentiels d'apprentissage, les deux suivants concernent leur mise en œuvre avec les élèves.

L'accès à une « pensée spatiale » nous semble conditionné par un double apprentissage :

- **premier principe** : favoriser le processus de « décentration » à l'aide d'un travail sur les perceptions de l'espace, afin d'expérimenter et de nommer différents points de vue ;
- **deuxième principe** : favoriser l'appropriation d'outils de représentation de l'espace, langagiers et figuratifs, pour amener l'élève à utiliser le micro-espace comme « un modèle pour tous les espaces possibles » (Brissiaud, 1994a, p. 86).

Pour cela,

- **troisième principe** : l'enseignant proposera des « tâches clé » visant à développer et expliciter des procédures, à passer de gestes effectifs à des gestes mentaux lors d'allers et retours entre les différents espaces
- **quatrième principe** : l'enseignant mettra en relation différents contextes d'activités spatiales en utilisant des variables.

Nous précisons ci-dessous les tâches, procédures, variables et contextes que nous avons choisis pour cette mise en œuvre avec les élèves.

Des tâches – clés : (se) situer / (se) repérer, (se) déplacer dans l'espace vécu, micro- et méso-espace.

Dans les activités suivantes :

- construire, compléter, transformer, reproduire ;
- représenter : associer une représentation à une situation vécue ;
- nommer, décrire (verbal).

Des procédures :

- premières : se déplacer pour changer de perception et accéder à un nouveau point de vue (expérience vécue) ;
- expertes : changer de point de vue sans bouger en mobilisant les expériences et les points de vue déjà construits.

Des variables sur l'espace :

- tailles d'espace : micro-meso-macro ;
- dimensions : 2D et 3D (et 1D) ;
- types de situations : vécues, transposées, représentées ;
- représentations de l'espace : mémoire, produit, pensée ;
- modes d'appréhension de l'espace : perceptif, instrumenté, déductif ;
- types de géométrie : topologique, projective, affine, euclidienne, métrique

Des contextes :

- situation ritualisée, fonctionnelle, construite ;
- à partir d'expériences vécues dans le quotidien de la classe, dans des espaces familiers ;
- en référence à des histoires qui mettent en scène des personnages réels ou fictifs.

IV - EXPÉRIMENTATIONS

1 Présentation des expérimentations

Les expérimentations que nous présentons se sont déroulées durant une année sur des classes de la toute petite section (TPS) à la grande section (GS) dans le département du Val-d'Oise⁸¹.

La diapositive ci-dessous liste les activités pratiquées et filmées dans les classes (cadre gris), en référence aux trois grands objectifs indiqués (flèches bleues).

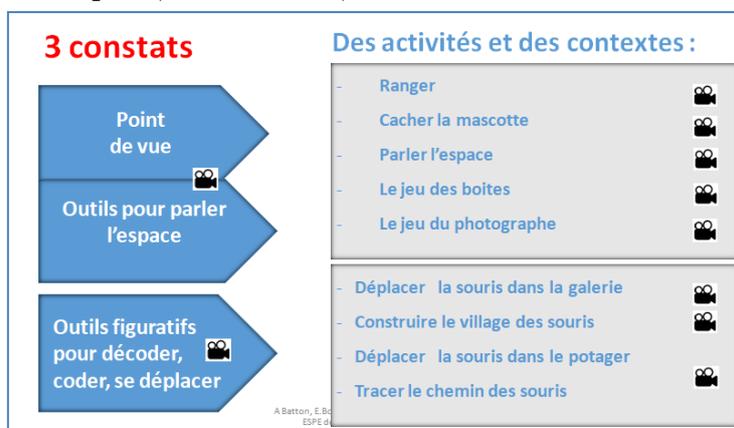


Figure 6. Récapitulatif des activités pratiquées.

⁸¹ Classes d'Émilie Serres à Bezons en TPS, de Joëlle Kneipp à Montigny les Cormeilles en PS, de Céline Pegurri-Tran à Sarcelles et Mélanie Renault à Cergy (MS), et de Natacha Cassan à Sarcelles (GS).

Nous sommes partis de l'observation des élèves, cherchant des éléments qui montrent de quelle manière ils s'appropriaient l'espace. Nous nous sommes aperçus que leurs activités spontanées n'évoluaient pas sans l'intervention de l'enseignante (pas de rangement pour les TPS ; vocabulaire très pauvre pour parler l'espace ; les élèves n'explorent pas tous les espaces de la classe ; les expérimentations avec les constructions sont toujours du même ordre : alignements et empilements ; monter le plus haut possible et faire tomber). Nous avons alors choisi et mis en place des activités pour déclencher l'activité des élèves autour de problématiques liées à l'espace et pour permettre la construction d'apprentissages progressifs.

En TPS et PS, nous avons choisi des activités liées au contexte de la classe, proches du vécu des élèves

- **ranger** à partir de l'album *Lou et Mouf : faut tout ranger !* (J. Ashbe, Ecole des Loisirs, 2003) ;
- **cacher** et **chercher** la mascotte ;
- la lecture de l'album des *Trois petits cochons*, qui devient alors une histoire commune à la classe pour déclencher l'activité de « **se cacher** », et des activités de **construction avec les solides** dans des espaces de tailles différentes (sur la table, dans la salle de motricité, sur le tapis de jeu de la classe) ;
- des jeux traditionnels comme « *promenons-nous dans les bois* ».

En MS et GS, nous avons choisi et utilisé des activités plus décontextualisées :

- le jeu « Go getter » (SmartGames) ;
- les albums de la revue EPS : *Les nuits blanches de Pacha : un album à grandir*, in Les aventures de Pensatou et Têtenlère (revue EPS 2010), et *Sur les traces de Têtenlère : un album à s'orienter* in Les aventures de Pensatou et Têtenlère (revue EPS 2013).

Les situations de classe proposées mettent en lien les deux premiers principes posés lors de la partie théorique (le point de vue, les outils pour parler, coder, décoder, l'espace et s'y déplacer) avec les deux principes suivants (pratiquer des activités, des tâches clés dans des contextes variés).

Ces deux albums sont particuliers, conçus pour un travail en motricité. Il faut donc prendre le temps de faire pratiquer les activités associées et indiquées dans le livret d'accompagnement. Les activités mathématiques proposées en GS ont, dans le livret, un statut de prolongements de celles de motricité ; celles proposées pour les MS ont été imaginées directement à partir l'album. Les enjeux d'apprentissage spatiaux sont respectivement :

- *Pacha* : déplacements dans la maison et codages de ces déplacements, du point de vue d'un personnage (le chat qui regarde les souris par une ouverture du grenier) ;
- *Têtenlère* : découverte de nouveaux produits spatiaux et codage (photos, maquettes, plans, illustrations multiples), l'histoire étant racontée de deux points de vue : récit des amis de Têtenlère, récit de ses amis.

Ces albums sont différents de ceux utilisés en PS et TPS car ils ne sont plus un prétexte à l'activité mais le contexte commun pour faire les activités. Tout ce qui est travaillé peut être fait dans un autre contexte. C'est d'ailleurs ce qu'ont fait des classes de Saint-Ouen l'Aumône en se détachant de l'album et en le transposant dans des activités en salle de motricité.

2 Premières observations, analyse et activités en TPS-PS

2.1 Premier constat lié au premier principe : « le point de vue » :

Prendre en compte le point de vue de l'autre est une compétence qui se construit peu à peu. Dans nos expérimentations, cette compétence n'est pas acquise en TPS. Les vidéos montrent des élèves qui n'ont pas encore compris ce que signifie « se cacher » et restent visibles du regard de celui qui les cherche, ou bien qui se cachent partiellement (sous une table, sous une couverture, derrière une poubelle). Ne voyant plus les autres, ils croient ne plus être visibles...

En PS, cette compétence commence à se construire, avec des écarts importants entre les élèves qui se cachent complètement derrière un assemblage de cartons en tenant compte de la place dans la salle de celui qui les cherche, et celui qui reste assis sur un carton visible de tous. Les élèves sont capables de répondre au problème soulevé par l'enseignante « *Comment faire pour ne pas être vu du loup ?* », de se mettre en posture de chercheur, de se questionner et d'apporter des réponses multiples (construire en hauteur un mur de cartons, se cacher à l'intérieur des boîtes).



Figure 7. Prendre en compte le point de vue l'autre : se cacher.

Dans notre expérimentation, nous avons fait le choix de proposer comme première activité « se cacher soi-même » en pensant que le passage par le corps faciliterait la compréhension de la tâche, et comme deuxième activité « cacher la mascotte de la classe » pour que d'autres la trouvent. Suite aux analyses de situations, aux réponses proposées par les élèves, nous avons constaté qu'il est plus facile de « cacher la mascotte » que de « se cacher » car « se cacher » demande de prendre en compte le point de vue de l'autre, c'est-à-dire se décentrer, ce qui est encore difficile pour nombre d'élèves de cet âge.

2.2 Second constat lié au second principe : « outils pour parler l'espace »

Les élèves ont très peu d'outils, ils manquent de vocabulaire pour « parler » l'espace : ils désignent du doigt, utilisent spontanément les adverbes « là », « ici », sans utiliser les adverbes de position spatiale comme « dessus, dessous, derrière, entre... »



Figure 8. Parler l'espace : manque de vocabulaire.

2.3 Les activités mises en œuvre pour travailler le point de vue et enrichir les représentations spatiales des élèves en TPS et PS

Ranger la classe

Après avoir écouté la lecture de l'album *Lou et Mouf : faut tout ranger*, l'enseignante fait prendre conscience aux élèves du « bazar » de la classe. Les élèves commencent le rangement, accompagnés de l'enseignante qui verbalise leurs actions et les aide à prendre des repères dans la classe :

- identifier les différents espaces de la classe (le bac à véhicule, l'espace cuisine...);
- catégoriser (les voitures vont dans le bac à véhicules, les dinosaures dans le bac à animaux...);
- nommer (accompagnement langagier de l'enseignante très présent).



Figure 9. Ranger la classe.

Prolongement en MS : activité inspirée de (Brissiaud, 1994b).

Sur une feuille, différents objets sont représentés selon différents points de vue. Il est alors possible de mener différentes activités à partir de la fiche, comme : identifier l'objet, aller le chercher dans le bon espace.

Cacher la mascotte

La situation se déroule en différentes étapes autour du thème « cacher la mascotte ».

Dans un premier temps, l'enseignante cache la mascotte dans la classe, puis les élèves la cherchent. Une fois trouvée, l'enseignante photographie la cachette de la mascotte à l'aide d'une tablette numérique. La situation est répétée plusieurs fois afin d'expérimenter plusieurs cachettes et de les prendre en photo en présence des élèves.

Dans un second temps, l'enseignante affiche les différentes photographies des cachettes hors de la classe et demande aux élèves d'émettre des hypothèses sur les lieux représentés par les photos, cachettes potentielles de la mascotte. Elle cache à nouveau la mascotte dans l'une des cachettes maintenant identifiées. Le groupe classe part à sa recherche, en se référant aux hypothèses de départ.



Figure 10. Les cachettes de la mascotte.

Dans cette situation, l'enseignante amène les élèves, en contexte, à construire et utiliser des objets spatiaux de nature différente :

- **des produits spatiaux langagiers, à l'oral.** L'enseignante accompagne par le langage les actions des élèves, commente les situations vécues : elle apporte du vocabulaire pour nommer les objets, elle utilise des adverbes de position pour enrichir les compétences langagières des élèves. Les élèves commencent à émettre des hypothèses pour parler l'espace à partir d'un espace vécu.
- **des produits spatiaux figuratifs : les photos.** Les élèves utilisent un langage d'évocation en commentant les photographies, ils commencent à construire une pensée spatiale en émettant des hypothèses et commencent ainsi à organiser un espace vécu.

3 Premières observations, analyse et activités en MS-GS

Nous décrivons des activités mises en œuvre pour travailler le point de vue et enrichir les représentations spatiales des élèves en MS et GS.

Parler l'espace - MS

Les objectifs principaux de ces activités sont de parler l'espace et de construire les premières représentations spatiales à différentes échelles (maquette et parcours de motricité). Les activités se rattachent à l'histoire de Pacha (culture commune construite par la lecture et la mise en scène de l'histoire).

			
<p>Après avoir fabriqué un film d'animation montrant les souris qui se déplacent sur un parcours de la cuisine, les élèves, avec l'aide de la maîtresse, utilisent un vocabulaire spatial adéquat. Ils construisent un premier produit spatial. Des difficultés apparaissent avec les termes « à l'intérieur » et « en dessous ».</p>	<p>Les élèves construisent un parcours « comme les souris » en salle de motricité. Ils se déplacent sur ce parcours et parlent leur déplacement. L'enseignante et les autres élèves de la classe continuent à construire un vocabulaire commun pour parler l'espace et les déplacements.</p>	<p>En classe, avec du matériel de la vie quotidienne trouvé dans une cuisine, les élèves construisent un parcours pour les souris. Ils déplacent les souris sur leur parcours et verbalisent les déplacements. Une confusion fréquente de vocabulaire apparaît entre « sur » et « par-dessus ».</p>	<p>Après avoir construit un court parcours, un élève dicte à un autre le déplacement. Pour être compris, il devra utiliser les bons produits spatiaux : le bon vocabulaire.</p>

Le jeu des boîtes - MS

L'objectif principal de cette activité est d'aider les élèves à prendre en compte le point de vue de l'autre. Les boîtes ont été construites en fonction des pièces de la maison. La mise en activité a un lien avec l'histoire du livre : les souris ne doivent pas être vues par le chat.

Les élèves ont une boîte avec quatre trous de couleurs différentes. Le but du jeu est de cacher la souris pour qu'on ne la voie pas à travers le trou bleu. L'enfant vérifie à chaque fois et comprend que pour être caché il faut prendre en compte le point de vue de celui qui le regarde.

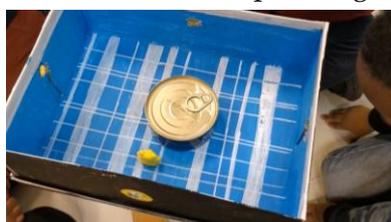


Figure 11. Le jeu des boîtes : cacher la souris.

Le jeu du photographe - GS

Cette activité est inspirée de l'atelier « Jeu du photographe » (Brissiaud, 1994b). L'objectif est d'adopter un point de vue et de décrire une image avec du vocabulaire spatial. C'est une activité « décrochée ».

Les élèves ont différentes photos de la cour. Dans la cour sont disposés des « appareils photos » (plot avec masque de visée). Les élèves doivent alors trouver à quel endroit s'est positionné le photographe pour prendre la photo.

Sous le plot a été déposée la photo-réponse (activité autocorrective).

Lorsque les élèves décrivent les photos ils prendront conscience des différents plans d'une photo. Même si l'on voit un toboggan sur deux photos, elles ne sont pas forcément prises du même endroit. Il faudra alors discuter des autres éléments de la photo par rapport au toboggan et de « l'éloignement » de celui-ci par rapport au photographe, par exemple.



Figure 12. Le jeu du photographe.

Construire le village des souris - GS

L'objectif est de construire un produit spatial (maquette) en verbalisant les étapes de construction. Les élèves devront aussi opérer des corrections en fonction des propositions des autres élèves.

A partir du poster du village, les élèves construiront le village des souris. Les maisons pourront être construites avec des cubes ou des boîtes de médicaments.

Pour les élèves les plus en difficulté, les premières maquettes devront être proches de la réalité (par exemple : coller des photocopies des éléments sur du rouleau de papier toilette pour garder la verticalité).

Déplacer la souris dans le potager et tracer le chemin des souris - GS

L'objectif principal est de comparer des produits spatiaux afin de les comprendre et d'en comprendre les représentations.

			 <p>"Ensuite on passe tout droit entre..."</p>
<p>Les élèves construisent une maquette du potager avec des Kaplas, des cubes et d'autres objets de la classe utiles, tels que la boîte à mouchoirs pour la serre.</p> <p>Avec l'aide de la maîtresse, ils font correspondre chaque élément de la maquette à celui du poster (vérification collective ou par groupe).</p> <p>La maquette devient un produit spatial de référence dont chaque élément est reconnu de tous.</p>	<p>Un élève ou la maîtresse dicte un déplacement à un élève qui doit l'effectuer dans la maquette du potager.</p> <p>Les élèves doivent bien repérer les éléments et utiliser un vocabulaire de déplacement correct.</p>	<p>Après avoir comparé la maquette du potager avec un plan du potager, un élève dessine un chemin sur le plan pour le dicter aux autres. C'est la première fois qu'ils rencontrent ce produit spatial. Ils doivent comprendre que c'est une représentation du potager, au même titre que la photographie ou la maquette, mais avec un codage différent et une vue de dessus.</p> <p>De nombreux élèves, lors de la dictée du déplacement dans le plan, ne nomment pas les éléments du potager mais les figures géométriques : « Tourne au carré, traits, là... ».</p>	

		
<p>Même situation que la précédente, sauf que la situation se prête davantage à comprendre la vue de dessus. En effet, un oiseau porte Têtenlère sur son dos pour le ramener au village et lui donne un plan pour lui indiquer le trajet.</p> <p>Les élèves doivent comparer les deux représentations et placer sur le plan des formes qui leur permettront de mémoriser des éléments du trajet. La forme « disque » posera problème. Les élèves comprendront à force de comparaison que c'est un arbre car, vu de haut, « un arbre c'est rond. »</p>	<p>Ces activités sont des entraînements au codage et décodage d'un plan. Elles sont inspirées de situations de (Brissiaud, 1994b).</p> <p>Première activité : un élève trace un chemin passant par quatre lieux sur le plan. Le deuxième élève devra, sur la matrice des chemins, coller les quatre images correspondantes.</p> <p>Deuxième activité : situation inverse. Sur la matrice des chemins, un élève place quatre lieux dessinés. Un autre devra dessiner le chemin sur le plan.</p>	

V - CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'accueil, par les participants de l'atelier, de nos propositions, tant théoriques que didactiques, a conforté nos hypothèses de travail et l'intérêt de poursuivre notre recherche concernant :

- la nécessité de réfléchir des « trajectoires locales » (Pêcheux, 1990, p.30) pour concevoir l'apprentissage de l'espace chez l'enfant, d'où la perspective d'envisager de nouvelles expérimentations dans les classes, dans des directions complémentaires, à partir des éléments théoriques apportés, et les propositions d'autres collègues. L'équipe du CREM, qui a proposé une communication au colloque (Guissard et Lambrecht, 2019), a apporté une approche différente et complémentaire de l'apprentissage de la structuration de l'espace.
- la formation des enseignants : l'intérêt d'une démarche qui articule des mises en situations, apports théoriques et présentations d'expérimentations conduites dans les classes des différents niveaux concernés, à partir de documents filmés.

Comme perspective théorique, Batton propose de réfléchir sur l'outil suivant inspiré du tableau sur le calcul mental de la COPIRELEM (2012), construit sur un exemple :

Procédures : fonctionnement cognitif Productions à construire ou à utiliser	Expérience effective, « mémoire spatiale » et « produits spatiaux » : actions matérielles	Pensée spatiale : actions mentales ou déplacements mentaux
Produit langagier	Ex : décrire un chemin en le parcourant	Ex : décrire un chemin en regardant un film, décrire un chemin de mémoire ou décrire un chemin d'après une représentation codée

Représentation 3D	Ex : construire une maquette comme premier modèle d'un espace ou d'une structure ex : se déplacer autour d'une maquette pour la voir sous différents points de vue ou déplacer des objets à l'intérieur	Ex : construire mentalement une maquette ex : s'y déplacer mentalement pour avoir différents points de vue ou y déplacer mentalement des objets
Représentation 2D -figurative -abstraite (modélisée, symbolique)	Photo, dessin ou figure codée	images mentales planes

Le travail présenté lors de l'atelier est le fruit de deux ans d'action-recherche. Il n'a pas vocation à être modélisant mais vise à fournir aux enseignants et aux formateurs des outils qui vont être mis en ligne sur le site de la DSDEN 95⁸² : un rappel des concepts, des principes; des scénarios d'enseignement illustrés par des micro-vidéos; des activités complémentaires (albums, arts plastiques, motricité...).

Le groupe travaille actuellement à l'élaboration d'un parcours hybride présentant ces outils.

VI - BIBLIOGRAPHIE

Boule, F. (1985). *Manipuler, organiser, représenter, prélude aux mathématiques*. A. Colin.

Brissiaud, R. (1994a). *J'apprends les maths GS, Livre du maître*, Retz.

Brissiaud, R. (1994b). *La mallette de Géom.* Retz.

Brousseau, G. (2000). Les propriétés didactiques de la géométrie élémentaire, L'étude de l'espace et de la géométrie. Conférence publiée dans les *Actes du Séminaire de Didactique des Mathématiques*, Rethymon (Grèce).

COPIRELEM (2012). *Calcul mental à l'école primaire*. Collection Ressources et formation. ARPEME : Paris, 2012.

Emprin, F. et Rajain, C. (2004). *Apprendre à (se) représenter l'espace*. AIS Adapter les pratiques Intégrer les élèves, SCEREN, CRDP Champagne Ardennes.

Guissard, M.-F. et Lambrecht, P. (2019). Math & Manips : favoriser l'apprentissage de l'organisation spatiale par la manipulation à l'école maternelle. *Actes du 45^{ème} colloque de la Copirelem, Blois*, IREM Centre Val de Loire.

MEN (2015). B.O. spécial n°2 du 26 mars 2015, Programme de l'enseignement de l'école maternelle.

Pêcheux, M.-G. (1990). *Le développement de la structuration de l'espace chez l'enfant*. Nathan Université.

Piaget, J. (1964). *La pensée du jeune enfant, Six études de psychologie*. Folio, Essais, Gallimard.

⁸²DSDEN 95 pédagogie maternelle : <http://www.ac-versailles.fr/dsden95/pid37119/ecole-maternelle.html>, consulté en mars 2019.

VII - ANNEXE 1 : FICHE DE PRÉPARATION « C'EST DANS LA BOITE »

Activité : encodage – décodage

Principes travaillés :

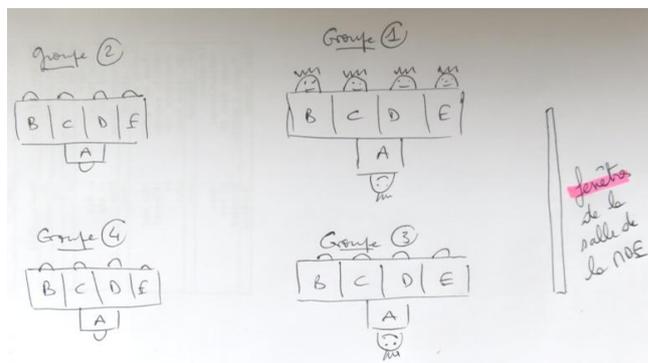
- utiliser différents **points de vue** pour décrire un assemblage de cubes orienté
- utiliser des **produits spatiaux** pour communiquer, décrire : représentation par dessin (on dessine ce que l'on voit)
- lire des représentations, des dessins : **adopter le point de vue** de celui qui encode pour construire à son tour

But du jeu :

- dessiner des vues d'un assemblage (joueur A) ;
- construire à partir d'un dessin le même assemblage de 10 cubes que celui caché dans une boîte (joueurs B-C-D-E)

Mise en œuvre :

- nombre de joueurs par équipe : 5 (A-B-C-D-E).
- A est dessinateur, B, C et D, E sont deux équipes de constructeurs. Le joueur A est placé face aux deux équipes de joueurs B-C/ D-E
- matériel : 30 cubes par équipe de 5 joueurs (chaque cube est constitué de deux faces bleues, deux faces rouges et deux faces jaunes, opposées deux à deux), une boîte en carton sur laquelle on aura découpé deux ouvertures, 3 feutres de couleur (Bleu, rouge, jaune)



Matériel :

- 12 boîtes découpées
- 360 cubes (extraits de boîtes de jeux STRUCTURO)
- 36 feutres ou crayons de couleur : 12 bleus, 12 jaunes, 12 rouges

Mise en situation :

- 1- Présenter le jeu et la position des cubes à partir d'un exemple que l'on gardera comme référence ensuite sur la table.
- 2- « Dans une boîte, j'ai caché un assemblage de 10 cubes. Tous les cubes de l'assemblage sont positionnés de la manière suivante pour la personne qui regarde dans la boîte : la face visible bleue est face à elle, la face visible rouge est du côté des fenêtres de la salle, et la face visible jaune est parallèle au plafond. Deux cubes se touchent toujours par une face ».



Le placement des joueurs en face à face va demander aux récepteurs de prendre en compte le point de vue de A quand il a dessiné. Pour la construction des assemblages des cubes, l'orientation des faces ne sera plus la même (rotation de 180°). La face rouge risque de poser problème.

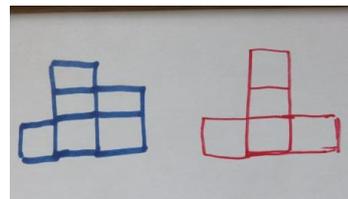
3- Présenter le déroulement et le but du jeu

« Vous allez vous répartir en groupes de cinq : deux équipes de deux (B-C et D-E) et un joueur seul (A).

- A regardera par les fenêtres de la boîte et dessinera en deux exemplaires ce qu'il voit puis donnera un dessin à chacune des équipes B-C et D-E.
- Les équipes B-C et D-E construiront un assemblage de cubes à partir des informations reçues. Il est important de ne pas regarder la production de l'équipe voisine. ».



- 4- **A regarde par les deux fenêtres du carton** (face à lui, du côté de la fenêtre) et **dessine** ses deux vues sur une même feuille, en deux exemplaires (deux feuilles).

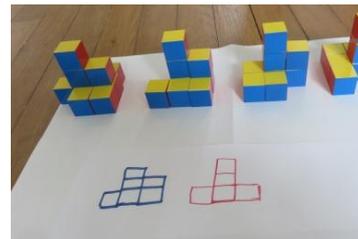


- 5- **C et D-E construisent un assemblage à partir de la feuille reçue** avec les deux vues.

On compare les constructions des deux binômes d'un même groupe puis de l'ensemble des binômes de la salle (soit 8 constructions) **sans ouvrir les boîtes**.

On constate : Les constructions ne sont pas toutes identiques.

- On vérifie que toutes les constructions correspondent aux vues dessinées.
- On se pose la question, pourquoi il y a des différences ?
- Il y a plusieurs possibilités conformes aux vues.
- Si l'on veut construire un seul et même assemblage, il manque une vue, la vue de dessus (la vue jaune).

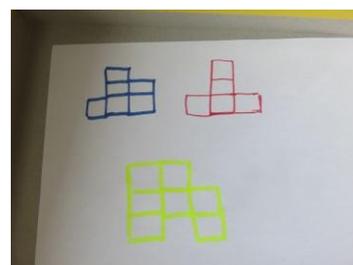


- 6- A reprend la feuille et **ajoute le dessin de la vue de dessus**.

Puis il redonne la feuille à B-C/ D-E qui **construisent** à partir de la nouvelle information.

Dans chaque groupe, on **compare** les constructions de B-C et D-E à celle de A cachée dans la boîte.

Normalement, les constructions et le modèle sont identiques. S'il y a des différences, chercher et analyser les erreurs.



- 7- **Mise en commun** : faire verbaliser les procédures, les difficultés de lecture, de construction.

- *orientation des cubes- prendre des repères fixes dans la salle qui vont aider au repérage pendant la tâche et devenir des repères communs pour communiquer. Toutes les équipes ont été placées dans la même position, les repères (fenêtres...) sont donc communs Ces repères communs ne sont pas nécessaires pour résoudre la tâche, mais ils facilitent la résolution puis permettent la communication ;*
- *adapter son regard (adopter le point de vue de celui qui a construit) ;*
- *transposer le dessin à la construction (dessin à plat, en 2 D, construction en 3D – passage qui peut poser problème), et changement d'orientation du dessin.*

Au niveau de l'espace, qu'a-t-on abordé ?

- *les différents points de vue sur les objets : de face, de côté, de dessus ;*
- *l'orientation du dispositif (les joueurs face à face, la position de la boîte, l'orientation du dessin) par rapport à des repères fixes (la fenêtre-le plafond) ;*
- *les points de vue des différents joueurs selon leur position (relative) par rapport à l'objet, position différente pour le dessinateur et les constructeurs ;*
- *la représentation par le dessin, un outil pour décrire l'espace.*

- 8 - **Reprendre une nouvelle situation de jeu, en changeant de A (si le temps le permet)**

A construit librement avec 10 cubes, dessine les trois vues et donne à B-C/D-E qui construisent à leur tour. Nouveaux échanges.



VIII - ANNEXE 2 : FICHE DE PRÉPARATION « PEKIN EXPRESS »

Activité : Faire émerger les obstacles au déplacement à l'aide d'un message oral.

Principes travaillés :

- Se construire des **points de vue** grâce au langage : en haut, en bas, à gauche, à droite, à côté, au-dessus, au-dessous, entre, devant, derrière, deuxième, troisième, rectangle... (principe 1)
- **Concevoir l'espace, construire une pensée spatiale :** Parler l'espace selon les positions (absolues, relatives, orientation, déplacement). (Principe 1)
- **Accéder à des produits spatiaux.** Repérer un chemin dans une ville inconnue sur une représentation en deux dimensions en utilisant un vocabulaire spatial. (Principe 2)

But du jeu : se repérer sur le plan circulaire d'une ville inconnue.

Mise en œuvre : nombre de joueurs par équipe 5 (1 meneur et 4 participants).

Matériel : des plans circulaires plastifiés d'un quartier de la ville de Pékin sans repère symbolique connu des participants. (format A3).

- Le meneur dispose d'un plan circulaire de la ville contenant un point rouge (départ) et un point vert (arrivée).
N.B. : Plusieurs plans de meneur sont à prévoir pour pouvoir rejouer une seconde partie avec un autre meneur.
- Les 4 participants disposent d'un plan de la ville contenant un point rouge (départ) uniquement.
- Des feutres effaçables (un par participant).



Plan d'un quartier de PEKIN

Mise en situation

1. Distribution des plans

Consigne : « Dans votre groupe de cinq, choisissez celui qui sera le meneur du groupe et celui qui écrira les instructions du meneur. Les trois autres participants auront à construire le trajet.

Nous allons vous distribuer le plan d'un quartier de la ville de Pékin. »

Distribution des plans :

- Un plan avec un point rouge et vert pour le meneur.
- Des plans avec un point rouge pour chaque participant.

Attention ! Veillez à ce que les participants ne visualisent pas le plan du meneur.

Remarque pour les formateurs : les outils de repérage ont volontairement été supprimés.

2. Présenter le déroulement et le but du jeu

Consignes :

Pour le meneur : « Tu vas tenter de mener ton équipe du point rouge au point vert en les accompagnant uniquement par le langage oral. Tu traceras ce trajet sur ton plan. »

Pour le secrétaire : « Tu noteras mot à mot les instructions du meneur pour en garder une trace. »

Pour les autres participants : « Le meneur doit vous conduire du point rouge (départ) au point d'arrivée connu de lui seul. A l'aide du feutre, vous tracerez sur votre plan, au fur et à mesure des instructions, le chemin indiqué par le meneur. Aucune question n'est permise sauf pour faire répéter une consigne. »

Remarque pour le formateur : on s'attachera à repérer et noter le vocabulaire utilisé, vocabulaire quotidien (lac, étang, jardin, parc ...), lexique spatial (en haut, en bas, à gauche, à droite, à côté, au-dessus, en-dessous, entre, devant, derrière, perpendiculaire, première, deuxième, troisième, rectangle...)

3. Comparaison au sein de chaque équipe

Au bout de 5 minutes environ les participants comparent les trajets et commentent les façons de se diriger sur le plan et tentent de se mettre d'accord en se référant à la transcription du trajet.

Remarque pour les formateurs :

on vérifiera que chacun des trajets est conforme à la transcription (premier niveau de validation)

Ensuite seulement le meneur dévoile son plan.

Remarque pour les formateurs : on vérifiera alors la conformité de la description du trajet au trajet initialement choisi (deuxième niveau de validation)

4. Mise en commun

En grand groupe, faire verbaliser :

- les difficultés rencontrées,
- les réussites ;
- les procédures.
 - Faire émerger les obstacles au déplacement à l'aide d'un message oral.
 - Parler des difficultés à se repérer sur une représentation en deux dimensions sans repère fixe (familier).
 - Faire prendre conscience de la nature de l'accompagnement langagier nécessaire pour parler l'espace (quotidien, spatial précis..).
 - Faire comprendre les repères, les codages utilisés pour se repérer et se déplacer sur le plan
 - Verbaliser les positions et les déplacements choisis.

5. Rejouer en changeant le meneur (si possible)

Chaque équipe choisit un nouveau meneur et un nouveau secrétaire.

Prendre un nouveau plan de meneur avec de nouveaux points de repères de départ et d'arrivée.

IX - ANNEXE 3 : FICHE DE PRÉPARATION PLAN DU QUARTIER DE L'ESPE DE BLOIS

Activité : Produire un produit spatial – dessiner le quartier

Principes travaillés :

- Construire une représentation spatiale (plan) de l'espace vécu (mésos) dans le micro-espace devenant « un modèle pour tous les espaces possibles »
- Pratiquer des tâches-clé (se situer, se repérer) dans l'espace vécu (mésos), dans le petit espace (micro), et articulées lors d'allers et retour entre des problèmes posés dans ces différents d'espaces (tailles différentes, vécus ou représentés).
- Utiliser des **produits spatiaux** pour communiquer, décrire : représenter un plan d'un espace vécu (mésos-espace) par un dessin (micro-espace) pour être compris de tous et être le plus proche de la réalité.

But du jeu :

- Dessiner le plan de Blois avec l'ESPE
- Comparer les différents plans produits
- Faire émerger les principes de construction pour prendre conscience des enjeux de cette activité.

Mise en œuvre : individuelle puis collective pour la comparaison.

Matériel :

- Feuille et crayon
- Les vues par différentes fenêtres de l'ESPE.

Mise en situation :

1. Demander à chacun de construire le plan de Blois avec l'ESPE.

Pour ceux qui ne connaissent pas, ils peuvent se déplacer dans la salle, voire dans la salle d'à côté si cela leur semble nécessaire.

Ce travail est à **faire individuellement**.

Pendant ce temps-là le formateur observe les productions et prend des indices pour la mise en commun : sur les productions et réflexions de chacun (ex : où s'arrête le quartier, la forme de l'ESPE : rectangle, T, U..., la distance entre les différents constituants du plan, nécessité d'écrire des mots, les participants dessinent-ils des objets mobiles, tels que les voitures, dessinent-ils des arbres, pourquoi ?)

2. **Mise en commun :** Questionner les participants pour faire émerger les principes de production.

Comment vous y êtes-vous pris ?

Par où avez-vous commencé ?

Vos constituants du plan se ressemblent-ils ? Pourquoi ? Quelles sont les différences ?

Est-on dans le même espace lorsqu'on parle du quartier et de son plan ? Quelles vont être alors les difficultés pour la représentation ?

...

Comparaison des productions pour faire émerger les enjeux de la construction du plan.

- a. L'expérience et la connaissance des lieux. Selon l'expérience l'ESPE ne sera pas dessinée au même endroit (centre ou non de la feuille). Si c'est une expérience à partir d'un trajet, l'ESPE sera probablement soit au début du trajet représenté, soit à la fin. Si les personnes connaissent le quartier, elle sera probablement au centre.
 - b. « Séquençage » de l'espace vécu pour le représenter sur une feuille donnant une vue globale du « tout » en une fois.
 - c. Utilisation d'objets géométriques identiques (rectangle pour les bâtiments, droites ou courbes pour les routes...). Connaissances « scolaire » car on sait qu'un plan est une vue du **dessus** du quartier. Il n'a pas été utile de le préciser dans la consigne. Souvent l'ESPE sera représentée par un rectangle unique, or elle ne l'est pas.
3. Comparer avec un vrai plan – facultatif

X - ANNEXE 4 : EXTRAITS DES PROGRAMMES DE L'ÉCOLE MATERNELLE CONCERNANT LA STRUCTURATION DE L'ESPACE (2015)

Le domaine « Mobiliser le langage dans toutes ses dimensions » réaffirme la place primordiale du langage à l'école maternelle comme condition essentielle de la réussite de toutes et de tous. La stimulation et la structuration du langage oral d'une part, l'entrée progressive dans la culture de l'écrit d'autre part, constituent des priorités de l'école maternelle et concernent l'ensemble des domaines.

Les domaines « Agir, s'exprimer, comprendre à travers l'activité physique » ; « Agir, s'exprimer, comprendre à travers les activités artistiques » permettent de développer les interactions entre l'action, les sensations, l'imaginaire, la sensibilité et la pensée.

Les domaines « Construire les premiers outils pour structurer sa pensée » et « Explorer le monde » s'attachent à développer une première compréhension de l'environnement des enfants et à susciter leur questionnement. En s'appuyant sur des connaissances initiales liées à leur vécu, l'école maternelle met en place un parcours qui leur permet d'ordonner le monde qui les entoure, d'accéder à des représentations usuelles et à des savoirs que l'école élémentaire enrichira.

4. Construire les premiers outils pour structurer sa pensée

4.2. Explorer des formes, des grandeurs, des suites organisées

Très tôt, les jeunes enfants discernent intuitivement des formes (carré, triangle...) et des grandeurs (longueur, contenance, masse, aire...). À l'école maternelle, ils construisent des connaissances et des repères sur quelques formes et grandeurs. L'approche des formes planes, des objets de l'espace, des grandeurs, se fait par la manipulation et la coordination d'actions sur des objets. Cette approche est soutenue par le langage : il permet de décrire ces objets et ces actions et favorise l'identification de premières caractéristiques descriptives. Ces connaissances qui resteront limitées constituent une première approche de la géométrie et de la mesure qui seront enseignées aux cycles 2 et 3.

4.2.1. Objectifs visés et éléments de progressivité

Très tôt, les enfants regroupent les objets, soit en fonction de leur aspect, soit en fonction de leur utilisation familière ou de leurs effets. À l'école, ils sont incités à « mettre ensemble ce qui va ensemble » pour comprendre que tout objet peut appartenir à plusieurs catégories et que certains objets ne peuvent pas appartenir à celles-ci.

Par des observations, des comparaisons, des tris, les enfants sont amenés à mieux distinguer différents types de critères : forme, longueur, masse, contenance essentiellement. Ils apprennent progressivement à reconnaître, distinguer des solides puis des formes planes. Ils commencent à appréhender la notion d'alignement qu'ils peuvent aussi expérimenter dans les séances d'activités physiques. L'enseignant est attentif au fait que l'appréhension des formes planes est plus abstraite que celle des solides et que certains termes prêtent à confusion (carré/cube).

L'enseignant utilise un vocabulaire précis (cube, boule, pyramide, cylindre, carré, rectangle, triangle, cercle ou disque (à préférer à « rond ») que les enfants sont entraînés ainsi à comprendre d'abord puis à utiliser à bon escient, mais la manipulation du vocabulaire mathématique n'est pas un objectif de l'école maternelle.

Par ailleurs, dès la petite section, les enfants sont invités à organiser des suites d'objets en fonction de critères de formes et de couleurs ; les premiers algorithmes qui leur sont proposés sont simples. Dans les années suivantes, progressivement, ils sont amenés à reconnaître un rythme dans une suite organisée et à continuer cette suite, à inventer des « rythmes » de plus en plus compliqués, à compléter des manques dans une suite organisée.

4.2.2. Ce qui est attendu des enfants en fin d'école maternelle

- Classer des objets en fonction de caractéristiques liées à leur forme. Savoir nommer quelques formes planes (carré, triangle, cercle ou disque, rectangle) et reconnaître quelques solides (cube, pyramide, boule, cylindre).
- Classer ou ranger des objets selon un critère de longueur ou de masse ou de contenance.
- Reproduire un assemblage à partir d'un modèle (puzzle, pavage, assemblage de solides).
- Reproduire, dessiner des formes planes.
- Identifier le principe d'organisation d'un algorithme et poursuivre son application.

5. Explorer le monde

5.1. Se repérer dans le temps et l'espace

Dès leur naissance, par leurs activités exploratoires, les enfants perçoivent intuitivement certaines dimensions spatiales et temporelles de leur environnement immédiat. Ces perceptions leur permettent d'acquérir, au sein de leurs milieux de vie, une première série de repères, de développer des attentes et des souvenirs d'un passé récent. Ces connaissances demeurent toutefois implicites et limitées. L'un des objectifs de l'école maternelle est précisément de les amener progressivement à considérer le temps et l'espace comme des dimensions relativement indépendantes des activités en cours, et à commencer à les traiter comme telles. Elle cherche également à les amener à dépasser peu à peu leur propre point de vue et à adopter celui d'autrui.

5.1.1. Objectifs visés et éléments de progressivité

L'espace

Faire l'expérience de l'espace

L'expérience de l'espace porte sur l'acquisition de connaissances liées aux déplacements, aux distances et aux repères spatiaux élaborés par les enfants au cours de leurs activités. L'enseignant crée les conditions d'une accumulation d'expériences assorties de prises de repères sur l'espace en permettant aux enfants de l'explorer, de le parcourir, d'observer les positions d'éléments fixes ou mobiles, les déplacements de leurs pairs, d'anticiper progressivement leurs propres itinéraires au travers d'échanges langagiers. L'enseignant favorise ainsi l'organisation de repères que chacun élabore, par l'action et par le langage, à partir de son propre corps afin d'en construire progressivement une image orientée.

Représenter l'espace

Par l'utilisation et la production de représentations diverses (photos, maquettes, dessins, plans...) et également par les échanges langagiers avec leurs camarades et les adultes, les enfants apprennent à restituer leurs déplacements et à en effectuer à partir de consignes orales comprises et mémorisées. Ils établissent alors les relations entre leurs déplacements et les représentations de ceux-ci. Le passage aux représentations planes par le biais du dessin les amène à commencer à mettre intuitivement en relation des perceptions en trois dimensions et des codages en deux dimensions faisant appel à certaines formes géométriques (rectangles, carrés, triangles, cercles). Ces mises en relations seront plus précisément étudiées à l'école élémentaire, mais elles peuvent déjà être utilisées pour coder des déplacements ou des représentations spatiales. De plus, les dessins, comme les textes présentés sur des pages ou les productions graphiques, initient les enfants à se repérer et à s'orienter dans un espace à deux dimensions, celui de la page mais aussi celui des cahiers et des livres.

Découvrir différents milieux

L'enseignant conduit les enfants de l'observation de l'environnement proche (la classe, l'école, le quartier...) à la découverte d'espaces moins familiers (campagne, ville, mer, montagne...). L'observation des constructions humaines (maisons, commerces, monuments, routes, ponts...) relève du même cheminement. Pour les plus grands, une première approche du paysage comme milieu marqué par l'activité humaine devient possible. Ces situations sont autant d'occasions de se questionner, de produire

des images (l'appareil photographique numérique est un auxiliaire pertinent), de rechercher des informations, grâce à la médiation du maître, dans des documentaires, sur des sites Internet. Cette exploration des milieux permet aussi une initiation concrète à une attitude responsable (respect des lieux, de la vie, connaissance de l'impact de certains comportements sur l'environnement...).

À partir des expériences vécues à l'école et en dehors de celle-ci par les enfants de la classe et des occasions qu'il provoque, l'enseignant favorise également une première découverte de pays et de cultures pour les ouvrir à la diversité du monde. Cette découverte peut se faire en lien avec une première sensibilisation à la pluralité des langues.

5.1.2. Ce qui est attendu des enfants en fin d'école maternelle

...- Situer des objets par rapport à soi, entre eux, par rapport à des objets repères.

- Se situer par rapport à d'autres, par rapport à des objets repères.

- Dans un environnement bien connu, réaliser un trajet, un parcours à partir de sa représentation (dessin ou codage).

- Élaborer des premiers essais de représentation plane, communicables (construction d'un code commun).

- Orienter et utiliser correctement une feuille de papier, un livre ou un autre support d'écrit, en fonction de consignes, d'un but ou d'un projet précis.

- Utiliser des marqueurs spatiaux adaptés (devant, derrière, droite, gauche, dessus, dessous...) dans des récits, descriptions ou explications

XI - ANNEXE 5 : ÉLÉMENTS THÉORIQUES (DANS L'ORDRE D'APPARITION)

Les différents niveaux de représentations spatiales, Liben

Extraits de (Pêcheux, 1990), p. 22-23.

Au cours de la résolution d'un problème spatial, perception, représentation, opérations spatiales interagissent constamment.

Des mécanismes et des stratégies différentes peuvent mener à des performances identiques, et ce qui est obtenu, à un niveau de développement donné, par l'organisation laborieuse d'opérations de morcellement sera à un autre niveau joyeusement maîtrisé d'un seul coup d'œil. Une modification apparemment minime de la situation – par exemple la possibilité de corriger une première réponse – peut entraîner une performance très différente. Et le concept de représentation, central dans le domaine de l'espace, se révèle regrouper des mécanismes extrêmement divers. (...) Il paraît impossible d'établir une trajectoire caractérisée par l'utilisation successive d'un certain nombre de mécanismes.

Produits spatiaux, pensée spatiale et mémoire spatiale

Introduisant un symposium sur « Représentation spatiales et comportements spatiaux tout au long de la vie », Liben (1981) propose de distinguer trois types de représentations spatiales, avec deux contenus possibles, et cette classification éclaire d'un jour nouveau une controverse fort embrouillée, où la notion de représentation spatiale avait tendance à se diluer jusqu'à ne plus rien vouloir dire.

Pour ce qui est des types de représentation spatiale, Liben considère séparément les « produits spatiaux », la « pensée spatiale » et la « mémoire spatiale » :

- Type 1 : par **produits spatiaux** Liben désigne toutes les productions qui mettent en jeu des relations spatiales : cartes, dessins (Freeman, 1981), maquettes, mais également descriptions verbales (Clark, 1973 ; Vion, 1978). Dans ce cas l'étude de tous les mécanismes (moteurs, linguistiques, sociaux) qui interviennent dans cette externalisation de l'image sont de toute première importance. Chez l'enfant le

développement du contrôle moteur, et l'acquisition de conventions représentatives, par exemple, interviennent massivement dans la manière dont il élabore des « produits spatiaux ».

- Type 2 : sous le terme de **pensée spatiale** Liben regroupe toutes les activités mentales portant sur des contenus spatiaux. Ce qui importe ici, c'est le travail de transformation qui est opéré mentalement sur les données, par exemple lorsqu'il s'agit d'anticiper les résultats d'un découpage dans un papier plié (cf épreuve 24 de Thurstone, Fig.3), ou de juger de l'identité de deux configurations éventuellement superposables par rotation (Shepard, 1978 ; Marmor, 1977).

- Type 3 : la **mémoire spatiale** s'oppose à la pensée spatiale en ce qu'elle constitue un savoir implicite, qui peut être mis en œuvre en dehors de toute réflexion sur cette connaissance. Ainsi on peut parler de mémoire spatiale chez l'animal (Olton, 1979). S'il y a prise de conscience, réflexion, travail mental sur cette information stockée en mémoire, on passe au type 2 de représentation.

Cette distinction en trois classes de comportements montre bien que le terme de « représentation spatiale » est un terme générique : on peut considérer qu'un blaireau, rentrant à son gîte, fait preuve de mémoire spatiale, ce qui n'implique pas qu'il puisse élaborer une carte du chemin ni opérer mentalement sur les contenus de cette mémoire spatiale.

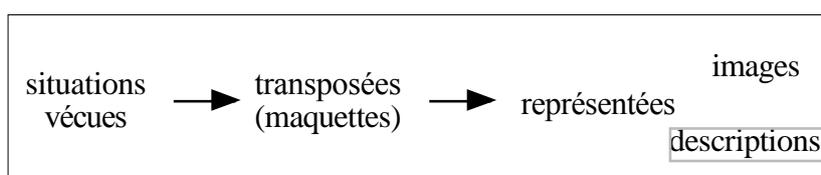
Situations vécue, transposée, représentée

Extraits de (Boule, 1985)

De ce qui précède résulte un ordre en ce qui concerne les modes de présentations relatifs à une notion donnée. La situation la plus aisément saisie est celle qui fait intervenir physiquement les enfants, leur position dans un espace défini, leurs mouvements. Par la suite, il est intéressant de faire intervenir une décentration qui reste en rapport étroit avec la situation vécue, par le moyen d'une maquette, par exemple, ou de poupées. À la fin, on fait appel à des représentations externes construites par les enfants eux-mêmes, soit imagées (dessin), soit verbales (description). Mais il doit être évident qu'on introduit là deux difficultés majeures :

- la première parce que cette modalité nécessite de leur part une représentation interne bien construite,
- la seconde parce qu'on fait appel à des capacités graphiques ou verbales on peut avoir une représentation mentale claire et distincte et être néanmoins malhabile à la dessiner ou la décrire.

C'est pourquoi on devra veiller à réduire les handicaps graphiques (en proposant des éléments déjà découpés à assembler, par exemple) ou verbaux (en introduisant très progressivement les mots qui pourraient être mal maîtrisés).



Bien entendu toutes les situations ne se prêtent pas au déroulement complet de ce schéma.

Espace concret, espace abstrait

Extrait de (Pêcheux, 1990, p.24-25)

Dans la solution mise au point pour un problème particulier, la part doit être faite de ce qui est spécifique à cette situation et de ce qui en est abstrait et peut être transféré à une autre situation. ... En première analyse, la classification proposée par Liben ne permet pas plus que les autres approches de tracer cette trajectoire du développement de la maîtrise de l'espace au cours de l'enfance, qui nous échappe toujours. Mais en proposant des distinctions à l'intérieur de la notion générique de « représentation spatiale », elle permet peut-être de mieux s'interroger sur tout ce qui vient informer, structurer et donner sens à ces différents types de représentation.

...(signification parasite, signification symbolique...exemple T couché sur le ballon ou sériation impossible pour cause de fratrie, dissociation entre caractéristique géométrique et signification symbolique)

Sans doute le raisonnement géométrique abstrait constitue-t-il un outils puissant, utilisable dans maintes situations concrètes. Mais peut-on considérer qu'il se conquiert par éliminations de significations parasites.

Plus que d'éliminations c'est d'étayage qu'il faudrait parler. Peut-être la trajectoire qui aboutit à la maîtrise du raisonnement hypothético-déductif sur des données spatiales est-elle l'histoire de ces étayages et de ces dissociations.

Trois « conceptions » d'espace G. Brousseau, repris par R.Brissiaud)

Extraits de (Brissiaud, 1994a).

[L'enfant] « n'a pas du tout les mêmes expériences perceptives et motrices suivant les dimensions de l'espace dans lequel il agit. »

- le micro-espace

Dans « le tout petit espace » d'une feuille de papier par exemple, il dispose d'une vue globale et « unifiante » qui lui permet de considérer simultanément le tout et ses parties.

Dès lors, il peut agir (par exemple colorier, dessiner, écrire ...) en tenant compte de la structure d'ensemble. Il peut ainsi relier deux points éloignés tout en contournant des objets-obstacles ou apprendre à se déplacer dans un labyrinthe en anticipant les impasses et en testant des hypothèses sur des portions de parcours, etc.

Dans ce **micro-espace** l'enfant peut apprendre à coordonner des points de vue successifs et locaux avec un point de vue global et simultané.

- le méso-espace

Par contre, dans un espace bien plus grand, comme l'école ou le quartier, chaque endroit est nécessairement perçu de manière isolé. De chacun, l'enfant forme une sorte de tableau, plus ou moins riche de détails, agencés d'après le point de vue de la perception ordinaire, c'est-à-dire de face. En outre, quand ces divers tableaux sont liés entre eux, ils le sont sous forme de « séquences » qui se suivent dans l'ordre des parcours réellement effectués. Ces divers endroits sont perçus et mémorisés en s'enchaînant de manière séquentielle. » Du coup, des anticipations du même ordre que dans le labyrinthe du « tout petit espace » ne sont plus possibles. Par exemple, si un trajet donné n'a été parcouru que dans un sens, il est fréquent que l'enfant ne sache pas le parcourir en sens inverse. Par exemple encore, il est extrêmement difficile à un jeune enfant de prévoir que s'il tourne successivement quatre fois à droite dans un quartier où les rues se croisent à la manière d'un quadrillage, il se retrouvera à son point de départ. Pour prévoir ce phénomène, il devrait construire une carte mentale de ce quartier, c'est-à-dire adopter un point de vue virtuel de cet espace, celui d'un observateur situé « en l'air » et qui se donne une vue schématique du pâté de maison (en le ramenant à un quadrilatère) ou du quartier (en le pensant comme un quadrillage). Faute de ce type de reconstruction mentale, dans ce **méso-espace**, l'enfant n'a que des expériences perceptives et motrices locales et successives. Il ne dispose pas d'un point de vue unifiant qui lui permettrait de les coordonner dans une représentation du tout.

- le macro-espace

Enfin, s'agissant d'espaces bien plus grands encore, l'enfant n'en a aucune expérience perceptive et motrice. Ou bien s'il se déplace vraiment, faute d'une représentation adéquate de l'inclusion des espaces, il ne peut relier l'expérience de ce macro-espace à celui de son cadre de vie. Il y a ainsi tout un monde entre un trajet perçu par l'enfant qui voyage en train et ce même trajet représenté sur la carte de France, beaucoup plus qu'entre le schéma d'un objet et l'objet lui-même. Quand l'adulte montre un point sur la carte de la météo et dit : « Mamie est là, elle aura beau temps demain », le jeune enfant, qui pourtant va fréquemment chez sa grand-mère en vacances reste perplexe. Tant qu'il n'a pas compris cette carte comme une représentation miniaturisée et schématisée de la réalité, il n'y a pas de raison qu'il accepte de situer sa grand-mère en un point de l'écran de télévision où elle n'apparaît pas. L'enfant ne peut accéder au macro-espace qu'à mesure qu'il s'en approprie les représentations culturelles.

Macro, meso, micro-espaces

Extraits de (Brousseau, 2000)

Le jeu des variantes et des variables de la situation fondamentale de l'espace permet de déterminer au moins trois "conceptions" de l'espace et par conséquent trois "milieux" spatiaux correspondants : le micro-espace, le meso-espace, et au moins trois macro-espaces.

Le Macro-espace

Les situations où un sujet doit prendre des décisions relatives à un territoire beaucoup trop grand pour qu'il puisse l'embrasser d'un regard, lui posent - comme à notre chauffeur de taxi - des problèmes, entre autres de recollement de cartes et d'incrustation. Pour identifier et retrouver un lieu, établir un trajet, déterminer la forme d'un territoire etc. il est nécessaire de développer des concepts et des moyens spécifiques. Les solutions sont d'ailleurs différentes suivant qu'il s'agit de la terre entière ou d'une zone urbaine, rurale, sylvoestive, souterraine, maritime ou aérienne.

Le Micro-espace

A l'opposé, l'enfant construit ses premières connaissances spatiales dans la manipulation de petits objets. Par le toucher avec ses mains ou sa bouche autant que par la vue, par les mouvements qu'il leur fait subir, il identifie leur consistance, leur forme solide, leurs positions relatives, et leurs propriétés. Le micro-espace est le milieu de l'élaboration de la conception du mouvement des objets autres que l'observateur. Il s'agit de conception pas de taille objective des objets. Un pilote d'hélicoptère peut interpréter le sol à ses pieds à l'aide de sa conception micro-spatiale.

Le Meso-espace

Les situations où l'enfant doit concevoir ses propres déplacements dans un territoire placé sous le contrôle de sa vue, sont l'occasion de développer des représentations différentes de celles du micro-espace et qui préfigurent celles qui seront nécessaires dans le macro-espace

Pour des raisons ergonomiques et à cause des techniques différentes qu'elles imposent, la conception des objets de la géométrie est différente dans chacun de ces milieux. La "droite" peut être déterminée, dans le micro-espace par le glissement qu'elle permet ou par l'intersection de deux plans, dans le meso-espace, par un alignement visuel, dans le macro-espace, par le prolongement à l'aide d'un angle plat... Dans le micro-espace les distances sont des longueurs d'objets, les angles des "formes" ou des rotations ; les mesures de longueurs y sont beaucoup plus économiques que les mesures d'angles, dans le macro-espace c'est l'inverse.

Les conceptions spatiales nécessaires à l'établissement des rapports humains avec leur milieu ne sont que très modestement prises en charge par la géométrie élémentaire¹. Elle élimine naturellement toutes les techniques professionnelles, trop spécifiques et trop complexes, mais elle laisse sans connaissances et sans répertoire adapté, des situations très banales.

La situation qui consiste à indiquer à quelqu'un les déplacements d'un mobile dans un espace urbain en est un exemple (situation n°5). Cette situation suppose la gestion simultanée des mouvements relatifs de six trièdres de références : ceux liés au terrain, et au mobile réel, ceux liés à la carte et à la représentation du mobile, ceux liés aux deux interlocuteurs ; alors qu'il n'existe même pas une méthode standard pour évoquer précisément un carrefour en patte d'oie.

Travaux de Piaget

Processus de décentration

Décentrer l'action propre ce n'est pas simplement ajouter d'autres actions à l'acte initial et le relier après coup par un processus de pure extension cumulative. Décentrer, c'est inverser les relations elles-mêmes et construire un système de réciprocité, qui est qualitativement nouveau par rapport à l'action de départ. C'est donc détacher l'objet de l'action immédiate pour le situer dans un système de relations entre les choses, correspondant terme à terme au système des opérations virtuelles que le sujet pourrait effectuer sur elles de tous les points de vue possibles et en réciprocité avec tous les autres sujets. C'est pourquoi chaque

décentration constitue un double progrès simultané dans la construction de l'objet et dans les coordinations opératoires du sujet (...). I.E.G., Vol. II., pp.107-108.

Processus de décentration et réduction phénoménologique

(...) la psychogenèse rencontre un problème qui converge assez exactement avec celui de la «réduction» phénoménologique, mais sur le terrain de l'expérience elle-même. Il est parfaitement exact qu'aux niveaux inférieurs du développement, les réactions cognitives du sujet demeurent dominées par des conditions spatio-temporelles. Le jeune enfant ne parvient ainsi à manipuler les classes logiques et les premiers nombres entiers que sous des formes figurales («classifications figurales», etc.) dans lesquelles interviennent son expérience perceptive, ses images mentales, etc., donc toutes sortes d'éléments empruntés au «monde spatio-temporel» comme dit Husserl. Seulement, le fait remarquable est qu'il parvient à en sortir et que, sitôt constituées les premières «opérations», même concrètes (classes, relations et nombres) et a fortiori propositionnelles (implications, etc.), c'est-à-dire entre sept huit ans et quatorze ou quinze ans, il réussit à concevoir les classes ou les nombres, etc., comme indépendants de l'espace et du temps: la preuve est qu'il atteint la réversibilité opératoire alors qu'il n'existe pas de réversibilité vraie dans le «monde» physique. L.C.S., p. 1257

Passage du spatio-temporel aux liaisons extra-temporelles ou logico-mathématiques

Or, ce passage du spatio-temporel aux liaisons extra-temporelles ou logico-mathématiques s'effectue grâce à un processus de conversion qui rappelle d'assez près la «réduction» de Husserl (toute considération transcendantale mise à part): d'abord centré sur son moi, c'est-à-dire assimilant toute transformation ou configuration à des données tirées de l'action propre ou de la conscience immédiate, le sujet parvient à se décentrer dans la mesure où il raisonne par coordinations, réciprocitys, inversions, etc., c'est-à-dire où il constitue des systèmes de transformations opératoires indépendantes du point de vue propre et s'imposant avec une nécessité intrinsèque. Cette décentration coordinatrice a donc pour effet de substituer au sujet égocentrique un sujet épistémique qui échappe aux limitations spatio-temporelles autant qu'à l'individualité (et qui se libère ainsi de l'«attitude naturelle»). L.C.S., pp. 1257-1258

Décentration et Progrès intellectuel

Décentrer signifie «grouper», et c'est grâce aux réciprocitys atteintes en sortant du point de vue nécessairement déformant et égocentrique de départ que s'élaborent corrélativement les connexions réelles et la réversibilité opératoire. C'est pourquoi le progrès intellectuel n'est ni simplement linéaire ni simplement cumulatif, mais simultanément constructif et réflexif parce que dû à un double mouvement d'intégration externe et de coordination interne. IEG.II., p. 108