HAL
open science

L'activité de l'élève en numération dans le contexte de libre choix d'une classe maternelle à pédagogie Montessori

Yoanna Rigotto

To cite this version:

Yoanna Rigotto. L'activité de l'élève en numération dans le contexte de libre choix d'une classe maternelle à pédagogie Montessori. Education. 2017. dumas-01804270

HAL Id: dumas-01804270

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01804270

Submitted on 31 May 2018

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.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

UNIVERSITÉ TOULOUSE Jean Jaurès

espe École supérieure du professorat et de l'éducation Toulouse Midi-Pyrénées

Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées

MASTER « Métiers de l'Éducation et de la Formation »	
Mention : **Pratiques et Ingénierie de Formation**	Parcours : **Ouverture Professionnelle en Milieu Scolaire dans un cadre Pluridisciplinaire Inter degrés**
NOM et prénom de l'étudiant : **RIGOTTO Yoanna**	
Titre du mémoire : **L'activité de l'élève en numération dans le contexte de libre choix d'une classe maternelle à pédagogie Montessori**	
Directeur – trice du mémoire : **Carole GOMEZ-GAUTHIÉ**	
Membres du Jury de soutenance : - **Julien CORDELOIS**, Professeur agrégé d'EPS, Enseignant spécialisé, Formateur académique, ESPE de Toulouse Midi Pyrénées - **Carole GOMEZ-GAUTHIÉ**, Professeur des écoles maitre formatrice, Doctorante en didactique clinique, Université Jean Jaurès Toulouse 2	
Soutenu le : **22 juin 2017**	

Remerciements

Toute ma gratitude à Anne, qui m'a accueillie dans sa classe et a participé à une série d'entretiens, et à ses élèves de moyenne et grande section, qui ont accepté de se laisser filmer et de se prêter au jeu des entretiens d'autoconfrontation.

Une énorme reconnaissance envers ma directrice de mémoire, Carole Gomez-Gauthié, pour sa disponibilité, sa réactivité, ses nombreuses idées et ressources, sa bienveillante exigence, et sa bonne humeur.

Un merci particulier à tous les formateurs et responsables du master OPMSPI, pour l'opportunité qu'ils nous ont donnée au travers de cette formation de mieux réfléchir aux problématiques de l'Éducation Nationale, de prendre du recul sur nos pratiques, et de découvrir le monde de la recherche en éducation.

Cette recherche est dédiée à mon conjoint et à mes enfants, sources constantes d'inspiration.

SOMMAIRE

Remerciements **3**

INTRODUCTION **7**

PARTIE 1 : CADRE THÉORIQUE **10**

1. PRÉSENTATION DE LA PÉDAGOGIE MONTESSORI 11
    1.1 Origines et pratiques actuelles 11
    1.2 Des études sur la pédagogie Montessori 12
    1.3 Principes généraux 14
    1.4 L'aménagement du milieu 16
    1.5 Les interactions interpersonnelles 17
2. L'ENTRÉE EN NUMÉRATION 19
    2.1 La construction du concept de nombre 19
    2.2 Les instructions officielles 21
    2.3 L'enseignement usuel du nombre en maternelle 22
    2.4 La progression en numération dans la pédagogie Montessori 23
        2.4.1 Étape 1 : nombres de 1 à 10 23
        2.4.2 Étape 2 : introduction au système décimal 23
        2.4.3 Étape 3 : nombres de 11 à 99 24
3. CADRE D'ANALYSE DE L'ACTIVITÉ DE L'ÉLÈVE DANS LA CLASSE 25
    3.1 La motivation, moteur de l'activité spontanée 26
    3.2 Le libre choix et la mobilisation pour les apprentissages 27
    3.3 L'exploration des sens et le travail de la main 29
    3.4 Interactions avec le matériel et apprentissages numériques 31
    3.5 Le couplage structurel entre l'acteur et son environnement 33
    3.6 Analyser l'activité de l'élève dans la classe 34
        3.6.1 L'activité significative et la conscience préréflexive 34
        3.6.2 Déconstruction et reconstruction de l'activité 35
        3.6.3 Interaction avec le matériel et dynamique du mouvement de pensée 35
    3.7 Matériel spécifique et savoirs numériques 37
        3.7.1 Les barres rouges et bleues 37
        3.7.2 Les fuseaux 37
        3.7.3 Choix des matériels 38
4. PROBLÉMATIQUE ET QUESTIONS DE RECHERCHE 39

PARTIE 2 : DISPOSITIF MÉTHODOLOGIQUE **41**

1. CONDITIONS PRÉALABLES AU RECUEIL DES DONNÉES 42
2. MÉTHODOLOGIE DU RECUEIL DES DONNÉES 43
    2.1 L'observation 43

2.2 Les entretiens 44
2.2.1 L'entretien de pré-enquête 44
2.2.2 L'entretien d'autoconfrontation 44
2.2.3 Les entretiens avec l'enseignante 45
3. MÉTHODOLOGIE DU TRAITEMENT ET DE L'ANALYSE DES DONNÉES 46
PARTIE 3 : PRÉSENTATION DES RÉSULTATS 49
1. ANALYSE DES RÉSULTATS 50
1.1 Contexte du recueil de données 50
1.2 Conditions de l'observation filmée 51
1.3 Un intérêt modéré pour les activités de numération 52
1.4 Portrait des élèves observés 54
1.4.1 É., grande section 54
1.4.2 Cé., grande section 55
1.4.3 J., moyenne section 55
1.4.4 K., moyenne section 55
1.4.5 S., moyenne section 56
1.4.6 Cl., grande section 56
1.4.7 D., grande section 56
1.5 Le matériel des fuseaux 57
1.6 Le matériel des barres rouges et bleues 61
1.6.1 Connaissance des quantités de 1 à 10 : première présentation 61
1.6.2 Connaissance des quantités de 1 à 10 : activité à deux élèves 65
1.6.3 Association quantités et symboles 69
1.6.4 Décomposition du nombre 10 avec mise en place de l'écriture additive (enseignante + élève de grande section) 77
1.7 K., élève de moyenne section en période sensible pour la numération 80
1.7.1 Le tableau des 100 (ou jeu du 100) 80
1.7.2 Les fuseaux 81
1.7.3 Les barres rouges et bleues 82
1.7.4 La chaine de 100 82
1.7.5 Conclusion pour K. 83
1.8 D., élève de grande section mis en confiance par le milieu didactique 84
1.8.1 Les barres rouges et bleues 85
1.8.2 Les jetons 85
1.8.3 Le carnet de tables d'additions 86
1.8.4 Conclusion pour D. 87
2. DISCUSSION 88
2.1 La construction du nombre, de la manipulation à l'abstraction 88
2.1.1 Construire la cardinalité du nombre 88
2.1.2 Approfondir la connaissance des petits nombres par des décompositions

et recompositions 89
2.1.3 Maitriser le vocabulaire des nombres 91
2.1.4 Construire le nombre, une question de temporalité 91
2.2 La force du contrat didactique 93
2.2.1 Un prolongement du contrat didactique au travail autonome 93
2.2.2 Une relation privilégiée favorable aux apprentissages 94
2.2.3 Un exemple de rupture du contrat didactique 95
2.3 Le développement de l'autonomie des élèves 96
2.3.1 La vérification à la charge de l'élève 96
2.3.2 La répétition pour vérifier et pour consolider 97
2.3.3 La coopération entre élèves 98
2.3.4 Conclusion sur la construction de l'autonomie 98
3. BILAN 100

CONCLUSION 103

BIBLIOGRAPHIE - SITOGRAPHIE 106

ANNEXES 111

Annexe 1 : L'organisation des domaines d'apprentissage chez les 3-6 ans en pédagogie Montessori 112
Annexe 2 : Progression en mathématiques 3-6 ans 115
Annexe 3 : Quelques matériels liés aux mathématiques utilisés en pédagogie Montessori 117
Annexe 4 : Les chiffres rugueux, les jetons, le tableau des 100 et la chaine de 100 118
Annexe 5 : Un faisceau de questions 119
Annexe 6 : Contrat de collaboration 120
Annexe 7 : Lettre de demande d'autorisation pour la captation vidéo 121
Annexe 8 : Demande d'autorisation parentale 122
Annexe 9 : Grille de questionnement pour les élèves en autoconfrontation 124
Annexe 10 : Grille type de renseignements à récolter auprès de l'enseignant pour chaque élève passé en autoconfrontation 125
Annexe 11 : Aménagement des espaces de la classe 126
Annexe 12 : Transcription et verbatim d'entretien (J. avec les fuseaux) 127
Annexe 13 : Transcription d'activité et verbatim d'entretiens (K. dans l'activité à deux élèves avec les barres rouges et bleues) 130

INTRODUCTION

Durant cinq ans d'exercice de mes fonctions de professeur des écoles sur des postes fractionnés entre plusieurs classes de la maternelle jusqu'au CM2, j'ai pu travailler avec différents types d'élèves aux niveaux scolaires variables, aux centres d'intérêt divers et issus de milieux socio-culturels hétérogènes. Malgré toute cette variété, j'ai cru remarquer une constante : en classe, la relation des élèves aux apprentissages semblait souvent passive et peu réflexive. Favorisant une attitude scolaire en cherchant à entrer dans la norme scolaire ou se lançant sans réfléchir dans la tâche, beaucoup d'élèves n'entraient pas dans la posture réflexive décrite par Dominique Bucheton (2009)[1] : ce phénomène concernait d'autant plus les élèves issus de milieux défavorisés. À l'exception de quelques-uns, ces enfants paraissaient dépourvus de la soif de découverte qui leur était caractéristique lorsqu'ils étaient tout-petits.

Pourtant, l'observation de jeunes enfants montre que, chacun selon son rythme et son cheminement propre, a une capacité et un goût naturel pour les apprentissages qui le pousse à avancer. Qu'est-ce qui conduit donc à délaisser cette soif d'apprendre ? Outre une insuffisance de stimulation, notre hypothèse est que l'organisation classique de la classe accorde une place prédominante à l'enseignant et que ce dernier n'adopte pas assez souvent une posture de lâcher-prise (Bucheton, 2009)[2], dans laquelle il autoriserait les élèves à chercher par eux-mêmes.

Un questionnement émerge alors : comment, dans le contexte de la classe et avec toutes les contraintes apportées par l'hétérogénéité des élèves, leur nombre ou les ressources humaines et matérielles, accompagner chaque élève dans ses apprentissages sans entraver son cheminement, tout en s'inscrivant dans le cadre des instructions officielles ?

Les pédagogies dites actives proposent une organisation de la classe et des interactions entre élèves ou avec l'enseignant qui semblent propices au développement de l'autonomie et à l'investissement de chacun. La pédagogie Montessori en particulier nous interpelle : de plus

---

[1] Bucheton, D. (2009). *Les postures élèves*. Consulté à l'adresse http://neo.ens-lyon.fr/neo/formation/analyse/les-postures-eleves

[2] Bucheton, D. (2009). *Les postures enseignantes*. Consulté à l'adresse http://neo.ens-lyon.fr/neo/formation/analyse/les-postures-enseignantes

en plus pratiquée en écoles privées étiquetées « Montessori », dans le cadre de l'instruction en famille ou dans les écoles publiques, sous forme d'ateliers autonomes ponctuels ou à temps complet, elle pourrait apporter des éléments de réponse. Son type d'organisation de l'environnement de la classe parait favoriser l'autonomie et la mobilisation de chaque élève pour les apprentissages. D'après plusieurs études recensées en 2010 par l'American Montessori Society[3], cette pédagogie faciliterait l'entrée en lecture - écriture et le développement des compétences mathématiques.

On peut se demander ce qui, dans ce type de fonctionnement, favorise l'acquisition de ces compétences. Ce questionnement est d'autant plus important que cette pédagogie est de plus en plus pratiquée à l'école maternelle, dont les enjeux sont essentiels :

- la maternelle étant le début de la construction du métier d'élève, elle pose les bases d'une scolarité épanouie,
- les compétences dans l'acquisition de la langue écrite et la construction du nombre à la fin de l'école maternelle conditionnent la suite de la scolarité, notamment en déterminant les capacités attentionnelles des élèves à l'entrée au cycle III (Suchaut, 2008)[4],
- les élèves de cette tranche d'âge ont une plus grande plasticité cérébrale[5], ce qui est censé favoriser les apprentissages (Hertz-Pannier, 1999)[6].

De plus, au-delà de l'effet de mode actuellement associé à la pédagogie Montessori qui pousse à la pratiquer de manière plus ou moins aboutie, il est intéressant d'en comprendre les principes et de les commenter à la lumière des théories et connaissances actuelles en éducation.

En particulier, on peut se demander ce qui, dans la pédagogie Montessori, faciliterait le développement de compétences mathématiques. Au vu de l'importance de la compréhension du nombre à l'école maternelle pour soutenir la suite de la scolarité, et si l'on

---

[3] Murray, A. K. (2010). Overview of Research on Montessori Education: An Evidence-Based Curriculum. Consulté à l'adresse http://amshq.org/Publications-and-Research/Research-Library/Position-and-White-Papers

[4] Suchaut, B. (2008). Le rôle de l'école maternelle dans les apprentissages et la scolarité des élèves. Présenté à la conférence pour l'A.G.E.E.M.

[5] La plasticité cérébrale ou neuronale désigne les mécanismes par lesquels le cerveau est capable de se modifier.

[6] Hertz-Pannier, L. (1999). Plasticité au cours de la maturation cérébrale : bases physiologiques et étude par IRM fonctionnelle. Consulté à l'adresse http://www.em-consulte.com/en/article/119588#JNR-01-1999-26-1S-0242-6498-101019-ART13-BIB6

considère qu'il y a consensus sur l'importance des premiers apprentissages numériques, en lien avec les apprentissages sociaux, et sur la nécessité de donner du sens aux nombres[7], les questions de l'amélioration de l'enseignement des mathématiques et du rapport des élèves aux nombres sont à discuter.

Pour discerner quels éléments de cette pédagogie peuvent répondre à notre problème de départ dans le cadre de la construction du nombre à la maternelle, nous nous proposons donc d'étudier l'activité de l'élève dans le domaine numérique et ses interactions dans l'environnement d'une classe fonctionnant selon les principes de la pédagogie Montessori.

Cette recherche s'inscrit dans le trajet interactions didactiques du master MEEF mention « Pratiques et Ingénierie de la Formation », parcours « Ouverture Professionnelle en milieu scolaire dans un cadre pluridisciplinaire interdegrés » (OPMSPI) effectué à l'université Toulouse Jean-Jaurès.

[7] Conférence nationale sur l'enseignement des mathématiques à l'école primaire et au collège — Educmath. (2012). Consulté à l'adresse http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath/dossier-manifestations/conference-nationale

PARTIE 1 : CADRE THÉORIQUE

1. PRÉSENTATION DE LA PÉDAGOGIE MONTESSORI

1.1 Origines et pratiques actuelles

Première femme médecin en Italie, Maria Montessori débute en 1898 comme assistante à la clinique psychiatrique de Rome où elle s'occupe d'enfants dits « arriérés ». Remarquant que les problèmes de ces enfants ne sont pas seulement médicaux, mais également d'ordre éducatif et environnemental, elle réfléchit à une méthode pour les amener à trouver leur place dans la société. C'est en s'appuyant sur les travaux d'Édouard Séguin, psychiatre et pédagogue spécialiste des enfants attardés mentaux, qu'elle élabore sa méthode d'enseignement.

Comme elle l'explique dans son ouvrage « Pédagogie scientifique, tome 1 : la maison des enfants »[8], c'est en constatant des progrès importants chez ces enfants, qu'elle décide d'appliquer sa méthode à des enfants « normaux ». La *Casa dei bambini* (la Maison des enfants) est fondée en 1907 au cœur d'un quartier populaire à Rome. Grâce à une observation fine des enfants et de leurs réactions, sa pédagogie expérimentale lui permet peu à peu d'affiner ses idées et son matériel didactique. Les progrès spectaculaires des enfants et la visibilité donnée par la presse donnent bientôt une renommée internationale à Maria Montessori. La rédaction de son premier livre[9], les conférences données, la formation d'enseignants, la rédaction d'autres ouvrages contribuent au rayonnement de sa méthode.

L'Association Montessori Internationale (AMI) est créée en 1929 et œuvre encore de nos jours pour faire connaitre la pédagogie Montessori. En France, l'AMI est relayée par l'Association Montessori France qui lui est affiliée. Il y a aujourd'hui plus de 20 000 écoles Montessori dans le monde (de la maternelle au lycée), dont une bonne partie aux Etats-Unis[10]. En France, la pédagogie Montessori est représentée par environ 70 écoles privées et, dans le public, par un nombre croissant de pratiques d'inspiration Montessori, sous la forme d'ateliers autonomes à temps partiel ou complet[11], ou sous la forme de classes expérimentales.

---

[8] Montessori, M. (1909). *Pédagogie scientifique : Tome 1, La maison des enfants.* Paris : Desclée de Brouwer, 2004.

[9] Montessori, M. (1909), *Ibid.*

[10] NAMTA. (s. d.). How many Montessori schools are there ? Consulté à l'adresse http://www.montessori-namta.org/FAQ/Montessori-Education/How-many-Montessori-schools-are-there

[11] Alvarez, C. (2016). « Enseignants et écoles favorisant l'apprentissage par l'autonomie ». http://www.celinealvarez.org/carte

1.2 Des études sur la pédagogie Montessori

Très répandue aujourd'hui à travers le monde et suscitant de plus en plus l'engouement, la pédagogie Montessori a fait l'objet de recherches visant à étudier son efficacité, c'est à dire l'adéquation entre les objectifs et les résultats.

Ainsi, une étude comparative américaine réalisée par Lillard et Else-Quest en 2006[12], met-elle en évidence que les élèves ayant suivi l'enseignement pré-élémentaire dans une école Montessori ont un meilleur contrôle exécutif[13] et réussissent mieux aux tests standards en lecture et mathématiques. Ils présentent également de meilleures compétences sociales. A la fin de l'école primaire, les élèves issus d'une école Montessori produisent des écrits plus créatifs et utilisent des structures de phrases plus complexes. A cet âge aussi, les compétences sociales sont meilleures, avec un plus grand sens de la communauté (Lillard & Else-Quest, 2006).

En accord avec ces résultats, une étude comparative américaine effectuée sur une durée de trois ans établit que les élèves issus de classes Montessori présentent une meilleure capacité d'autorégulation[14] que ceux issus de classes traditionnelles (Ervin, Wash, & Mecca, 2010)[15].

Une autre étude, réalisée en Turquie par Kayili et Ari (Kayili & Ari, 2011)[16], conclut que la méthode Montessori au niveau pré-élémentaire favorise davantage l'entrée en lecture que l'enseignement pré-élémentaire traditionnel dans ce pays.

En France, une expérience menée en ZEP à Gennevilliers a montré que, à l'issue de trois ans passés dans une classe de maternelle à pédagogie Montessori, des enfants devenus lecteurs présentaient, à l'âge de 6 ans 3 mois, une avance de 1 an et demi en lecture (Dehaene,

---

[12] Lillard, A., & Else-Quest, N. (2006). The early years : Evaluating Montessori Education.

[13] Le contrôle exécutif est l'un des systèmes attentionnels du cerveau : il sélectionne la chaîne de traitements appropriée à une tâche donnée et en contrôle l'exécution. Il permet, entre autres, le maintien d'un but, l'inhibition des actions inappropriées, le changement de stratégie ou encore la détection et la correction des erreurs qui éloignent du but. (Dehaene, 2015)

[14] L'autorégulation correspond au contrôle des actions et étapes pour atteindre un but, incluant le contrôle des émotions, la planification d'une stratégie, la persistance dans la tâche, l'autocorrection (Blair, 2003).

[15] Ervin, B., Wash, P. D., & Mecca, M. E. (2010). 3 year study of self-regulation in Montessori and Non-Montessori Classrooms.

[16] Kayili, G., & Ari, R. (2011). Examination of the Effects of the Montessori Method on Preschool Children's Readiness to Primary Education. *Educational Sciences: Theory and Practice*, *11*(4), 2104-2109.

2014)[17]. Les résultats dans le domaine des mathématiques s'avéraient également positifs, notamment avec des scores dépassant la limite supérieure de leur classe d'âge aux épreuves de décision numérique[18] et de comparaison des nombres (Alvarez, 2013)[19].

En témoignent d'autres expériences recensées par l'American Montessori Society Research Commitee[20], si la méthode Montessori ne fait pas de différence dans certains domaines comme le repérage dans l'espace, elle favorise particulièrement l'acquisition de compétences générales (compétences sociales, contrôle exécutif) et de compétences liées à la lecture et aux mathématiques.

Au vu de l'importance de l'acquisition de ces compétences durant la scolarité, ces résultats présentent un intérêt certain. Voyons maintenant plus en détails les principes fondamentaux sur lesquels repose cette pédagogie.

---

[17] Dehaene, S. (2014). Apprentissage de la lecture : l'apport des sciences cognitives.

[18] Épreuve dans laquelle on présente à l'élève une liste de mots qui sont des nombres, des pseudo-nombres (ex : sizante) ou d'autres types de mots : l'élève doit décider pour chaque mot si c'est un nombre ou pas.

[19] Alvarez, C. (2013). Les résultats. Consulté à l'adresse https://lamaternelledesenfants.wordpress.com/les-resultats/

[20] Murray, A. K. (2010), *op.cit.*

1.3 Principes généraux

Le mode de fonctionnement d'une classe Montessori, l'organisation de l'environnement et le matériel sont pensés selon les principes de guide intérieur, d'esprit absorbant et de périodes sensibles élaborés par Montessori (1936, 1959)[21].

L'enfant possèderait en lui la capacité de construire ses apprentissages selon ses rythmes et intérêts propres, grâce à son guide intérieur et à son esprit absorbant, qui est l'aptitude à apprendre caractérisant le jeune enfant. Ce dernier est amené à agir en fonction de son guide intérieur ou besoin du moment, selon sa personnalité et son individualité. Grâce à son esprit absorbant et à l'utilisation de tous ses sens, il peut étudier son environnement, d'abord de manière inconsciente, puis de plus en plus consciemment. Le rôle de l'adulte est alors d'accompagner son développement, à la manière du maitre qui aide l'élève à faire sortir de lui la réponse selon la maïeutique socratique[22].

En lien avec l'idée de guide intérieur, il existe des périodes sensibles durant lesquelles l'enfant est particulièrement disposé à acquérir certaines compétences : l'enfant laissé libre dans ses choix passe par des périodes successives non linéaires au cours desquelles il développe plus intensément certaines aptitudes, conformément à son besoin du moment. Ces périodes sensibles sont identifiées par les neurosciences comme des périodes durant lesquelles un apprentissage donné présentera une efficacité maximale[23]. Pour faciliter les apprentissages, Montessori indique qu'il faut respecter les besoins physiologiques et intellectuels évolutifs de l'enfant et adapter les enseignements en fonction de cette maturité propre à chacun.

D'après ces principes, la liberté, ou activité spontanée, permet le développement de l'individu (Montessori, 1909)[24]. Le libre choix dans un cadre bien défini est un principe fondamental de la pédagogie Montessori : l'élève est libre de choisir son matériel (et donc l'activité correspondante), sa place dans la classe, la durée de manipulation. Il peut répéter l'activité autant de fois qu'il en ressent le besoin et à son propre rythme, ce qui est supposé

---

[21] Montessori, M. (1936). *L'enfant*. Paris : Desclée de Brouwer, 2004.
Montessori, M. (1959). *L'esprit absorbant de l'enfant.* Bruges: Desclée de Brouwer, 2004.

[22] Titli, C. (2009). Particularités de la maïeutique socratique : la métaphore de Socrate accoucheur dans le Théétète de Platon. *Bulletin de l'Association Guillaume Budé*, *1*(1), 81-97.

[23] OCDE / CERI. (2007). Comprendre le cerveau : naissance d'une science de l'apprentissage - Nouveaux éclairages sur l'apprentissage apportés par les sciences cognitives et la recherche sur le cerveau. Conférence internationale OCDE/CERI « Apprendre au XXIe siècle : recherche, innovation et politiques ».

[24] Montessori, M. (1909), *op.cit.*

favoriser sa concentration au travers d'activités de plus en plus longues et exigeantes. La répétition a une grande importance en pédagogie Montessori, puisqu'elle donne à l'élève la possibilité d'affiner son geste, d'expérimenter et de vérifier ses hypothèses.

Aussi, à travers le choix de son activité, le contrôle de ses mouvements, l'attente qu'un matériel se libère, la persistance dans une tâche, l'élève exerce ce que Montessori nomme sa « volonté »[25] et parvient à contrôler ses impulsions.

C'est de cette liberté accordée à l'enfant pour suivre son propre développement que nait la discipline. Cette « discipline intérieure » est considérée comme un but à atteindre, elle n'est pas préexistante. Selon Montessori (1949)[26], l'enfant passe par plusieurs stades avant d'atteindre la discipline intérieure : stade du chaos fait d'impulsions et de mouvements désordonnés, puis stade d'éveil de l'enfant au moment où il s'intéresse à une activité particulière. Vient ensuite le stade de l'ordre apparent, durant lequel l'élève enchaine les activités et va d'un matériel à l'autre. Ce n'est que lorsque l'attention se fixe sur la répétition de l'exercice, avec un perfectionnement de l'exécution, que l'élève accède à cette discipline intérieure. C'est à ce stade que s'exerce réellement le libre choix : l'élève se concentre sur une activité qui correspond à son besoin personnel. L'environnement de la classe fournit alors le matériel nécessaire à l'exercice de la volonté. Aussi, cet environnement de la classe, que Montessori appelle « l'ambiance »[27], tient une place importante.

Dans son ouvrage « *Des ateliers Montessori à l'école* »[28], Béatrice Missant précise que l'environnement est préparé pour l'enfant car il constitue le centre de ses décisions et la base de ses apprentissages. Il doit être riche d'expériences et pensé selon une finalité précise, dans le respect des besoins des élèves et de leurs périodes sensibles.

De plus, l'autonomie est encouragée, et l'adulte a pour mission d'aider l'enfant à faire seul. Le matériel didactique est adapté à cette nécessité d'autonomiser l'élève, notamment en fournissant un contrôle de l'erreur. Il est conçu pour favoriser le développement des sens et la coordination des gestes et pour amener l'apprenant vers les opérations abstraites.

L'attitude de l'adulte envers l'élève et ses choix de progression pédagogique se font à

---

[25] Montessori, M. (1916). *Pédagogie scientifique : Tome 2, Education élémentaire*. Paris : Desclée de Brouwer, 2007

[26] Montessori, M. (1949). Discipline et Liberté, texte de conférence - Paris.

[27] Montessori, M. (1959), *op.cit.,* p. 125-132.

[28] Missant, B. (2014). *Des ateliers Montessori à l'école : Une expérience en maternelle* (7e édition). Issy-les-Moulineaux: ESF Editeur.

la lumière de ces principes, dans le respect du rythme propre à chacun : l'enseignant a ainsi pour mission l'observation fine de chacun de ses élèves afin de repérer les périodes sensibles et de déterminer le moment où un élève est prêt pour une nouvelle présentation d'activité. Il doit repérer les capacités de ses élèves et les aider à les mobiliser.

En tant que garant de l'ambiance dans la classe, l'enseignant veille à la bonne disposition du matériel et au respect des règles de rangement. Il régule l'atmosphère de travail en encourageant chaque enfant à porter son attention sur une activité et il veille à ne pas interrompre un élève en pleine concentration.

Si l'élève bénéficie du libre choix de son activité et de la possibilité de répéter l'activité autant de fois que nécessaire, cette liberté est cependant « *toute relative* »[29] : l'élève ne peut pas se servir d'un matériel qui ne lui a pas été présenté, et c'est l'enseignant qui décide du moment de la présentation, en fonction d'une progression générale dans les cinq domaines d'apprentissages (vie pratique, vie sensorielle, langage, mathématiques, culture : domaines présentés en annexe 1) et de ses observations de l'élève.

1.4 L'aménagement du milieu

L'aménagement de la classe, ou « ambiance » selon Montessori, constitue un environnement spécifiquement préparé pour les apprentissages. Selon Brousseau (1988), l'élève interagit avec le milieu selon les contraintes d'une situation didactique, c'est à dire visant l'acquisition d'une connaissance spécifique[30]. Dans la classe à pédagogie Montessori, ce milieu est constitué par l'aménagement des espaces et par les situations induites par le matériel didactique et l'enseignant. Il est organisé de manière à favoriser les interactions élève-milieu et la circulation des savoirs.

L'aménagement des différentes aires de cette classe se fait en fonction des cinq domaines d'apprentissages, auxquels peuvent s'ajouter d'autres activités en arts, langues ou autres selon les spécificités de l'école ou de l'enseignant. Ces aires doivent être facilement repérables par les enfants et associées à des apprentissages ciblés. Par exemple, l'élève qui se dirige vers l'espace dédié aux mathématiques sait qu'il y trouvera le matériel lui permettant

[29] Missant, B. (2014), *op.cit.*

[30] Brousseau, G. (1988). Le contrat didactique : le milieu. *Recherche en didactique des mathématiques*, *9*(3), 309-336.

de travailler avec les nombres.

L'IGEN, dans son rapport paru en octobre 2011, préconise l'aménagement dans la classe maternelle d'espaces permettant de satisfaire les besoins physiologiques, psychomoteurs, les besoins de découverte et de connaissances nouvelles et les besoins d'expression et de communication des jeunes enfants[31]. Cela implique effectivement l'aménagement de différentes aires dans lesquelles l'élève peut facilement se repérer et évoluer en fonction de ses besoins.

De plus, le matériel didactique spécifique à la pédagogie Montessori tient un rôle important dans l'aménagement du milieu puisqu'il constitue un médiateur entre l'élève et le savoir. Chaque matériel a été spécifiquement conçu pour développer une connaissance ou compétence particulière : en ce sens, il s'agit de matériel didactique. À ce titre, il est placé sur les étagères et meubles de manière à être bien visible et accessible, et les différents matériels sont disposés selon une progression de difficulté croissante. L'utilisation du matériel est régie par un ensemble de règles générales assurant le bon fonctionnement du contexte de libre choix : présentation préalable par l'enseignant, rangement au bon endroit après utilisation, attente qu'un matériel se libère pour pouvoir l'utiliser.

Comme mentionné plus haut, l'enseignant, en tant que régulateur de l'atmosphère de travail, est garant de l'aménagement du milieu pour favoriser la rencontre de ses élèves avec le savoir. En conséquence, il est à la fois responsable de l'aménagement matériel de la classe, mais aussi de l'accompagnement des élèves par des interactions interpersonnelles.

1.5 Les interactions interpersonnelles

Parce que le milieu matériel seul ne suffit pas à faire circuler les savoirs dans la classe, les relations élève-enseignant et les relations entre élèves font partie du milieu didactique.

Les relations entre l'enseignant et l'élève dans la classe à pédagogie Montessori peuvent être décrites à la lumière du contrat didactique. Selon Brousseau (1980, p. 127), le contrat didactique est « *l'ensemble des comportements spécifiques du maître qui sont attendus de l'élève et l'ensemble des comportements de l'élève qui sont attendus du maître* »[32]. Par

[31] IGEN - IGAENR. (2011). *L'école maternelle* (No. 2011‑108). IGEN - IGAENR. Consulté à l'adresse http://media.education.gouv.fr/file/2011/54/5/2011-108-IGEN-IGAENR_215545.pdf

[32] Brousseau, G. (1980). Les échecs électifs en mathématiques dans l'enseignement élémentaire. *Revue de laryngologie otologie rhinologie*, *3*, 107–131.

exemple, lors de la présentation d'une activité à un ou plusieurs élèves par l'enseignant, ce dernier montre l'activité du début (aller chercher le matériel) jusqu'à la fin (ranger le matériel à sa place), avec des gestes lents et précis. Cette présentation est effectuée de préférence dans le silence : l'enseignant parle un minimum et surtout pour apporter les éléments de vocabulaire. Le fait que toutes les présentations se déroulent selon ce principe induit une attente chez l'élève, conformément au contrat didactique. De son côté, l'enseignant attend de l'élève qu'il pratique en sa présence l'activité qui vient de lui être présentée.

Selon la nature du savoir à communiquer, certaines présentations prennent une forme spécifique. Lorsqu'il s'agit de favoriser l'association entre la perception sensorielle et le mot (en particulier pour l'acquisition d'un lexique spécifique), l'enseignant pratique la « leçon en trois temps ». Les objets, lettres, chiffres, couleurs, sont généralement présentés trois par trois selon les étapes suivantes :

- 1er temps : l'enseignant montre l'objet en donnant son nom ou adjectif,
- 2e temps : l'enseignant demande à l'élève de lui montrer l'objet qu'il nomme,
- 3e temps : l'enseignant demande à l'élève de nommer l'objet qu'il lui montre.

Dans ce format de présentation, le contrat didactique incite l'élève à répondre aux sollicitations de l'enseignant dans les 2e et 3e temps.

Suite aux présentations, le travail avec le matériel est la plupart du temps individuel. Néanmoins, cela n'exclut pas que certaines activités soient réalisées en petits groupes ou en groupe classe, ou encore que des élèves interagissent spontanément autour d'une même activité. L'entraide et la coopération ont toute leur place dans une classe Montessori, d'autant plus que les âges et niveaux sont mélangés. Le développement du sens social est ainsi favorisé par le biais de jeux collectifs ou de projets et par la résolution coopérative des problèmes du quotidien.

Ainsi, l'organisation des apprentissages dans la classe met-elle en avant l'activité individuelle, complétée par des activités collectives ou des présentations faites par l'enseignant.

2. L'ENTRÉE EN NUMÉRATION

2.1 La construction du concept de nombre

Le nombre entier permet d'une part d'indiquer une quantité (aspect cardinal du nombre), d'autre part d'indiquer une position ou une désignation (aspect ordinal). Selon Pernoux (2011), il est important de faire comprendre aux élèves :

- que les nombres sont utiles pour résoudre des problèmes,
- qu'un nombre a plusieurs représentations et qu'il faut savoir passer d'une représentation à une autre,
- que les nombres sont liés les uns aux autres[33].

Considérant que la compréhension du nombre repose principalement sur la construction de ces relations entre les nombres, Brissiaud (2015)[34] évoque des concepts clés relatifs à l'entrée en numération : l'itération de l'unité, la décomposition-recomposition et le comptage-dénombrement.

Selon le concept d'itération de l'unité, pour passer d'un nombre au suivant dans la suite numérique, il faut ajouter « un » : dans ces conditions, « *chacun des mots (deux, trois, quatre…) réfère à la pluralité d'unités qui résulte de l'ajout d'une nouvelle unité* » (Brissiaud, 2014, p. 1)[35]. En lien avec le fait que les nombres sont liés les uns aux autres, Brissiaud insiste sur la nécessité de travailler la décomposition-recomposition, qui consiste à décomposer un nombre donné en nombres plus petits ou à utiliser ce nombre pour composer des nombres plus grands. Selon lui, la capacité d'un enfant à user de stratégies de décomposition-recomposition est un bon indicateur de sa compréhension du nombre[36].

Le comptage-dénombrement est une action de dénombrement basée sur le concept d'itération de l'unité : le mot-nombre est prononcé lorsque la pluralité correspondante a été formée. Ainsi, chacun des noms de nombres désigne la quantité qui vient d'être formée. En

---

[33] Pernoux, D. (2011). La construction du concept de nombre à l'école maternelle. Consulté à l'adresse http://pernoux.perso.orange.fr

[34] Brissiaud, R. (2015). Le nombre dans le nouveau programme maternelle : Quatre concepts clés pour la pratique et la formation.
Brissiaud, R. (2015). Le nombre dans le nouveau programme maternelle : Deuxième partie.

[35] Brissiaud, R. (2014). Pourquoi l'école a-t-elle enseigné le comptage-numérotage pendant près de 30 années ?

[36] Brissiaud, R. (2015). Le nombre dans le nouveau programme maternelle : Quatre concepts clés pour la pratique et la formation, p. 1-2.

support à cette action de comptage-dénombrement, Charnay (2004) rappelle l'importance de l'acquisition de la suite orale des nombres puisque son usage dans les processus de quantification est déterminante[37].

Pour la quantification de petites collections (jusqu'à trois), Fisher (1993) évoque le processus de subitizing, qui correspond selon lui à « *l'assignation immédiate et correcte du nom de nombres à de petites collections* » [38]. Face à une collection de trois objets, les enfants de cinq ou six ans savent qu'il y en a trois sans avoir à les dénombrer : le subitizing correspondrait davantage à une connaissance déclarative qu'à une connaissance procédurale de comptage-dénombrement. Le subitizing interviendrait également dans des procédures de comptage de quantités supérieures à trois et incluant des connaissances déclaratives, par exemple pour des quantités contenant des doubles et présentées selon certaines configurations (par exemple, quatre jetons en ligne et deux jetons au dessous peuvent être repérés comme trois et trois).

La construction du concept de nombre passe par la conceptualisation, qui est le processus amenant à l'abstraction, telle que la décrit Barth (2001). Cette auteure propose trois phases vers l'abstraction[39] :

- la phase d'observation ou d'exploration via un problème à résoudre (par exemple, aller chercher en un seul trajet des pinceaux pour qu'il y ait un pinceau par pot[40]),
- la phase de clarification et de vérification mettant en œuvre des exemples différents de la première phase et visant à la vérification des hypothèses des élèves (par exemple, aller chercher autant de verres qu'il y a d'assiettes et vérifier que l'utilisation du nombre permet de résoudre ce problème),
- la phase d'abstraction qui consiste à vérifier si l'apprentissage est complet et si la connaissance peut être transférée à un autre contexte (par exemple, utiliser le nombre pour constituer une collection).

Ainsi, l'entrée de l'élève en numération repose-t-elle sur la construction du concept de nombre et son appropriation, c'est à dire son utilisation pour résoudre des problèmes.

---

[37] Charnay, R. (2004). La construction du nombre au cycle II - Conférence.

[38] Fischer, J.-P. (1993). De quelques notions-clés concernant l'acquisition du nombre. Faits de langues, 1(2), 7‑16. https://doi.org/10.3406/flang.1993.1294

[39] Barth, B.-M. (2001). *L'apprentissage de l'abstraction.* Retz.

[40] Brousseau, G. (1998). La théorie des situations didactiques.

2.2 Les instructions officielles

Dans les programmes de 2015 pour l'école maternelle[41], les mathématiques s'inscrivent dans le domaine de la construction des premiers outils pour structurer sa pensée, avec la découverte des nombres et de leurs utilisations d'une part, et l'exploration des formes, des grandeurs, des suites organisées d'autre part. Les objectifs concernant l'entrée en numération sont les suivants :

- Construire le nombre pour exprimer les quantités,
- Stabiliser la connaissance des petits nombres,
- Utiliser le nombre pour désigner un rang, une position,
- Construire les premiers savoirs et savoir-faire avec rigueur : acquérir la suite orale des mots-nombres ; écrire les nombres avec les chiffres ; dénombrer.

L'accent est mis sur la connaissance des nombres jusqu'à dix : les élèves doivent être capables de quantifier des collections jusqu'à dix au moins, de les composer et décomposer par manipulations effectives puis mentales, d'opérer des soustractions ou additions de quantités sur des quantités ne dépassant pas dix, de lire les nombres écrits en chiffres jusqu'à dix. Si l'utilisation du nombre pour la numérotation (usage ordinal) n'est pas négligée, le concept d'itération de l'unité, les décompositions-recompositions et le comptage-dénombrement de nombres jusqu'à dix sont des savoirs centraux dans la découverte du nombre.

Ces apprentissages doivent se faire selon des situations variées (jeu, résolution de problèmes, entrainement) inscrites dans un vécu commun plutôt que comme des exercices formels.

[41] Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. (2015) Programme de l'école maternelle - BO spécial n°2 du 26 mars 2015.

2.3 L'enseignement usuel du nombre en maternelle

Chaque enseignant étant libre de ses choix pédagogiques, il n'existe pas de méthode type pour l'enseignement de la numération à l'école maternelle. Les activités proposées, les modalités de travail et le matériel utilisé peuvent être très variés. Néanmoins, la consultation de progressions ou de pistes de travail proposées par des conseillers pédagogiques[42] à partir des programmes de 2015 laisse apparaitre des tendances.

En petite section, l'accent est mis sur l'évaluation et la comparaison de petites quantités (en général jusqu'à trois) avec des procédures numériques ou non numériques. Viennent ensuite la réalisation de collections, l'utilisation du dénombrement pour comparer deux quantités, l'utilisation de différents codes pour communiquer des quantités et la décomposition des petites quantités : c'est à partir de la moyenne section que commence réellement le comptage. En grande section, l'utilisation et l'étude des nombres jusqu'à 10 est approfondie en travaillant particulièrement les compositions et décompositions, l'usage ordinal du nombre, la lecture des nombres écrits en chiffres jusqu'à 10 et leur tracé.

L'étude des nombres et leur utilisation se fait a priori au travers de jeux, situations de résolution de problèmes et activités manipulatoires individuels ou collectifs.

De plus, quel que soit le niveau de classe, la suite des nombres est pratiquée dans des situations diverses : comptines, jeux, file numérique.

[42] Gourgue, D. (2015). Fiche connaissance : Le nombre - cycle 1.
Gourgue, D. (2015). Jeux mathématiques à l'école maternelle.
Burignat, I. (2015). Proposition de programmation Cycle 1.

2.4 La progression en numération dans la pédagogie Montessori

Selon Jutras[43], la progression selon la pédagogie Montessori comprend trois grandes étapes composées des activités listées en annexe 2. Parallèlement à ces différentes phases, la suite des nombres est généralement travaillée notamment à l'aide d'une file numérique, comme en pédagogie traditionnelle.

2.4.1 Étape 1 : nombres de 1 à 10

Cette première étape vise l'entrée en numération et la compréhension du nombre au travers d'activités consistant à manipuler les quantités de un à dix et les symboles de 0 à 9. Comme mentionné plus haut, le travail sur les quantités est basé sur les concepts d'itération de l'unité et de décompositions-recompositions de nombres.

Lorsque les quantités ont été beaucoup manipulées et les symboles des chiffres appris via une approche haptique grâce au matériel des chiffres rugueux, il y a association des quantités et symboles.

2.4.2 Étape 2 : introduction au système décimal

Dès que l'élève maitrise bien les quantités de un à dix et les symboles associés, l'enseignant introduit le système décimal. Les premières activités sont dédiées à la manipulation de quantités (unités, dizaines, centaines, milliers) : les décompositions et recompositions effectuées permettent à l'élève d'intégrer les quantités de 1 à 9999, et la valeur des chiffres en fonction de leur position dans le système décimal. La manipulation du matériel permet d'aborder concrètement les opérations mathématiques[44], mais il n'est pas ici question de poser les calculs sans manipulation préalable.

Les symboles sont ensuites abordés sous forme de dizaines, centaines ou milliers entiers, avant d'être associés aux quantités, permettant la composition de nombres à quatre chiffres.

Après cette association quantités-symboles, les opérations effectuées par manipulation au cours des différentes activités peuvent être notées par écrit[45].

---

[43] Jutras, D. (2005). Album Montessori de mathématiques - Institut canadien de formation des maitres Montessori.

[44] Les opérations mathématiques peuvent être travaillées à cette étape, mais ne sont pas un prérequis pour l'étape 3 de la progression générale.

[45] L'écrit est ici présent pour garder une trace des opérations effectuées avec le matériel, l'élève inscrivant les chiffres concernés, le signe opératoire et le résultat. Il ne s'agit pas forcément de poser l'opération.

2.4.3 Étape 3 : nombres de 11 à 99

Les quantités et symboles de 11 à 19, de 10 à 90 (par sauts de dix), puis de 11 à 99 sont abordés selon le même principe : quantités, symboles, puis association quantités et symboles. Les manipulations de quantités font apparaitre les propriétés de commutativité, associativité et dissociativité de l'addition.

L'élève s'entraine également à itérer une suite de dix en dix (jusqu'à cent), à ordonner les nombres de un à cent, et à transcrire le résultat d'additions, soustractions et multiplications sous forme de calcul en ligne.

En complément, des matériels comme le tableau de multiplication (Annexe 3) permettent de pratiquer les quatre opérations et d'accéder à une meilleure connaissance des nombres jusqu'à 99 par le biais des décompositions-recompositions.

Nous constatons que l'étape 1 de cette progression correspond aux instructions officielles pour l'école maternelle. En revanche, les étapes 2 et 3 s'inscrivent davantage dans les programmes du cycle II, durant lequel les élèves travaillent particulièrement le principe décimal (unités de numération et leurs relations), utilisant les procédures de décomposition-recomposition, avec un accent particulier sur les nombres jusqu'à cent.

Nous voyons ici un possible questionnement sur les choix effectués par l'enseignant utilisant la pédagogie Montessori : alors que celle-ci prévoit le travail sur le système décimal et les quantités supérieures à dix pour des enfants scolarisés en maternelle, l'enseignant va-t-il sortir du cadre des instructions officielles pour l'école maternelle ou rester sur l'étape 1 de cette progression ? En particulier, pour les élèves ayant bien acquis les compétences attendues en fin de cycle I, faut-il les encourager à avancer davantage en numération ? Les principes de période sensible et d'activité spontanée sont ici questionnés, en relation avec le cadre apporté par les instructions officielles. En effet, si au niveau élémentaire, l'institution inclut le principe d'« *objectif dépassé* » au travers des livrets scolaires, cela ne semble pas être explicitement le cas au niveau maternelle.

3. CADRE D'ANALYSE DE L'ACTIVITÉ DE L'ÉLÈVE DANS LA CLASSE

Cette recherche s'ancre dans le cadre théorique du cours d'action, qui correspond à l'activité d'un acteur, qui est significative pour lui, c'est à dire « *montrable, racontable et commentable par lui* » (Theureau, 2002, p.9)[46]. Cette théorie repose sur deux présupposés :

- L'activité humaine est située puisqu'elle repose sur un couplage structurel entre l'acteur et son environnement (Varela, 1989)[47] : l'activité ne peut donc qu'être étudiée dans l'environnement dans lequel elle prend forme.
- La conscience préréflexive est constitutive de l'activité et est explicitable par l'acteur (Leblanc, 2010)[48]

D'après ces présupposés, l'activité de l'élève dans la classe peut être explicitée par l'élève lui-même et dans son contexte, ici l'environnement général de la classe, le matériel spécifique et les relations avec l'enseignant ou les pairs, le tout constituant le milieu didactique.

L'activité de l'élève sera en premier lieu étudiée selon deux orientations : d'une part, le libre choix, comme catalyseur de la motivation et de la mobilisation pour les apprentissages ; d'autre part, la place du matériel didactique, comme moyen pour l'exploration des sens et le travail de la main, et comme médiateur pour les apprentissages mathématiques. Puis, nous poserons les principes de l'analyse de cette activité au regard des présupposés théoriques du cours d'action.

---

[46] Theureau, J. (2002). Cours d'expérience, cours d'action, cours d'interaction: essai de précision des objets théoriques d'étude de l'activité individuelle-sociale. *4e Journées d'étude ACT'ING « Objets théoriques, objets de conception, objets d'analyses et situations d'étude privilégiées », Nouan Le Fuzelier*, *6-7 juin*.

[47] Varela, F. (1989). *Autonomie et connaissance : Essai sur le vivant* (Seuil).

[48] Leblanc, S. (2010). Analyse des multiples préoccupations d'un enseignant de physique et de leurs évolutions lors de la mise en œuvre d'une démarche d'investigation : possibilités d'articulation d'une approche activité et didactique.

3.1 La motivation, moteur de l'activité spontanée

Selon Montessori (1959)[49], le jeune enfant se met en activité poussé par un besoin dont il n'a pas conscience, son guide intérieur : contrairement à l'adulte qui apprend grâce à un désir et une volonté conscients, l'enfant apprend d'abord grâce à son esprit absorbant, puis va construire peu à peu sa volonté et sa conscience individuelle.

D'après C. et D. Favre (1993)[50], cette conscience individuelle est embryonnaire dans les premiers âges de la vie. Pour rendre compte de l'évolution de ce premier stade jusqu'à la maturation psychique, ces auteurs ont élaboré une modélisation de la motivation humaine tenant compte des données neurobiologiques relatives aux circuits de renforcement du comportement : les trois systèmes de motivation. Ces trois systèmes sont la motivation de sécurisation (satisfaction des besoins fondamentaux), la motivation d'innovation (construction de l'autonomie via les apprentissages) et la motivation de sécurisation parasitée qui est une hypertrophie du premier système et induit une recherche active de dépendance, bloquant ainsi le développement psychique du sujet.

Le premier système (SM1), prépondérant chez les jeunes enfants, contribue à la satisfaction des besoins biologiques et psychologiques : dépendant d'autrui, il participe à la construction de la confiance en soi et en autrui. C'est le soulagement d'une tension, tendant à rétablir l'équilibre interne du sujet, qui procure du plaisir.

Dans le second système (SM2), le plaisir est procuré par l'autonomie physique, affective et intellectuelle : il ne correspond donc pas au soulagement d'une tension, mais est plutôt une conséquence de la réalisation de soi. Ce système tend à devenir prépondérant à l'issue de l'adolescence. Néanmoins, l'encouragement de l'autonomie chez les jeunes enfants leur permet d'accéder à ce système.

Ainsi, si l'enfant est au départ poussé à l'activité spontanée par le SM1, c'est de manière inconsciente. Le plaisir retiré de la satisfaction de ses besoins, par exemple celui d'apprendre à s'occuper seul de sa personne, le pousse à poursuivre son exploration vers l'autonomie. L'entrainement à l'autonomie l'amène peu à peu à des conduites motivées par le SM2, lesquelles seraient initiées par une intention consciente.

---

[49] Montessori, M. (1959), *op.cit.*

[50] Favre, D., & Favre, C. (1993). Un modèle complexe des motivations humaines: application à l'éclairage de la crise d'adolescence. *Revue de Psychologie de la Motivation*, *16*, 27–42.

3.2 Le libre choix et la mobilisation pour les apprentissages

Comme mentionné précédemment, le jeune enfant est amené à l'activité spontanée sans en avoir conscience : c'est le guide intérieur, que l'on peut rapprocher du SM1 de C. et D. Favre, qui le pousse à choisir son activité, en fonction de la période sensible dans laquelle il se trouve.

Dans le contexte de la classe Montessori, ce choix se fait selon une liberté encadrée : l'élève peut choisir toute activité qui lui a déjà été présentée, à condition que le matériel soit disponible. Ce libre choix est important pour les apprentissages dans la mesure où, puisque l'élève a choisi lui-même son activité, il devrait se mobiliser pour les apprentissages, c'est à dire être attentif et s'engager activement.

Selon Dehaene (2012)[51], l'attention et l'engagement actif sont, avec le retour d'information (feed-back) et la consolidation, des facteurs identifiés par les neurosciences cognitives comme déterminants de la vitesse et de la facilité d'apprentissage.

L'attention est le mécanisme par lequel l'apprenant sélectionne l'information et en organise le traitement. Le contrôle exécutif est l'un des systèmes attentionnels, il est réalisé par les fonctions exécutives : la mise à jour en mémoire de travail, le contrôle inhibiteur[52] et la flexibilité cognitive[53]. D'après Houdé (2001)[54], le fait de favoriser ces fonctions exécutives chez l'enfant faciliterait l'ensemble des apprentissages scolaires, notamment lorsque les capacités d'inhibition sont développées. La pratique répétée constitue un bon moyen pour développer ces fonctions exécutives.

La répétition étant facilitée par le contexte de libre choix, et au vu de l'importance des activités de vie pratique et de vie sensorielle pour exercer le contrôle moteur en pédagogie Montessori, nous comprenons pourquoi cette dernière favorise le développement du contrôle exécutif[55]. Les activités de vie pratique en particulier, en étant les premières présentées, permettent à l'enfant d'exercer ses fonctions exécutives :

- Lors d'une présentation par l'enseignant, l'élève doit attendre la fin de la présentation

[51] Dehaene, S. (2012). Les grands principes de l'apprentissage.

[52] Capacité d'inhiber un comportement indésirable.

[53] Capacité à faire preuve de créativité et à ajuster sa stratégie en fonction du problème.

[54] Houdé, O. (2001). Le temps du développement. *Enfances & Psy*, *no13* (1), 21-25.

[55] Lillard, A., & Else-Quest, N. (2006), *op.cit.*

pour pouvoir à son tour faire l'activité : c'est son contrôle inhibiteur qui est sollicité ;

- L'élève doit également garder en mémoire la succession de gestes réalisés et le but à atteindre, exerçant ainsi sa mémoire de travail ;
- L'exactitude de la présentation et des gestes associés sollicite sa flexibilité cognitive, qui est mise en œuvre pour lui permettre d'ajuster ses gestes ou sa stratégie afin d'atteindre le but visé par l'activité.

Sollicitant l'engagement de l'attention, de la volonté et de la curiosité de l'élève, l'engagement actif fait intervenir l'évaluation et la métacognition : ainsi, l'alternance de phases d'étude et de phases de tests rend l'apprentissage plus optimal, comme le précisent Zaromb & Roediger (2010)[56], en permettant à l'apprenant de savoir quand il ne sait pas. Nous pouvons saisir ici l'importance de la répétition en pédagogie Montessori : en effet, l'élève peut répéter pour affiner le geste ou pour consolider un apprentissage, mais aussi pour se tester, notamment grâce au retour d'information apporté par le matériel.

D'après Montessori[57], c'est lorsque l'attention de l'élève se fixe sur un exercice et qu'il en perfectionne son exécution par la répétition qu'il accède à la discipline intérieure. Ainsi, c'est l'exercice des fonctions exécutives qui fait naitre cette discipline, laquelle favorise à son tour l'exercice du libre choix.

Chaque élève ayant une manière d'apprendre et un rythme qui lui sont propres, le contexte de libre choix semble avantageux, puisque l'enseignant laisse à l'élève engagé dans une activité le temps de la répéter, la terminer et la reprendre à sa guise. Ceci est particulièrement important pour les enfants d'école maternelle car *« les enfants à cet âge là ont besoin de voir finalisée l'activité qu'ils ont commencée »* (Leconte, 2015, p. 5)[58].

Cependant, ce contexte de libre choix ne suffit pas à lui seul pour permettre à chaque enfant d'apprendre en suivant son guide intérieur. Nous avons vu que l'environnement de la classe doit être préparé, le matériel didactique tenant une importante place dans cet environnement : c'est en effet ce matériel qui va être à la base de chaque activité, en fournissant un support à l'exploration des sens et au travail de la main d'une part, et en permettant une interaction propice aux apprentissages d'autre part.

---

[56] Zaromb, F. M., & Roediger, H. L. (2010). The testing effect in free recall is associated with enhanced organizational processes. *Memory & Cognition*, *38*(8), 995-1008.

[57] Montessori, M. (1949), *op.cit.*

[58] Leconte, C. (2015). Prendre le temps d'apprendre, Nos questions - Chantier d'écriture réflexive.

3.3 L'exploration des sens et le travail de la main

Selon Montessori, le développement des sens précède celui des activités intellectuelles supérieures chez les jeunes enfants. Bien que le domaine « vie pratique » soit spécifiquement consacré à cette éducation des sens, c'est l'ensemble du matériel pédagogique qui correspond à une approche sensorielle des apprentissages. L'objectif est d'aider le développement naturel de l'enfant et de favoriser son adaptation à son milieu. En développant ses sens, l'enfant porte son attention sur l'observation de son milieu, les sens étant des « *organes de préhension des images du monde extérieur* » (Montessori, 1926, p. 85)[59]. Le sens du toucher en particulier, est très sollicité dans la plupart des activités proposées.

Les effets d'une approche haptique manuelle sur les apprentissages scolaires ont été étudiés par Bara & al. (2010)[60]. Selon ces auteurs, un apprentissage basé sur la multisensorialité est particulièrement adapté aux enfants de moins de six ans. En effet, c'est la modalité visuo-haptique qui est utilisée de manière préférentielle par les enfants de cette tranche d'âge pour explorer le monde (Hatwell, Streri & Gentaz, 2000)[61].

Par exemple, la représentation sensorimotrice des figures géométriques serait favorisée par un entrainement visuo-haptique (Gentaz & al., 2009)[62], lequel est mis en avant en pédagogie Montessori au travers d'activités comme les triangles constructeurs (annexe 3) ou le cabinet de géométrie. Au-delà du simple toucher, c'est en effet le sens stéréognostique[63] qui est ici favorisé : la sensation tactile est complétée par le mouvement de la main, apportant une connaissance plus exacte de la forme géométrique.

Notons également que, dès que les sens se sont suffisamment exercés, le langage est associé aux perceptions afin de compléter les connaissances acquises sensoriellement.

L'activité sensori-motrice induite par le matériel sollicite l'attention de l'élève et

---

[59] Montessori, M. (1926), *op.cit.*

[60] Bara, F., Fredembach, B., & Gentaz, É. (2010). Rôle des procédures exploratoires manuelles dans la perception haptique et visuelle de formes chez des enfants scolarisés en cycle 2. *Année psychologique*, *110*(2), 197.

[61] Hatwell, Y., Streri, A., & Gentaz, E. (2000). *Toucher pour connaître. Psychologie cognitive de la perception tactile manuelle*. Paris: Presses Universitaires de France - PUF.

[62] Gentaz, E., Bara, F., Palluel-Germain, R., Pinet, L., & Hillairet de Boisferon, A. (2009). Apports de la modalité haptique manuelle dans les apprentissages scolaires (lecture, écriture et géométrie). *Cahiers Romans de Sciences Cognitives, In Cognito*, 1–38.

[63] Stéréognosie : fonction sensorielle qui permet de percevoir la forme et le volume des objets en utilisant la sensibilité tactile et la sensibilité aux pressions.

l'incite à rester engagé dans son activité : la sensori-motricité est importante pour les apprentissages des jeunes enfants, même si, d'après Houdé (2001)[64], ces derniers possèdent déjà des capacités cognitives assez complexes.

C'est donc par la main que l'enfant agit sur son environnement, elle est un vecteur de son activité : le développement de l'habileté manuelle accompagne le développement cognitif. L'appropriation de gestes par l'élève passe par l'étape préliminaire de la présentation effectuée par l'enseignant, qui montre les gestes ou actions à effectuer. Comme le dit Montessori[65], pour pouvoir imiter l'exemple, l'élève doit le comprendre, ce qui dépasse la simple intériorisation des gestes de l'enseignant. En effet, les neurosciences indiquent que la compréhension de l'action observée fait intervenir le système de neurones miroirs, dont l'activation est nécessaire pour la répétition de l'action observée, mais aussi pour en comprendre l'intention (Rizzolatti, 2006)[66].

Aussi, pour comprendre et réussir le geste, l'apprenant doit s'entrainer et tâtonner. L'imitation, qui n'est pas la reproduction exacte de l'exemple donné, est un mouvement d'appropriation qui *« transpose le geste de l'autre dans l'activité du sujet »* (Clot, 1999, p. 3) [67]. L'élève met l'exemple montré par l'enseignant au service de sa propre action, l'important étant l'effort d'imitation et non pas la reproduction exacte de la démonstration. Il peut arriver que l'élève utilise le matériel d'une manière différente de celle qui lui a été présentée : l'enseignant le laisse à son activité dans la mesure où elle dénote un effort intellectuel, une *« invention utile à son développement »* (Montessori, 1926, p. 124)[68].

Nous voyons donc que l'approche multisensorielle et le travail de la main sont au cœur des apprentissages. Pour permettre ces multiples explorations et entrainements, le matériel constitue le support privilégié pour l'élève.

---

[64] Houdé, O. (2001). Le temps du développement. *Enfances & Psy*, *no13*(1), 21-25.

[65] Montessori, M. (1959), *op.cit.*

[66] Rizzolatti, G. (2006). Les systèmes de neurones miroirs. *Paper delivered at the Paris Academy of Sciences, December*, *12*.

[67] Clot, Y. (1999). Le geste est-il transmissible ? Présenté à Apprendre autrement aujourd'hui ? 10e Entretiens de la Villette, Cité des sciences et de l'industrie.

[68] Montessori, M. (1926), *op.cit.*

3.4 Interactions avec le matériel et apprentissages numériques

Nous avons vu que quelle que soit la situation (présentation faite par l'enseignant, leçon en trois temps, activité individuelle de l'élève), le matériel est une composante incontournable pour que l'élève interagisse avec le savoir. Ce matériel est conçu pour s'inscrire dans une progression, permettant à l'élève d'isoler chaque difficulté, même si plusieurs compétences peuvent être requises pour la réalisation de la tâche. D'après Dehaene (2012)[69], cela est important pour canaliser l'attention et éviter toute dispersion.

Lorsqu'une activité est présentée pour la première fois à un élève, il est invité à interagir avec le matériel non seulement pour comprendre et réussir le geste, mais aussi pour accéder à la connaissance associée à ce matériel spécifique.

En effet, l'activité de l'élève est constituée d'une partie bien visible, qui est l'interaction avec le matériel, et d'une partie plus intériorisée. Nous pouvons nous interroger sur les constituants de cette activité de représentation sous-jacente. Le concept de représentation pouvant revêtir plusieurs significations, nous retiendrons celle présentée par Vergnaud (2007)[70], pour lequel la représentation est un ensemble de processus dynamiques, ou schèmes, qui organisent l'activité tout en étant le produit de cette activité. Cette définition complète ces trois autres significations :

- la représentation vue comme le flux de la conscience, qui est un mouvement continu d'images, perceptions, idées ou gestes,
- les signes et symboles, qui accompagnent le travail de la pensée,
- la représentation comme système de concepts, qui permet le prélèvement d'informations utiles pour conduire l'activité.

La représentation est donc composée d'images, de mots et de concepts, mais aussi de formes d'organisation de l'activité. Elle intervient lorsque le travail de la main trouve un relais au niveau intellectuel. Pour l'élève montessorien, la représentation constituerait un pont entre la manipulation du matériel mathématique et la conceptualisation ou accès au savoir associé. Par exemple, la tour rose (annexe 3) dans le matériel de vie sensorielle permet d'aborder le

[69] Dehaene, S. (2012), *op.cit.*

[70] Vergnaud, G. (2007). Représentation et activité : deux concepts étroitement associés. *Apprentissage et développement : apprendre, se former et agir*, (4).

concept de volume. Faisant partie de trois séries de blocs travaillant la gradation en une, deux ou trois dimensions, ce matériel est constitué de dix cubes dont l'arête mesure de 1 à 10 cm. Le plus gros cube est posé, puis les autres par dessus, du plus grand au plus petit, pour obtenir une tour. L'augmentation de l'arête du cube s'accompagne de l'augmentation de son volume et de son poids, le matériel étant en bois. C'est grâce aux manipulations répétées que l'élève aborde sensoriellement ces relations. À ce niveau, le concept de volume n'est pas explicitement abordé, mais l'élève a pu se faire une représentation de cette gradation et établir une relation entre taille, volume et poids des cubes.

Le concept de représentation nous amène à considérer le processus d'instrumentation proposé par Rabardel et qui est l'une des faces de la genèse instrumentale : les processus d'instrumentation concernent « *l'émergence et l'évolution de schèmes d'utilisation et d'action instrumentée* » (Rabardel, 1995, p. 5)[71]. En agissant sur le matériel et en prenant en compte le feed-back fourni, l'élève élabore des schèmes pour l'utilisation du matériel, qui devient un instrument. C'est donc par la médiation du matériel constitué en instrument que l'apprenant accède au savoir.

Dans sa modélisation de la situation enseignement - apprentissage, Rézeau prend en compte les quatre pôles : apprenant, enseignant, savoir et instrument[72]. La médiation entre l'élève et le savoir résulte de l'action directe de l'enseignant ou de celle de l'instrument, lequel englobe tout matériel d'enseignement, tâches ou activités. Dans la classe Montessori, le matériel présenté à l'élève par l'enseignant permet cette médiation grâce à l'instrumentation. L'interaction avec le matériel constitue une activité durant laquelle l'élève élabore des représentations qui organisent cette activité tout en en étant le produit, l'élève s'adaptant constamment et construisant ainsi ses connaissances et compétences.

---

[71] Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies ; approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.

[72] Rézeau, J. (2002). Médiation, médiatisation et instruments d'enseignement : du triangle au « carré pédagogique ». *ASp. la revue du GERAS*, (35-36), 183-200.

3.5 Le couplage structurel entre l'acteur et son environnement

Le milieu didactique offre à l'élève une opportunité d'agir et d'utiliser une partie des ressources cognitives sans lesquelles l'activité ne pourrait être réalisée. En effet, nous avons vu que, dans les classes Montessori, c'est par la médiation du matériel constitué en instrument que l'apprenant peut accéder au savoir.

Il y a un couplage structurel entre l'élève acteur et le milieu didactique, en particulier le matériel. Au travers de ce processus d'interactions continues, l'enfant va pouvoir se construire en s'adaptant aux situations et aux savoirs rencontrées. Pour reprendre le concept d'autopoïèse[73] de Varela (1989)[74], l'élève en processus d'apprentissage est comparable à un système dynamique qui se transforme pour compenser les perturbations provoquées par ses interactions avec son environnement. Ces perturbations proviennent du matériel lui-même (ou plus généralement de l'environnement de la classe) et du savoir qui y est associé, de l'interaction avec les autres élèves ou avec l'enseignant, mais aussi de l'élève en activité, qui réagit à l'interaction.

Nous voyons en cette transformation l'émergence de la représentation telle que décrite plus haut, c'est à dire comme un ensemble de processus dynamiques, ou schèmes, qui selon Vergnaud organisent l'activité tout en étant le produit de cette activité.[75]

---

[73] Propriété d'un système de se produire lui-même, en permanence et en interaction avec son environnement.

[74] Varela, F. (1989). *Autonomie et connaissance : Essai sur le vivant* (Seuil).

[75] Vergnaud, G. (2007), Représentation et activité : deux concepts étroitement associés, *op.cit., p. 10.*

3.6 Analyser l'activité de l'élève dans la classe

L'activité humaine étant située, analyser l'activité de l'élève revient à analyser ses interactions avec le milieu de la classe, et en particulier avec le matériel didactique. Cette analyse doit mettre en évidence l'activité significative pour l'acteur et son interaction avec le savoir, en s'efforçant d'accéder à la conscience préréflexive constitutive de l'activité.

3.6.1 L'activité significative et la conscience préréflexive

La compréhension de l'activité de l'élève est facilitée par l'accès à sa conscience préréflexive, qui correspond à ce qui est explicitable, c'est à dire montrable, racontable, commentable par lui. Du fait du jeune âge des élèves observés et de leurs capacités langagières, cette explicitation peut être limitée. Elle est toutefois utile pour repérer le niveau significatif de l'activité du point de vue de l'élève.

Chaque matériel correspond à une ou plusieurs utilisations particulières, en lien avec des objectifs d'apprentissage précis. Or, il peut arriver qu'un enfant en activité utilise le matériel d'une autre manière que celle qui a été prévue par l'adulte. Le repérage de l'activité significative peut alors donner un complément d'information sur les préoccupations de l'élève et les apprentissages qu'il est en train de réaliser.

L'entretien d'autoconfrontation a pour but de permettre l'accès, même partiel et limité, à cette conscience préréflexive : un questionnement accompagnant le déroulement des enregistrements vidéo incite l'acteur à décrire ce qu'il fait, pense ou prend en compte pour agir.

L'acteur qui décrit son activité la découpe en unités significatives de son point de vue. Ainsi, ce qui « *fait signe* » (Durand & Veyrunes, 2005, p. 10)[76] pour l'élève à l'instant *t* s'accompagne de préoccupations qui lui sont propres, en lien avec les connaissances qu'il mobilise ou qu'il construit. Repérer ce que l'élève cherche à faire à cet instant précis ou quelles sont ses attentes peut permettre de comprendre le sens qu'il donne à son activité et les représentations qui se construisent en lui.

Ce découpage du flux d'action en unités significatives et la reconstruction de l'activité amènent à la constitution du cours d'expérience.

---

[76] Durand, M., & Veyrunes, P. (2005). L'analyse de l'activité des enseignants dans le cadre d'un programme d'ergonomie formation. *Les pratiques enseignantes : analyse des données empiriques. Les dossiers des Sciences de l'Éducation*, (14).

3.6.2 Déconstruction et reconstruction de l'activité

Le cours d'expérience est un objet théorique relatif à l'organisation intrinsèque du cours d'action (Astier & al., 2003)[77] : il est constitué par l'enchainement des unités d'action significatives pour l'acteur. Ces unités significatives sont composées des préoccupations ou intentions de l'élève, de ses attentes ou focalisations, de ses émotions, sensations, communications et de ses connaissances mobilisées ou en construction. Le flux de ces composantes émerge du couplage dynamique entre l'élève et l'environnement avec lequel il interagit. Ces composantes de l'unité significative interagissent et influencent à leur tour l'unité d'action suivante.

L'étude des données récoltées grâce à l'observation et à l'entretien d'autoconfrontation permettent de définir une partie des composantes de l'activité, en particulier les préoccupations, communications et connaissances mobilisées ou en construction. C'est la mise bout à bout des unités significatives repérées qui va amener à la constitution du cours d'expérience.

3.6.3 Interaction avec le matériel et dynamique du mouvement de pensée

En mettant bout à bout les unités significatives qui relatent l'expérience vécue par l'élève au cours de l'activité, on peut espérer reconstruire au moins partiellement la dynamique de son mouvement de pensée pour décrire son interaction avec le savoir. Cela nous permettra de mettre en évidence certaines influences du matériel didactique et du contexte de libre choix sur l'apprentissage de l'élève :

- la manipulation du matériel pour visualiser concrètement et construire les concepts mathématiques associés : ce qui fait signe pour l'élève est à rapprocher des compétences et connaissances visées. Au niveau des représentations, il peut en effet y avoir un décalage entre ce qui est attendu par l'enseignant et ce qui est effectivement construit par l'élève.
- le choix d'une activité possible parmi d'autres avec un même matériel, l'enchainement avec ce même matériel de plusieurs activités développant plusieurs connaissances ou compétences et la transition entre ces différentes activités : l'observation de plusieurs élèves interagissant avec le même matériel peut faire ressortir des cours d'expérience

[77] Astier, P., Leblanc, S., Gal-Petitfaux, N., Sève, C., Saury, J., & Zeitler, A. (2003). Les approches situées de l'action : quelques outils. *Recherche et formation*, (42), 119-125.

bien différents, chaque apprenant ayant un cheminement personnel.

- la répétition de l'activité : si elle a lieu, il peut y avoir évolution de ce qui fait signe d'une répétition à l'autre. Les composantes de l'activité et les représentations de l'élève peuvent varier lorsqu'une même activité est répétée.

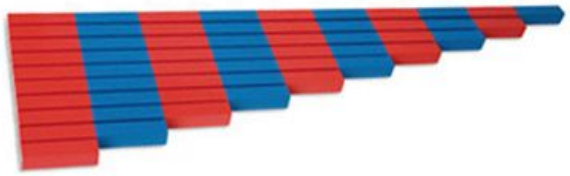
Dans le cas où l'enseignant fait une présentation à l'élève, nous nous préoccupons principalement de l'activité de l'élève. La parole sera donnée à l'enseignant lors des entretiens d'autoconfrontation inscrits dans le dispositif méthodologique, afin de comparer ses attentes institutionnelles aux activités de l'élève.

3.7 Matériel spécifique et savoirs numériques

Pour conduire notre recherche, nous nous concentrons sur l'observation de l'activité des élèves avec les matériels suivants, issus de l'étape 1 de la progression.

3.7.1 Les barres rouges et bleues

Les barres rouges et bleues sont utilisées dès le début de la progression en numération pour aborder les quantités de un à dix. Les élèves accédant à ce matériel sont déjà habitués à ranger des barres de la plus longue à la plus courte, puisqu'ils ont effectué ce type d'activité avec le matériel des barres rouges dans le domaine de la vie sensorielle.



Durant les premières activités avec ce matériel, l'enseignant présente chaque barre en l'associant à une quantité : cela permet à l'élève de se représenter visuellement les quantités de un à dix et d'aborder le concept d'itération de l'unité, puisque que pour passer d'une barre à la suivante, il faut ajouter « un ». La barre représentant le « un » est d'ailleurs utilisée pour visualiser cette itération de l'unité.

Ce matériel permet également une variété d'activités impliquant la comparaison de nombres (plus grand / plus petit), l'association écritures chiffrées et quantités correspondantes, et la décomposition-recomposition (en particulier pour les compléments à dix) avec éventuellement introduction de l'écriture additive.

3.7.2 Les fuseaux

Après avoir beaucoup travaillé avec les barres rouges et bleues et leur association avec les écritures chiffrées, les élèves utilisent le matériel des fuseaux pour compter les unités séparées, constituer des collections et les associer à l'écriture chiffrée des quantités correspondantes.

Le comptage-dénombrement est ici sollicité puisque l'élève doit constituer des collections dont les quantités sont indiquées par chaque compartiment : non seulement il s'agit d'associer nom de nombre et quantité lors de la constitution de la collection, mais il faut aussi effectuer une correspondance entre quantité et symbole (écriture chiffrée) pour placer la collection dans le bon compartiment. De plus, ce matériel introduit le zéro comme quantité nulle.

3.7.3 Choix des matériels

L'observation de l'activité des élèves avec ces deux types de matériel et les entretiens d'autoconfrontation qui en découlent doivent permettre la mise en avant des représentations des élèves sur les nombres et les quantités. Ces matériels particuliers ont été choisis parce qu'ils marquent de le début de la construction du concept de nombre, mais aussi parce qu'ils sont surtout utilisés par les élèves les plus âgés de la classe dans laquelle est conduite la recherche : cela devrait faciliter la prise de parole durant les entretiens d'autoconfrontation, le langage pouvant être un obstacle pour des élèves plus jeunes.

Considérant la possibilité qu'aucun élève n'utilise ces deux matériels durant la période d'observation, ou qu'ils les utilisent très peu, nous n'excluons pas l'idée d'observer d'autres matériels liés à la numération et utilisés dans la classe dans laquelle est conduite notre recherche : file numérique, activité des jetons, tableau des 100, chaine de 100 (annexe 4).

Quel que soit le matériel effectivement manipulé durant les séances d'observation, nous nous efforcerons de mettre en évidence ce qui fait sens pour l'élève en interaction avec ces matériels spécifiques, conformément au cadre théorique du cours d'action

4. PROBLÉMATIQUE ET QUESTIONS DE RECHERCHE

La conférence nationale sur l'enseignement des mathématiques (CNEM, 2012)[78] met en avant l'importance des acquisitions numériques dès l'école maternelle, non seulement pour la poursuite de la scolarité, mais aussi pour l'insertion des citoyens dans la société, en lien avec les usages du nombre dans la vie courante. Suchaut (2008) précise en outre que la construction du nombre en fin de cycle I détermine les capacités attentionnelles des élèves à l'entrée au cycle III, et que ces capacités attentionnelles sont liées aux compétences en calcul mental, lesquelles déterminent les futures acquisitions en numération et en calcul au collège[79].

Au vu de l'importance de l'acquisition des compétences liées à la numération durant la scolarité, les effets positifs de la pédagogie Montessori sur ces compétences nous interpellent : on peut en effet se demander ce qui permet à ce type de fonctionnement pédagogique de favoriser l'émergence de compétences en numération, particulièrement à l'école maternelle, qui a pour mission de poser les bases pour une scolarité épanouie.

Considérant les spécificités de cette pédagogie au niveau de l'organisation de la classe et l'importance du matériel didactique spécifique, un faisceau de questions émerge, concernant l'activité de l'élève, la posture de l'enseignant ou encore le matériel et le milieu didactiques (annexe 5).

Notre questionnement de départ étant lié à la relative passivité des élèves face aux apprentissages et à la nécessité d'entretenir la soif naturelle de découverte qui est caractéristique des jeunes enfants, nous nous focalisons sur l'activité de l'élève dans le domaine numérique et ses interactions dans l'environnement d'une classe fonctionnant selon les principes de la pédagogie Montessori. Cette analyse se fait à la lumière des instructions officielles pour l'école maternelle et du cadre qu'elles apportent.

Nous nous intéressons donc spécifiquement à l'activité de l'élève en numération dans ce type de classe, afin de la décrire et de la comprendre. L'interaction avec le matériel et le principe de libre choix impliquent différentes caractéristiques pour cette activité, notamment :

- la possibilité de répéter,
- le feed-back immédiat fourni par le matériel (ou, le cas échéant, par l'enseignant)

[78] Conférence nationale sur l'enseignement des mathématiques à l'école primaire et au collège - Educmath. (2012), *op.cit*.
[79] Suchaut, B. (2008), *op.cit*.

pour le contrôle de l'erreur,

- l'exigence du matériel quant à sa manipulation et à son rangement,
- l'acquisition de connaissances et compétences spécifiques à chaque matériel manipulé,
- la gestion de son temps par l'élève : respect de son rythme propre d'apprentissage, de sa fatigabilité, de sa motivation, de sa maturation.

Si cette interaction avec le matériel constitue une part importante de l'activité de l'élève, le principe de libre choix, lié aux notions de guide intérieur, de périodes sensibles et d'activité spontanée élaborées par Montessori, nous paraissent indispensables pour décrire et comprendre cette activité.

Nous tenterons donc de préciser en quoi le principe de libre choix d'activité associé à l'interaction avec un matériel spécifique favorise les apprentissages de l'élève en numération dans une classe de maternelle à pédagogie Montessori.

Cette problématique s'inscrit dans les questions de recherche suivantes :

- Qu'est-ce qui va faire passer l'élève de simple manipulateur à apprenant investi dans le domaine de la numération ?
- Comment se construit l'autonomie de l'élève de maternelle à travers le choix offert de son activité ?

PARTIE 2 : DISPOSITIF MÉTHODOLOGIQUE

La stratégie méthodologique choisie pour cette recherche est l'observation du didactique ordinaire, dans une classe fonctionnant en pédagogie Montessori. S'inscrivant dans le cadre théorique cours d'actionniste de l'analyse de l'activité, l'instrumentation est principalement constituée par l'observation filmée, la pratique d'entretiens d'autoconfrontation pour accéder à la compréhension de la logique interne des acteurs, et la pratique d'entretiens d'autoconfrontation croisée.

1. CONDITIONS PRÉALABLES AU RECUEIL DES DONNÉES

Pour effectuer l'observation et les entretiens, il a d'abord été nécessaire d'obtenir l'adhésion et l'autorisation d'une école ayant une classe maternelle pratiquant la pédagogie Montessori et répondant à certains critères :

- Utilisation de matériel issu de la pédagogie Montessori (surtout en mathématiques),
- Respect du principe de libre choix pendant au moins 50% du temps de classe,
- Organisation mise en place depuis au moins un an,
- Présence d'élèves de cinq ans et plus.

Un contrat de collaboration (annexe 6) a été établi entre l'enseignante et la chercheuse afin d'expliciter les objectifs de la recherche et de préciser les règles de déontologie, la durée de la recherche et ses contraintes.

Une fois le lieu d'observation défini, il a été important d'obtenir toutes les autorisations nécessaires à la captation vidéo (annexes 7 et 8). En effet, pour respecter la législation en vigueur concernant le droit à l'image, les parents doivent donner leur accord, mais également les enseignants concernés, la direction de l'école, l'inspecteur de la circonscription et le DASEN (Directeur Académique des Services de l'Éducation Nationale). Sans ces autorisations, la captation vidéo ne peut avoir lieu et la recherche ne peut être engagée. Si une autorisation parentale est manquante, la captation vidéo doit être interrompue dès que l'élève concerné se présente à l'atelier filmé. Par ailleurs, l'autorisation implique pour le chercheur un engagement à ne diffuser les images que dans le cadre restreint de la recherche, c'est à dire pour le traitement et l'analyse des données.

Au niveau matériel, la captation vidéo nécessite de prévoir une caméra et un trépied le

moins encombrant possible pour ne pas gêner la circulation dans la classe. La prise de son est effectuée par le micro de la caméra, complété par un dictaphone pour enregistrer les présentations faites par l'enseignant. Enfin, le visionnage des vidéos pendant les entretiens d'autoconfrontation nécessite un ordinateur portable pour récupération et lecture de la vidéo, et à nouveau la caméra avec micro intégré pour l'enregistrement de l'autoconfrontation.

2. MÉTHODOLOGIE DU RECUEIL DES DONNÉES

2.1 L'observation

Elle porte sur l'utilisation des matériels mathématiques présentés dans la première partie : les barres rouges et bleues, les fuseaux, et éventuellement les jetons. La caméra est au départ placée de manière à filmer l'atelier correspondant au matériel visé : le public observé est donc constitué par chaque élève qui se présente à l'atelier, et éventuellement par l'enseignant si une présentation ou leçon doit avoir lieu durant l'observation. L'enregistrement vidéo commence dès qu'un élève choisit de travailler avec l'un des matériels mathématiques ciblés.

Considérant le fait que les élèves de la classe peuvent s'installer où ils le souhaitent pour travailler (à une table ou sur un tapis), le positionnement de la caméra peut être délicat. Si l'élève ayant choisi le matériel observé se met à la table la plus proche des étagères de matériel mathématique, la caméra pourra rester à la place où elle avait été installée au départ. Si l'élève se place à un autre endroit de la classe, la caméra devra suivre l'élève ayant choisi le matériel tout en restant suffisamment éloignée pour ne pas le troubler. De plus, le possible passage d'autres élèves devant la caméra pendant l'activité risque de compromettre la qualité de la captation vidéo. Durant cette captation, des mouvements panoramiques, zooms et même un déplacement de la caméra peuvent aider à avoir une meilleure image : le cadrage est fait de manière à rendre bien visibles les gestes de l'élève, le matériel, et les élèves entrant en interaction avec l'élève filmé.

L'observation filmée a été effectuée sur six journées : quatre séances ont eu lieu en journée entière, sur des périodes de 1h à 1h30 par demi-journée, et quatre séances ont eu lieu durant l'après-midi, toujours sur une durée 1h à 1h30. Lors de la première journée de captation, la première demi-heure a été consacrée à habituer les élèves à la présence de la chercheuse et de la caméra dans la classe : la caméra était installée sans être mise en fonction.

Les entretiens ont été réalisés suite à chaque captation vidéo, durant la même journée.

2.2 Les entretiens

2.2.1 L'entretien de pré-enquête

Cet entretien semi-directif avec l'enseignante a eu lieu presque deux mois avant le début de la captation vidéo et a permis de préciser les éléments de contexte pour l'observation (cf. p. 50-51) :

- le contexte de la classe : localisation de l'école, nombre d'élèves et niveaux de classe ;
- son fonctionnement global : journée type, organisation de l'espace de la classe, matériel utilisé, modalités des interactions entre élèves et entre élèves et adultes ;
- le parcours de l'enseignante : expérience en maternelle et cheminement vers les choix pédagogiques actuels.

2.2.2 L'entretien d'autoconfrontation

Pour chaque atelier filmé, la plupart des élèves ont vécu cet entretien, avec une attention particulière donnée aux points suivants :

Répétition de l'activité : pour l'ensemble des entretiens, il est souhaitable de faire participer des élèves ayant répété l'activité tout comme d'autres ne l'ayant pas répétée. Nous avons en effet vu que la répétition peut entrainer une évolution des composantes de l'activité ou des représentations de l'élève. Cependant, une non répétition peut également être intéressante à analyser dans la mesure où l'élève a passé suffisamment de temps avec le matériel.

Temps passé avec le matériel : pour que l'entretien soit riche en échanges, l'élève devra avoir passé assez de temps sur l'atelier. Nous supposons en effet qu'un élève qui aurait réalisé l'activité en seulement trois minutes pour passer ensuite à autre chose n'aurait pas fait d'apprentissage, soit parce qu'il maitrisait déjà la connaissance ou compétence visée, soit parce qu'il serait passé trop vite sur l'activité. Nous n'excluons pas la possibilité que des élèves se présentent à l'atelier seulement pour apparaitre sur la vidéo, ce qui remet partiellement en question le principe de libre choix.

Activité réalisée avec le matériel : les matériels choisis pour l'observation permettant

la réalisation de plusieurs activités différentes, il est intéressant de retenir cette variété pour les entretiens d'autoconfrontation, d'autant plus si le même élève a réalisé plusieurs activités avec le même matériel.

L'entretien d'autoconfrontation consiste à faire visionner à l'enfant la vidéo sur laquelle il apparait en la mettant en pause à chaque fois qu'il souhaite parler pour commenter son activité. Cet entretien est semi-dirigé à l'aide d'une grille de questions (annexe 9) adaptées à l'âge de l'enfant afin de l'orienter vers l'explicitation de son activité au moment de l'atelier filmé, par exemple : Qu'est-ce que tu fais ? À quoi ça sert ? Qu'est-ce que tu te dis ? Qu'est-ce qui te plait dans cette activité ? Ces questions visent à préciser, dans la mesure du possible, quelques unes des composantes de l'activité selon le cadre du cours d'action : les préoccupations ou intentions de l'élève ; ses attentes ou focalisations ; ses émotions, sensations, communications ; les connaissances mobilisées ou en construction.

2.2.3 Les entretiens avec l'enseignante

Pour chaque autoconfrontation, un entretien est aussi mené avec l'enseignante afin de lui faire visualiser la vidéo des ses élèves en activité et de la faire parler de ce qu'ils font. Il y aura ainsi rapprochement entre les objectifs de l'enseignante et ce que les élèves font effectivement. Une série de renseignements pourra être récoltée à l'occasion de cet entretien : date de la présentation, fréquence d'utilisation de ce matériel, évolution de l'élève avec le matériel en question, évolution générale de l'élève dans la classe et manière de vivre le libre choix (annexe 10). Ces informations fourniront un éclairage sur le contexte particulier de l'activité de l'élève.

En complément de cet entretien, a lieu un entretien d'autoconfrontation croisée : cette fois, l'enseignante commente ce qu'a dit l'élève lors de son entretien d'autoconfrontation. Il s'agit ici de faire le lien entre ce à quoi s'attendait l'enseignante, ce que l'élève fait et ce qu'il en dit.

3. MÉTHODOLOGIE DU TRAITEMENT ET DE L'ANALYSE DES DONNÉES

La pré-enquête effectuée avec l'enseignante avant la mise en place des séances de captation vidéo a fourni des informations utiles pour la mise en place de la méthodologie du recueil de données. Son analyse complète celle des autres entretiens effectués avec l'enseignante.

De plus, la triangulation des différentes données produites grâce à l'observation et aux entretiens a permis de dégager des informations sur l'activité des élèves. En effet, dans le cadre cours d'actionniste d'analyse de l'activité, il s'agit de s'appuyer sur ce que dit l'acteur et de comparer son discours avec ce qu'il fait.

Un premier traitement a lieu au niveau des données recueillies par l'observation, durant lequel des données d'ordre quantitatif sont relevées : nombre d'élèves ayant utilisé le matériel durant chaque séance d'observation, nombre de passages pour chaque élève ayant utilisé plusieurs fois le même matériel, durée moyenne d'utilisation du matériel. Ces informations doivent permettre de dresser un portrait général de l'activité du groupe d'élèves avec le matériel de numération choisi pour cette recherche, durant la période d'observation.

Données quantitatives sur l'utilisation du matériel des barres rouges

Séance d'obser-vation	Nombre d'élèves différents par séance	Nombre d'utilisations du matériel par séance	Durée minimale avec le matériel	Durée maximale avec le matériel	Durée moyenne d'utilisation
1					
2					
3					

Ensuite, après transcription des observations et entretiens en verbatim, les données obtenues en observation et en autoconfrontation sont organisées dans un tableau à quatre colonnes pour le temps, la description de l'activité de l'élève, la retranscription de ce que dit l'élève durant l'entretien d'autoconfrontation et la retranscription des commentaires de

l'enseignante sur l'activité de l'élève et sur sa verbalisation.[80]

Transcription des verbalisations et comportements

Minutes	Ce que fait l'élève et ce qu'il dit durant l'activité[81]	Verbalisation de l'élève en autoconfrontation	Commentaires de l'enseignante sur l'activité de l'élève ou sur sa verbalisation en autoconfrontation

Conformément à la méthodologie associée au cours d'action[82], le flux d'activité de l'élève est ensuite décomposé en unités significatives élémentaires (U) après analyse de ce tableau et des enregistrements vidéo à l'aide de la trame de questions utilisée en autoconfrontation avec les élèves (annexe 9) : Que fait l'élève ? Quelles sont ses préoccupations ? Que communique-t-il et avec qui ? Sur quelles connaissances s'appuie-t-il ? L'articulation de ces données a pour but de mettre en lien l'activité et les préoccupations de l'élève. Un deuxième tableau fait donc apparaitre ces unités significatives de l'activité de l'élève, mises en regard avec les composantes remarquables qui peuvent être repérées (principalement les préoccupations, communications et connaissances associées).

Unités significatives élémentaires de l'activité de l'élève

U	Intitulé des unités élémentaires	Composantes remarquables
1	Considérant que...., l'élève…	Préoccupations : Connaissances : (Communications :)

L'enchainement des unités significatives élémentaires, qui constitue le cours d'expérience de l'élève, est analysé au travers des composantes remarquables et des observations et commentaires de l'enseignante. En complétant cette analyse avec des données quantitatives (nombre de répétitions, temps passé avec le matériel) et qualitatives (recensement des actions réalisées avec le matériel, interactions avec d'autres élèves ou avec des adultes), nous espérons ainsi mettre en évidence certaines influences du matériel didactique et du contexte de libre choix sur l'apprentissage de l'élève :

[80] Si un élève ne peut participer à un entretien d'autoconfrontation, le tableau ne comporte que trois colonnes, la troisième contenant les commentaires de l'enseignante sur l'activité de l'élève.

[81] Nous incluons ici les éventuelles interactions avec l'enseignante ou avec les autres élèves.

[82] Durand, M., & Veyrunes, P. (2005), *op.cit.*

- La manipulation du matériel pour visualiser concrètement et construire les concepts mathématiques associés : est-ce que ce qui fait signe pour l'élève correspond aux attendus de l'enseignante en termes d'apprentissage ?
- La répétition de l'activité : si elle a lieu, il peut y avoir évolution de ce qui fait signe d'une répétition à l'autre. Quelle signification donner à cette répétition en termes d'interaction avec le savoir ?
- Le choix d'une activité possible parmi d'autres avec un même matériel, la réalisation avec ce même matériel de plusieurs activités développant différentes compétences : y a-t-il une évolution des représentations de l'élève d'une activité à l'autre ?

En croisant les données obtenues par le biais des autoconfrontations des élèves avec celles issues de l'observation et des entretiens avec l'enseignante, nous espérons dépasser le problème de la limitation d'accès à la conscience préréflexive chez de jeunes élèves. Veyrunes et Durand considèrent d'ailleurs que « *le chercheur a une appréhension plus riche que celle de l'acteur dans la mesure où il complète les données d'auto-confrontation par des données d'observation qui excèdent ce à quoi l'acteur a accès en contexte* »[83]. Ce croisement de données devrait donc permettre de dégager les points saillants conduisant à des pistes d'interprétation sur l'activité des élèves en numération dans cette classe.

[83] Durand, M., & Veyrunes, P. (2005), *op.cit.,* p. 14.

PARTIE 3 : PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

1. ANALYSE DES RÉSULTATS

Cette recherche à visée descriptive et compréhensive s'appuie sur une observation et des entretiens contextualisés. Nous présenterons en premier lieu le contexte du recueil de données et les conditions de l'observation filmée, puis nous dresserons un portrait global des activités numériques dans le groupe d'élèves observés, suivi d'un portrait de chaque élève ayant participé aux entretiens. Ensuite, nous aborderons l'analyse de l'activité des élèves avec les deux matériels observés, les fuseaux et les barres rouges et bleues. Pour finir, nous dresserons un portrait plus complet de l'activité mathématique de deux élèves particuliers.

1.1 Contexte du recueil de données

Cette recherche a été conduite dans une école primaire comprenant trois classes, située en milieu rural. La classe qui a accueilli l'observation filmée et les entretiens est une classe de cycle I, composée de 28 élèves de la toute petite section à la grande section, avec sept élèves en moyenne section et neuf en grande section.

Une journée type dans cette classe comprend dès l'accueil du matin un créneau d'une heure en activités autonomes. Après le regroupement et la récréation, les élèves participent à des activités spécifiques de différents domaines (activités artistiques, activités physiques) ou travaillent à nouveau en ateliers autonomes. La matinée se termine par un regroupement. L'après-midi, seuls les élèves de moyenne section qui ne font pas la sieste et ceux de grande section sont présents dans la classe. Après l'accueil, a lieu un regroupement en général consacré à l'acquisition de la conscience phonologique. S'ensuit un créneau de travail en autonomie, ou d'activités dirigées selon les projets de la classe.

La classe est aménagée selon différentes aires de travail (annexe 11), en relation avec les domaines empruntés à la pédagogie Montessori. Nous y trouvons donc un espace dédié à la vie pratique, des étagères sur lesquelles sont concentrées les activités de vie sensorielle, et un espace comprenant des étagères pour les activités mathématiques d'une part, et des étagères pour les activités langagières d'autre part. Ces deux derniers espaces comprennent une table ronde qui leur est dédiée. Des tables individuelles placées par deux ou plus se trouvent près des espaces de vie sensorielle, langage et mathématiques. Près de l'espace vie

pratique se trouvent le matériel pour les activités artistiques et des tables uniquement dédiées à ces activités artistiques et de vie pratique. Dans un recoin de la classe, est aménagé un espace bibliothèque. L'espace central de la classe est marqué par une ellipse dessinée au sol, sur laquelle les élèves s'assoient lors des regroupements. Cet espace est aussi celui où sont posés les tapis sur lesquels les élèves travaillent pour certaines activités autonomes. Près de l'ellipse, le tableau mural est particulièrement utilisé lors des regroupements, pour les rituels : appel, comptage des présents et des absents, date. Enfin, l'espace utilisé pour le bureau de l'enseignante sert également de coin informatique lorsque les élèves viennent utiliser l'ordinateur.

L'enseignante de cette classe exerce depuis 15 ans, dont 10 en maternelle et dans cette école. Elle a amorcé son changement de fonctionnement en 2015, alors qu'elle avait une classe comprenant 33 élèves. Cette année là, une animation pédagogique sur l'aménagement de la classe en maternelle l'a amenée à réfléchir sur la manière d'aménager l'espace de sa classe au mieux, compte tenu du grand nombre d'enfants. C'est cette réflexion qui l'a conduite à s'intéresser à la pédagogie Montessori, en instaurant d'abord les activités de vie pratique et de vie sensorielle au début de l'année scolaire 2015-2016, puis en introduisant les activités de mathématiques et de langage durant la dernière période de l'année. L'année scolaire courante, 2016-2017, est donc pour cette classe la première année complète avec ce nouveau fonctionnement.

1.2 Conditions de l'observation filmée

L'observation a eu lieu durant huit séances d'1h à 1h15 chacune : les quatre premières séances ont eu lieu dans les deux semaines précédant les vacances d'hiver, tandis que les autres séances ont eu lieu dans les deux semaines suivant ces vacances.

Le corpus d'élèves potentiellement observables est constitué par sept élèves de moyenne section, et neuf de grande section, soit seize élèves. En réalité, le corpus d'élèves pour lesquels nous avions l'autorisation de captation vidéo, est constitué de six élèves de moyenne section et sept élèves de grande section, soit treize élèves au total.

Deux mois avant le début de l'observation filmée, l'enseignante nous indiquait que les élèves *"ont plutôt investi la lecture cette année, et pas encore les maths"*, contrairement au groupe de l'année précédente qui s'était *"plus focalisé sur les activités mathématiques"*. Les

élèves étaient prévenus que la chercheuse venait en classe pour observer leur activité et discuter avec certains d'entre eux, mais ignoraient que seuls certains matériels de numération étaient ciblés par la recherche. Nous nous attendions donc à ne voir que peu d'élèves agir avec le matériel, d'autant que nous souhaitions le plus possible respecter le principe de libre choix. Inévitablement, ce principe aura tout de même été perturbé, lorsque des élèves ont remarqué quel matériel faisait l'objet de la captation vidéo : certains ont manifesté ouvertement leur souhait d'être filmé. La présence de la chercheuse dans la classe aura pu avoir une incidence sur les choix pédagogiques de l'enseignante, qui, souhaitant donner à voir des activités en numération, a fait des présentations qu'elle n'aurait pas forcément faites à ce moment précis.

1.3 Un intérêt modéré pour les activités de numération

La première analyse contient le relevé de données quantitatives sur l'utilisation des deux matériels ciblés par le groupe d'élèves observables.

Tableau 1 : données quantitatives sur l'utilisation du matériel des barres rouges et bleues

Séance d'obser-vation	Nombre d'élèves différents	Nombre d'utilisations du matériel	Durée minimale avec le matériel	Durée maximale avec le matériel	Durée moyenne d'utilisation
1	1	1	3 min	3 min	3 min
2	1	1	15min28	15min28	15min28
3	0	0	-	-	-
4	3	3	8min42	15min11	10min47
5	0	0	-	-	-
6	1	1	8min27	8min27	8min27
7	0	0	-	-	-
8	2	2	15min17	15min56	15min36
Toutes séances confondu es	7 élèves différents ayant manipulé ce matériel	8	3 min	15min28	10min39

Tableau 2 : données quantitatives sur l'utilisation du matériel des fuseaux

Séance d'obser-vation	Nombre d'élèves différents	Nombre d'utilisations du matériel	Durée minimale avec le matériel	Durée maximale avec le matériel	Durée moyenne d'utilisation
1	1	1	7 min	7 min	7min
2	1	1	> 3 min[84]	> 3 min[85]	N.A.
3	2	2 + 3 répétitions	3min53	19min	11min26
4	1	1	> 5min	> 5min	N.A.
5	1	1	4min36	4min36	4min36
6	0	0	-	-	-
7	0	0	-	-	-
8	0	0	-	-	-
Toutes séances confondu es	5 élèves différents ayant manipulé ce matériel	6 + 3 répétitions	3min53	19min	N.A.

Si l'on considère les treize élèves observables durant les huit séances, nous pouvons constater que le matériel des barres rouges et bleues et celui des fuseaux ont été relativement peu utilisés. Seul un élève a répété son activité avec les fuseaux, tandis que les autres n'ont utilisé le matériel choisi qu'une seule fois par séance. Les élèves utilisent ces matériels pendant en moyenne environ 10 minutes, mais la durée d'utilisation peut aller de 3 min (laissant supposer que l'activité est maitrisée) à 19 min. Ces durées plus longues correspondent à la répétition de l'activité, à la présence de la maitresse pour une présentation, ou encore au fait que ce matériel permet plusieurs types d'activités individuelles ou en binômes.

D'autres matériels liés à la numération ont été utilisés durant ces périodes d'observation :

- le matériel des jetons a été utilisé quatre fois par deux élèves différents,

[84] La caméra n'ayant pu être enclenchée dès le début de l'activité, nous ne pouvons qu'estimer la durée de l'activité à environ 6-7 min. La durée qui apparait ici est celle de l'activité effectivement filmée.

[85] La caméra n'ayant pu être enclenchée dès le début de l'activité, nous ne pouvons qu'estimer la durée de l'activité à environ 6-7 min. La durée qui apparait ici est celle de l'activité effectivement filmée.

- le tableau des 100 l'a été une fois par un groupe de trois élèves,
- les chiffres rugueux, la file numérique, la chaine de 100 (pour compter jusqu'à 100, et de 10 en 10) et les tables d'additions (carnet de tables d'additions à compléter) ont été utilisés plusieurs fois par différents élèves.

Les activités numériques ne semblent pas représenter l'intérêt principal de ce groupe d'élèves. Cela peut être expliqué par le fait que les élèves sont encore globalement davantage intéressés par les activités liées à la lecture. De plus, selon l'enseignante, le matériel de mathématiques est assez limité : *"j'en ai présenté certaines* (activités) *et je me suis arrêtée là"*. L'intérêt pour la numération peut donc être restreint par celui porté à la lecture, mais aussi par le fait que le nombre d'activités numériques soit limité. Confirmant cette dernière hypothèse, nous avons noté qu'à chaque fois que l'enseignante faisait une présentation en numération à un élève, l'attrait de cet élève pour les mathématiques se trouvait renforcé et pouvait influencer celui d'autres élèves. C'est ainsi que, d'une séance d'observation à l'autre, l'enseignante me relatait des progrès chez un élève ou des nouveautés dans l'activité d'autres élèves en mathématiques.

1.4 Portrait des élèves observés

1.4.1 É., grande section

É. est une élève méthodique qui sait organiser son travail sans se laisser parasiter. Si elle est interrompue dans son activité, elle y revient facilement en reprenant ce qu'elle faisait pour vérifier. Peu bavarde en entretien d'autoconfrontation, elle formule tout de même avec précision ce qu'elle fait et à quoi ça sert. Elle semble très à l'aise dans le contexte de libre choix, choisissant ses activités et les menant avec rigueur. Lors des présentations, elle se laisse volontiers guider par les indications de la maitresse, et parait avoir besoin de suivre les étapes et procédures avec précision : "*l'inconnu, elle a du mal*", a précisé son enseignante. É. est à l'aise avec les activités de numération et a abordé l'écriture additive durant la période d'observation. Pendant le mois qui a suivi la fin du recueil de données, elle a également complété les feuillets de tables d'addition (tables 1 à 10).

1.4.2 Cé., grande section

Cette élève a peu pratiqué les activités de numération durant la période d'observation. En numération, nous avons pu la voir en activité avec le matériel des fuseaux uniquement. Durant l'entretien d'autoconfrontation, elle apparait plutôt à l'aise, même si elle fait peu de commentaires. Elle verbalise clairement que ce matériel sert à "*apprendre à compter*", précisant qu'elle "*sait déjà compter jusqu'à 225*" (en référence à la file numérique). L'observation de son activité, complétée avec les commentaires de l'enseignante, nous apprend qu'elle est peu attachée aux procédures et qu'elle semble préférer les activités courtes. D'après sa maitresse elle a "*tendance à manquer de concentration sur un temps un peu long*". En revanche, Cé. n'hésite pas à demander de l'aide à ses camarades lorsqu'elle en a besoin.

1.4.3 J., moyenne section

J. est une élève vive, curieuse et qui aime discuter. Nous ne l'avons observée que sur le matériel des fuseaux. En entretien d'autoconfrontation, elle est très à l'aise, prenant d'elle-même la parole pour commenter son activité et expliquant clairement ce qu'elle fait, même si son vocabulaire apparait parfois approximatif (par exemple, les fuseaux sont appelés des "*kaplas*"). Selon l'enseignante, elle peut être "*vite parasitée par ce qui se passe à côté*", mais cela ne l'empêche pas de mettre du sens dans ce qu'elle fait et de s'y engager avec toutes sa spontanéité.

1.4.4 K., moyenne section

K. est l'élève qui a le plus utilisé le matériel de numération durant la période d'observation. Il a travaillé plusieurs fois avec le matériel des fuseaux, une fois avec les barres mais aussi avec d'autres matériels comme la table des 100, la file numérique ou la chaine des 100. D'après son enseignante, il a "*eu une période très longue où il comptait tout*", que ce soit à la maison ou à l'école, faisant un grand usage de la file numérique. Peu bavard en entretien d'autoconfrontation, sa verbalisation laisse tout de même apparaitre une bonne compréhension des concepts en jeu. Sa manière de travailler ne semble pas figée dans une méthode, même si l'on voit qu'il reproduit une partie des procédures qui lui ont été présentées. En activité en binôme, il montre une grande volonté et sait défendre ses idées.

1.4.5 S., moyenne section

Cette élève discrète a débuté les activités de numération selon la progression Montessori durant la période d'observation. Habituée à utiliser les nombres lors des rituels (comptage des présents ou absents, des garçons et filles), elle dit la suite orale des nombres jusqu'à 39. Nous avons assisté à la première présentation des barres rouges et bleues, mais S. n'a participé à aucun entretien d'autoconfrontation. Durant la présentation, elle a semblé très à l'écoute de la maitresse, cherchant à répondre aux consignes et à suivre les indications données.

1.4.6 Cl., grande section

Cette élève a peu pratiqué les activités de numération durant la période d'observation. Nous avons pu l'observer avec le matériel des barres rouges et bleues, sur une activité d'association quantités et symboles : elle est apparue à l'aise avec les quantités de un à dix. Selon l'enseignante, *"elle a déjà acquis la notion de quantité"*, et *"elle avait déjà la maitrise de la notion"* au moment de la présentation. En entretien, elle est très confiante, parlant facilement et spontanément de son activité. Peu méthodique sur l'installation du matériel et l'organisation de son travail, elle ne semble pas avoir besoin de cadre structurant pour mettre du sens à son activité : elle est capable de verbaliser l'objectif, même si elle le fait de manière imprécise (par exemple, les tronçons des barres sont appelés "*barres*"). En revanche, elle a surpris l'enseignante en faisant preuve de méthode au moment du rangement du matériel : "*ah, elle les classe* (les barres) *pour les ranger*".

1.4.7 D., grande section

D. est un élève assez ordonné et doté d'une grande capacité de concentration. Il est très à l'aise avec les activités mathématiques : durant la période d'observation, nous l'avons vu plusieurs fois travailler avec les barres, mais aussi avec les jetons suite à une présentation de la maitresse, et avec les tables d'additions jusqu'à 10. En entretien d'autoconfrontation, il parle beaucoup, mettant parfois lui-même la vidéo en pause. Il peut être difficile de comprendre son discours à cause d'un vocabulaire et de syntaxes de phrases qui peuvent être imprécis. D. fait énormément référence à ses erreurs : "*je m'étais trompé*", "*je suis maladroit !*". D'après l'enseignante, il "*est très peu sûr de lui*". Cela transparait en entretien,

lorsqu'il précise à plusieurs reprises qu'il fait "*comme maitresse elle avait fait*". Ce souci de "bien faire" l'emporte d'ailleurs sur la verbalisation des objectifs de l'activité et le sens de ce qu'il fait.

1.5 Le matériel des fuseaux

L'objectif principal de ce matériel est la constitution de quantités de zéro à neuf à partir d'unités séparées et la mise en correspondance avec les écritures chiffrées des quantités.

Unités significatives élémentaires d'É. (GS)

U	Intitulé des unités élémentaires	Composantes remarquables
1	Compte les fuseaux, les recompte et les place dans le compartiment correspondant à la quantité préparée.	Préoccupations : compter les fuseaux en les posant contre la boite, recompter le lot pour vérifier l'exactitude de son comptage. Connaissances : correspondance quantités et symboles ; constitution de quantités à partir d'unités séparées.
2	Répond à sa camarade qui lui demande le son que fait une lettre.	Préoccupation : répondre à sa camarade. Connaissances : le son que font les lettres. Communication : son de la lettre.
3	Pose dans le compartiment un lot qu'elle vient de compter, attrape et pose les fuseaux restants, commence à les compter.	Préoccupation : compter le nombre de fuseaux restants pour terminer l'activité.
4	Répond à sa camarade qui lui demande le son que font plusieurs lettres.	Préoccupation : répondre à sa camarade. Connaissances : le son que font les lettres. Communication : sons des lettres.
5	Recompte le lot de fuseaux constitué.	Préoccupation : vérifier que le compartiment contient le bon nombre de fuseaux.
6	Voyant que des fuseaux sont tombés dans un compartiment adjacent, reprend ces fuseaux, les recompte et les place correctement.	Préoccupation : vérifier que le compartiment contient le bon nombre de fuseaux.
7	Considérant que l'activité est terminée, range les fuseaux.	Préoccupation : ranger le matériel.

Unités significatives élémentaires de Cé. (GS)

U	Intitulé des unités élémentaires	Composantes remarquables
1	Compte les fuseaux et les place dans le compartiment correspondant à la quantité. préparée.	Préoccupation : compter les fuseaux et les placer dans leur compartiment. Connaissances : correspondance quantités et symboles ; constitution de quantités à partir d'unités séparées.
2	Attrape un fuseau tombé dans le compartiment adjacent pour le replacer au bon endroit.	Préoccupation : remettre le fuseau dans le bon compartiment pour qu'il y ait le bon nombre.
3	Constatant qu'un fuseau a glissé dans le panier pendant le comptage, recommence le comptage des fuseaux qu'elle a dans la main puis complète le lot.	Préoccupation : reprendre son comptage pour s'assurer de constituer la bonne quantité.
4	Compte les fuseaux et les place dans le compartiment correspondant à la quantité. préparée.	Préoccupation : compter les fuseaux et les placer dans leur compartiment. Connaissances : correspondance quantités et symboles ; constitution de quantités à partir d'unités séparées.
5	Considérant que l'activité est terminée, range les fuseaux.	Préoccupation : ranger le matériel.

Unités significatives élémentaires de J. (MS)

La transcription de l'activité de cette élève et le verbatim des entretiens associés sont visibles en annexe 12.

U	Intitulé des unités élémentaires	Composantes remarquables
1	Compte les fuseaux, les recompte et les place dans le compartiment correspondant à la quantité préparée.	Préoccupations : compter les fuseaux en les posant contre la boite, recompter le lot pour vérifier l'exactitude de son comptage. Connaissances : correspondance quantités et symboles ; constitution de quantités à partir d'unités séparées.
2	Compte un lot de fuseaux jusqu'au nombre souhaité, replace le reste dans le panier.	Préoccupation : constituer une quantité de fuseaux, réserver les autres pour la suite de l'activité. Connaissances : savoir préparer la quantité indiquée par le chiffre inscrit et mettre de côté l'excédent.
3	Attrape un lot de fuseaux, le compte, et constatant qu'il en manque un pour constituer le lot souhaité, attrape dans le	Préoccupation : constituer la quantité de fuseaux souhaitée. Connaissances : savoir qu'il faut ajouter 1 à 5 pour

	panier le fuseau manquant.	obtenir 6.
4	Fait de même pour les deux lots suivants.	Préoccupation : constituer la quantité de fuseaux souhaitée. Connaissances : savoir qu'il faut ajouter 1 à 6 pour obtenir 7, et ajouter 1 à 7 pour obtenir 8.
5	Compte les fuseaux restants et les place dans le panier.	Préoccupation : vérifier que le nombre de fuseaux restants est bien 9. Connaissances : lorsqu'il ne reste qu'un compartiment à remplir, le panier ne doit contenir plus que 9 fuseaux.
6	Considérant que l'activité est terminée, range les fuseaux.	Préoccupation : ranger le matériel, comme la maitresse le lui avait indiqué.

Unités significatives élémentaires de K. (MS) [extrait : de 0 min. 57 à 5 min. 26]

U	Intitulé des unités élémentaires	Composantes remarquables
1	Compte les fuseaux et les place dans le compartiment correspondant à la quantité préparée.	Préoccupations : compter les fuseaux en les posant perpendiculairement à la boite, placer la bonne quantité dans chaque compartiment. Connaissances : correspondance quantités et symboles ; constitution de quantités à partir d'unités séparées.
2	Compte les fuseaux, constatant qu'il en a pris un de trop, le repose dans le panier.	Préoccupations : constituer la bonne quantité de fuseaux. Connaissances : savoir que 6 correspond à 5 + 1.
3	Compte les fuseaux et les place dans le compartiment correspondant à la quantité préparée.	Préoccupations : compter les fuseaux en les prenant un à un dans sa main, placer la bonne quantité dans chaque compartiment. Connaissances : correspondance quantités et symboles ; constitution de quantités à partir d'unités séparées.
4	Constatant qu'il n'y a plus de fuseaux dans le panier, estime que l'activité est terminée et remet tous les fuseaux dans le panier.	Préoccupations : ranger les fuseaux lorsque l'activité est terminée. Connaissances : l'activité est terminée lorsqu'il n'y a plus de fuseaux dans le panier.

Lors des entretiens d'autoconfrontation, tous les élèves ont verbalisé, avec des mots différents, l'objectif de l'activité : mettre la quantité de fuseaux indiquée sur chaque compartiment. Cet objectif semble très clair pour eux et vit de manière différente pour chacun, du recomptage en cas de fuseau tombé, à la vérification systématique des quantités

constituées. La vérification n'est pas effectuée par tous les élèves, mais l'une la fait systématiquement, et une autre l'a verbalisée en entretien. Ceci rejoint une préoccupation de l'enseignante, qui durant les présentations, organise le geste de manière à montrer qu'il est important de vérifier son comptage : *"On change la position des fuseaux, en fait, pour la vérification. Quand on les compte je les mets verticalement et ensuite on vérifie si on a bien le bon nombre, et là on les pose horizontalement."*

L'enseignante a d'ailleurs précisé que c'est en répétant cette activité, *"dans la spécialisation sur cette activité"*, que les élèves sont amenés à pratiquer la vérification : en effet, le matériel ne fournissant pas en lui-même le contrôle de l'erreur, sauf si à la fin de l'activité il manque ou il reste des fuseaux dans le panier, les élèves sont amenés à chercher *"une stratégie pour éviter les erreurs, pour vérifier s'il y a des erreurs"*. En dépit de ce peu de retour d'information (Dehaene, 2012)[86] fourni par le matériel, l'incitation à la vérification nous semble correspondre à un début d'autonomisation de l'élève face à ses apprentissages.

Selon la personnalité de l'enfant et sa manière de conduire l'activité, les manipulations font apparaitre des situations imprévues : fuseau qui tombe, lot attrapé dans le panier qui contient trop ou pas assez de fuseaux. Ces situations permettent la mise en évidence des concepts d'itération de l'unité et de décomposition-recomposition évoqués par Brissiaud (2014)[87]. Par exemple, K. avait attrapé six fuseaux au lieu des cinq voulus, ce qu'il verbalise en disant : *"J'avais pris 6 fuseaux, en fait il y en avait un, 5 plus 1"*. Il apparait évident pour cet élève que 6 = 5 + 1, ou que 6 correspond à 1 de plus que 5. De manière similaire, J. avait à plusieurs reprises pris un lot de fuseaux qu'elle avait comptés et auxquels elle avait ajouté un fuseau pour obtenir la quantité souhaitée, montrant ainsi qu'elle a compris que pour passer d'un nombre au suivant, il faut ajouter « un ».

Les élèves savent tous qu'à la fin de l'activité il faut ranger le matériel, et ceci est mis en avant par l'une des élèves qui précise que *"maitresse avait dit comme ça"*. Nous voyons là un des effets du contrat didactique, dans ce milieu spécifique où c'est l'élève qui va chercher le matériel pour réaliser son activité et prend en charge son rangement.

[86] Dehaene, S. (2012), *op.cit.*
[87] Brissiaud, R. (2014), *op.cit.*

1.6 Le matériel des barres rouges et bleues

Ce matériel peut être utilisé de plusieurs manières selon les objectifs ciblés, à des moments différents de la progression en numération. Les activités observées durant cette recherche avaient les objectifs suivants : connaitre les quantités de un à dix, associer quantités et symboles (écritures chiffrées), décomposer le nombre 10 en mettant en place l'écriture additive. Pour rappel, les barres rouges et bleues et leur association avec les symboles sont utilisées avant le matériel des fuseaux dans la progression Montessori. Si les activités de décomposition du nombre 10 peuvent éventuellement être abordées avant l'association quantités - symboles, l'introduction de l'écriture additive ne se fait que lorsque la notion de quantité est bien mise en place et quand les représentations chiffrées sont bien connues.

1.6.1 Connaissance des quantités de 1 à 10 : première présentation

L'activité ayant pour objectif la connaissance des quantités de 1 à 10 a été présentée à deux élèves par l'enseignante durant la période d'observation, mais ces élèves n'ont pas participé à l'entretien d'autoconfrontation. Seule l'enseignante a commenté ces présentations. Malgré l'absence de commentaires effectués par les élèves concernés, il nous a semblé intéressant d'analyser la présentation faite à S. qui a donné lieu à des erreurs apportant un éclairage sur la manière dont les élèves peuvent appréhender le nombre. La présentation commence par une leçon en trois temps avec les barres représentant les quantités 1, 2 et 3. L'élève ne rencontrant aucune difficulté, l'activité se poursuit avec les barres suivantes (4, 5, 6) : c'est à partir de ce moment là que nous commençons l'analyse du premier extrait.

Unités significatives élémentaires de S. (MS) [extrait 1 : de 2 min 28 à 4 min 35]

U	Intitulé des unités élémentaires	Composantes remarquables[88]
1	Suivant l'exemple donné par la maitresse, S. compte les tronçons de la barre 4 et annonce que "c'est 4".	Préoccupation : répondre aux consignes de la maitresse, imiter l'exemple, repérer "4". Connaissances : chaque tronçon représente 1, l'ensemble des tronçons d'une barre constitue la quantité correspondant au nombre travaillé.

[88] Il n'y a pas eu d'entretien d'autoconfrontation suite à cette activité, les composantes remarquables sont donc extraites principalement de l'observation de l'activité de l'élève, avec un éclairage apporté par les commentaires de l'enseignante. Ces composantes remarquables sont donc à considérer avec circonspection.

2	Fait de même pour 5 et 6.	Préoccupation : répondre aux consignes de la maitresse, imiter l'exemple, repérer "5" et "6". Connaissances : chaque tronçon représente 1, l'ensemble des tronçons d'une barre constitue la quantité correspondant au nombre travaillé.
3	La maitresse lui ayant demandé de lui donner "4", S. commence à compter les barres (et non les tronçons).	Préoccupation : trouver 4. Connaissance : pour compter, on énumère les nombres en posant le doigt sur chaque objet constituant la quantité.
4	La maitresse ayant montré à nouveau comment compter les tronçons de chaque barre, S. compte les tronçons des barres 2, 3, 4, 5 en marquant une hésitation sur le 2e tronçon de la barre 5.	Préoccupation : compter les tronçons comme l'enseignante le lui a montré. Connaissance : chaque tronçon représente 1, l'ensemble des tronçons d'une barre constitue la quantité correspondant au nombre demandé.
5	S. ne se rappelant plus ce que la maitresse lui avait demandé, cette dernière lui redemande 4. S. attrape la barre du 5.	Préoccupation : répondre aux consignes de la maitresse et lui donner une barre. Connaissance : chaque barre représente un nombre.
6	La maitresse l'ayant invitée à vérifier, S. compte les quatre premiers tronçons de la barre du 5 et s'arrête.	Préoccupation : vérifier si la barre est bien celle de la quantité 5. Connaissance : chaque tronçon représente 1, l'ensemble des tronçons d'une barre constitue la quantité correspondant au nombre demandé.
7	S'étant aperçue que la barre du 5 n'est pas celle demandée, compte les tronçons de la barre du 4.	Préoccupation : trouver la barre du 4. Connaissance : chaque tronçon représente 1, l'ensemble des tronçons d'une barre constitue la quantité correspondant au nombre demandé.

Suite à cet extrait, l'enseignante demande de replacer la barre du 5 qui avait bougé, montre à nouveau la barre du 4 pour que S. lui dise à quelle quantité cela correspond. Puis, une fois que l'élève a trouvé la barre du 6 demandée par l'enseignante et qu'elle a vérifié en recomptant, elle va chercher les deux barres suivantes (7 et 8). La maitresse les lui présente selon le même procédé. L'extrait 2 commence au moment où l'enseignante redemande à l'élève de lui montrer 5.

Unités significatives élémentaires de S. (MS) [extrait 2 : de 6 min 33 à 8 min 49]

1	Cherchant 5, S. attrape la barre du 7.	Préoccupation : donner à l'enseignante la barre demandée Attente : utiliser une des deux barres qui viennent de lui être présentées. Connaissance : chaque barre représente un nombre
2	Sur invitation de l'enseignante, compte les tronçons de la barre de 7 pour vérifier si c'est 5, puis regarde la maitresse.	Préoccupation : suivre les indications de la maitresse. Connaissance : chaque tronçon représente 1, l'ensemble des tronçons d'une barre constitue la quantité correspondant au nombre demandé.
3	Ne se souvenant pas ce que la maitresse a demandé, celle-ci dit "5", et S. répète "5" puis range la barre du 7 pour montrer la barre du 8.	Préoccupation : donner la barre demandée par la maitresse. Attente : utiliser une des deux barres qui viennent de lui être présentées. Communication : non (signe de la tête). Connaissance : chaque barre représente un nombre.
4	L'enseignant l'ayant invitée à vérifier, S. compte les tronçons de la barre 8 et constatant que ce n'est pas 5, compte ceux des barres 6 et 5.	Préoccupation : suivre les indications de la maitresse, compter les tronçons des barres. Connaissance : chaque tronçon représente 1, l'ensemble des tronçons d'une barre constitue la quantité correspondant au nombre demandé.
5	Ne se souvenant pas ce que la maitresse a demandé, celle-ci dit "5", et S. recommence à compter les tronçons des barres 8, puis 7 et poursuit son comptage sur les tronçons de la barre 6 (le premier tronçon de cette barre est associé au mot nombre "8").	Préoccupation : suivre les indications de la maitresse, compter les tronçons des barres. Attente : utiliser une des deux barres qui viennent de lui être présentées. Connaissance : chaque tronçon représente 1, l'ensemble des tronçons d'une barre constitue la quantité correspondant au nombre demandé.
6	S. hésitant encore, la maitresse lui remontre comment compter les tronçons de la barre du 6 et lui rappelle que l'on cherche 5 : S. commence à compter les tronçons de la barre de 2 et poursuit son comptage sur la barre de 3.	Préoccupation : compter les tronçons des barres, probablement compter jusqu'à prononcer le mot nombre "5".. Connaissance : chaque tronçon représente 1.
7	Après que la maitresse l'ait aidée à identifier les quantités correspondant aux barres 1, 2, 3, 4, S. compte les tronçons de la barre 5, sur invitation de l'enseignante.	Préoccupation : suivre les indications de la maitresse, compter les tronçons de la barre 5. Connaissance : chaque tronçon représente 1, l'ensemble des tronçons d'une barre constitue la quantité correspondant au nombre demandé.
8	Constatant que c'est la barre du 5, S. la donne à la maitresse.	Préoccupation : donner la barre demandée par la maitresse. Connaissance : chaque barre représente un nombre.

Cette activité est, selon la progression Montessori, la première à faire associer des quantités déjà constituées à des mots-nombres que les élèves connaissent déjà par leur expérience personnelle ou par des pratiques de classe comme le comptage avec la file numérique. L'élève qui reçoit cette première présentation est donc familière des mots nombres au moins "*jusqu'à 39*" et les utilise lors des rituels quotidiens de comptage des garçons et filles, des présents et absents, et du nombre total d'enfants. La maitresse s'attendait "*à ce qu'elle s'en sorte bien*". Pourtant, ces deux extraits révèlent des événements inattendus pour l'enseignante, en comparaison avec l'expérience qu'elle avait de cette présentation faite à d'autres élèves.

Avec les autres élèves de cette classe, la présentation se faisait habituellement jusqu'à la barre représentant le 10, bien que la progression Montessori propose de faire cette présentation en étapes (trois à cinq barres la première fois, les autres barres dès que l'enfant est prêt). Cette présentation en une seule fois fonctionnait, probablement parce que les élèves avaient déjà commencé à comprendre l'aspect cardinal du nombre. En revanche, pour S., les nombreuses difficultés rencontrées ont incité l'enseignante à penser a posteriori qu'elle aurait dû arrêter la présentation à trois barres et "*proposer de faire la suite une autre jour*". Cependant, l'observation de cette séance a permis de recueillir de nombreuses informations pour comprendre comment cette élève aborde le concept de nombre.

Ainsi, en U3 (extrait 1), nous voyons que S. compte les barres au lieu de compter les tronçons d'une barre. Nous interprétons cela par le fait qu'elle soit habituée à compter des unités séparées, alors qu'ici, les quantités sont déjà constituées : nous pouvons supposer qu'elle n'avait pas encore compris le concept de nombre dans son aspect cardinal, et que son expérience correspondait davantage à du comptage-numérotage (Brissiaud, 2014)[89], dans lequel le nombre est utilisé dans son aspect ordinal. La connaissance qui se construit pour S. est donc bien celle de la quantité comme pluralité d'unités réunies.

A plusieurs reprises (U5 dans l'extrait 1, U3 et U5 dans l'extrait 2), l'élève ne se souvient pas du nombre demandé : "*elle ne conserve pas les quantités*", commente l'enseignante. En effet, le principe de cardinalité n'étant pas encore acquis, S. pourrait se trouver en surcharge cognitive face aux exigences que requiert la tâche.

Ces difficultés conduisent l'enseignante à un fort étayage pour accompagner l'élève

[89] Brissiaud, R. (2014), *op.cit.*

dans l'activité. Nous notons la présence de nombreuses incitations à la vérification, d'autant plus que l'élève a tendance à attraper les barres sans en compter les tronçons.

L'extrait 2 met en évidence un autre événement inattendu qui témoigne de la force du contrat didactique. Après l'ajout des barres 6 et 7 à la présentation, la maitresse décide de revenir sur la quantité 5 qui avait posé problème précédemment. L'élève montre par son comportement (U1, 3 et 5) qu'elle s'attendait à utiliser l'une des deux barres qui venaient de lui être présentées. En effet, lors des étapes précédentes, chaque présentation d'un lot de barres se terminait par une demande, dans le désordre, de quantités qui venaient d'être présentées. Cette manière de mener la présentation fait partie du contrat didactique. Or, après la présentation des barres 7 et 8, l'enseignante ne demande aucune de ces deux quantités, puisqu'elle voulait *"voir si elle avait bien intégré les quantités précédentes"* en demandant la barre du 5. Conformément au contrat didactique, l'élève s'attendait à ce que la maitresse lui demande la barre du 7 ou celle du 8, et le fait que les choses ne se déroulent pas comme elle l'attendait trouble fortement l'élève. Seul un fort étayage de l'enseignante permet de rétablir la situation et de poursuivre l'activité.

Ainsi, les attentes de l'élève liées au contrat didactique et une possible surcharge cognitive due à la difficulté de la tâche ont rendu l'activité difficile. Cependant, nous observons tout de même une évolution des conceptions de l'élève tout au long de l'activité, durant laquelle elle a fait évoluer ses connaissances, au départ surtout basées sur du comptage numérotage, vers un comptage dénombrement. D'ailleurs, l'enseignante a invité S. à revenir sur cette activité dès le lundi suivant, et l'élève n'a cette fois plus éprouvé de difficultés : elle a rangé les barres dans l'ordre croissant et a été capable de trouver les quantités demandées par la maitresse, jusqu'au nombre 10.

1.6.2 Connaissance des quantités de 1 à 10 : activité à deux élèves

Cette activité a été initiée par l'enseignante. Les deux élèves y ayant participé (K. en moyenne section et D. en grande section), sont intéressés par les nombres (*"Leur intérêt ne s'épuise pas."*) et, selon leur enseignante, les manipulent aisément.

La transcription de l'activité et les verbatims des entretiens réalisés avec K. et avec l'enseignante se trouvent en annexe 13.

Unités significatives élémentaires de K. (MS)

U	Intitulé des unités élémentaires	Composantes remarquables
1	Après avoir écouté la consigne, commence à commander des barres (1, 10) à son camarade.	Préoccupation : demander des nombres (barres) à son camarade et les placer sur son tapis ; aligner les barres aux “traits” (coutures) du tapis. Connaissances : chaque barre représente un nombre.
2	Compte les tronçons de la barre de 10 que D. vient de lui donner.	Préoccupation : vérifier que la barre comporte bien 10 tronçons. Connaissance : chaque tronçon représente 1, l’ensemble des tronçons d’une barre constitue la quantité correspondant au nombre demandé.
3	Demande la barre 8 à son camarade et la place sur le tapis, sous le 10, sans la coller au bord du tapis.	Préoccupation : placer la barre 8 au bon endroit sur le tapis. Connaissance : 8 est un peu plus petit que 10, la barre du 8 se place près du 10.
4	Constatant que D. a pris puis reposé la barre 8 en mettant le bleu contre le bord du tapis, retourne la barre et l’aligne contre les coutures du tapis.	Préoccupations : placer le côté rouge de la barre contre le bord du tapis, aligner la barre contre la couture.
5	Montre un espace entre les barres 8 et 10 à D., dit “ici, là c’est le même !” puis aligne une couture plus bas la barre qu’il vient de poser.	Préoccupations : laisser un espace pour une autre barre entre la barre 10 déjà posée et la barre 8 qu’il vient de poser. Connaissance : une barre (un nombre) s’insère entre la barre du 10 et celle du 8. Communications : faire remarquer à D que quelque chose (probablement la couture) est le même.
6	Commande d’autres barres (3, 9) à son camarade et les place le long des coutures, contre le bord du tapis et en respectant l’ordre.	Préoccupation : demander des nombres (barres) à son camarade et les placer dans l’ordre sur son tapis. Connaissance : chaque barre représente un nombre ; comparaison de quantités via la longueur des barres.
7	Compte les tronçons de la barre 9, s’arrête à 7 et recommence son comptage.	Préoccupation : vérifier que la barre comporte bien 9 tronçons ; recommencer son comptage pour être sûr d’avoir compté tous les tronçons. Connaissance : chaque tronçon représente 1, l’ensemble des tronçons d’une barre constitue la quantité correspondant au nombre demandé.
8	Demande “11” à D, qui lui répond qu’il n’y en a pas.	Préoccupation : (probablement) continuer à placer de longues barres (10, 9, 8 étant déjà placées).
9	Demande la barre 6 : pendant que D	Préoccupation : aligner la barre de 3 contre la

	pose cette barre sur le tapis de K, celui-ci remet en place la barre de 3 qui avait bougé.	couture du tapis.
10	Prend la barre 6 posée par D et la pose près de la 8 en sautant une couture, puis soulève la barre et la tend à D qui lui montre une couture (correspondant à l'emplacement pour la barre du 7).	Préoccupation : placer la barre 6 au bon endroit, anticiper le placement des autres barres (ici, la 7). Connaissance : une barre (un nombre) s'insère entre la barre du 6 et celle du 8.
11	Compte les tronçons de la barre 10, ceux des barres 9, 8 puis 6 et considérant que ce n'est pas la barre qu'il voulait placer, la soulève et demande la barre du 7.	Préoccupations : placer les barres dans l'ordre, commander les longues barres dans l'ordre. Connaissances : la barre (le nombre) précédant celle du 8 est la barre du 7. Communication : annonce à D qu'il n'avait pas commandé 6, mais 7.
12	Place la barre 7 sous la 8 et l'aligne à une couture du tapis.	Préoccupation : aligner la barre de 7 contre la couture du tapis.
13	Demande la barre 4, la pose au-dessus de la 3 et la retourne pour que le tronçon rouge soit contre le bord du tapis, aligne la barre.	Préoccupation : placer la barre 4 en mettant le tronçon rouge contre le bord du tapis, aligner la barre.
14	Compte les tronçons de la barre 4.	Préoccupation : vérifier que la barre comporte bien 4 tronçons. Connaissance : chaque tronçon représente 1, l'ensemble des tronçons d'une barre constitue la quantité correspondant au nombre demandé.
15	Écoutant D qui lui dit qu'il s'est trompé et qui commence à déplacer les barres courtes vers le haut, remet les barres contre le bas du tapis, ignorant les commentaires de D qui veut placer une barre par couture depuis le haut du tapis.	Préoccupation : placer les barres les plus courtes dans la partie basse du tapis. Communication : « non c'est pas ça ! »
16	En désaccord avec D qui commence à baisser les barres les plus longues de manière à placer une barre par couture depuis le bas du tapis cette fois, K repousse les longues barres vers le haut.	Préoccupation : laisser de la place entre les barres longues et les barres courtes pour placer celles qui manquent (barres 5 et 6). Communication : « non … pas à côté »
17	Écoutant la maitresse qui rappelle que l'on pose chaque barre sur une couture, K tient la barre 7 verticalement et dit que les barres avaient été mises comme ça (serrées) dans une activité précédente.	Préoccupation : placer la barre 6 sous les barres 8, 9 10 qui sont serrées. Communication : « non on les avait mises comme ça »

18	Lorsque la maitresse demande à quoi sert l'espace entre les barres, K affirme que c'est pour les chiffres.	Connaissance : on place les étiquettes des chiffres correspondant à chaque barre dans l'espace entre les barres. Communication : « on met les chiffres »
19	Cherchant la prochaine barre qu'il va demander, K nomme chaque longue barre à partir de la 10, puis les petites à partir de 4.	Préoccupation : trouver quelles barres il reste à placer. Connaissances : énumérer dans l'ordre décroissant les nombres de 10 à 1. Communication : énumération à voix haute.
20	Demande la barre 2 puis l'aligne entre la 1 et la 3.	Préoccupation : compléter la série de petites barres, aligner la barre 2. Connaissance : entre 1 et 3, il y a 2.
21	Après avoir réaligné la barre 10, vérifie le positionnement de la barre 1 sur une couture.	Préoccupation : aligner les barres contre les coutures du tapis. Communication : « tu as deux lignes alors c'est là »
22	Ignorant les commentaires effectués par D sur le placement de la barre 2, demande la barre 5.	Préoccupation : continuer à commander les barres.
23	Déplace les barres 1 et 2 pour les aligner avec des coutures plus bas sur le tapis.	Préoccupation : aligner les barres contre les coutures du tapis.
24	Voyant que D commence à rapprocher le lot de petites barres du lot de longues, l'aide à les aligner.	Préoccupation : aligner les barres contre les coutures du tapis.
25	Constatant qu'il manque la barre 6, la commande.	Préoccupation : commander la dernière barre.
26	Place la barre 6 sur l'une des deux coutures restantes entre les barres longues et les barres courtes puis compte les tronçons de la barre 6.	Préoccupation : vérifier que la barre comporte bien 6 tronçons. Connaissance : chaque tronçon représente 1, l'ensemble des tronçons d'une barre constitue la quantité correspondant au nombre demandé.
27	Remonte les petites barres pour qu'il ne reste aucune couture libre dans la série de barres.	Préoccupation : aligner les barres contre les coutures du tapis, sans laisser de couture entre les barres.

La préoccupation d'aligner et de bien ranger les barres parait prépondérante sur celle de placer les barres dans l'ordre ou de vérifier les quantités représentées par les barres. En effet, un tiers des unités significatives élémentaires de K. sont directement liées à la

préoccupation d'aligner les barres contre les coutures du tapis ou de mettre le côté rouge contre le bord du tapis. Cette préoccupation d'aligner les barres apparait en arrière-plan d'autres unités significatives élémentaires liées à la préoccupation d'anticiper le placement des barres suivantes : par exemple, dans les unités 5, 10 et 16, l'élève place ses barres et les aligne aux coutures du tapis en veillant à laisser un espace pour les barres qu'il n'a pas encore commandées. Notons également que les interactions entre les deux élèves mettent en évidence que les préoccupations de D. sont aussi liées au placement des barres et à leur alignement (voir par exemple en U15).

En revanche, la vérification est peu présente puisqu'elle n'apparait que dans quatre unités significatives : est-ce parce que K. maitrise l'utilisation des barres rouges et bleues comme représentations des quantités ? Tout se passe comme si cet élève ne vérifiait que quand il n'a pas d'autre préoccupation. On peut faire l'hypothèse que, K. et D. maitrisant bien les quantités de un à dix, leurs préoccupations principales touchent ici aux manières de placer les barres, en référence à la présentation faite par la maitresse. Il ne semble pas y avoir d'apprentissage nouveau dans cette activité, mais un renforcement des compétences des élèves par la répétition : l'enjeu était plutôt déplacé sur l'entente entre les deux élèves quant à la manière de placer les barres. Il est à noter que D., qui est en grande section, avait davantage anticipé l'écartement qu'il fallait prévoir entre les barres. K. se focalisait plutôt sur le fait placer les barres longues d'une part, les courtes d'autre part, la réunion des deux étant faite à la fin de l'activité par les barres intermédiaires. Malgré les protestations de son camarade, il poursuivait selon son idée, et c'est D. qui s'adaptait en renonçant à placer les barres selon son idée (« *c'est pas grave* ») et en laissant K. se rendre compte au fur et à mesure qu'il serait nécessaire de rapprocher les deux lots de barres.

A la fin, le rangement des barres montre un escalier, apportant une vérification visuelle. Suite à cette activité, les élèves ont échangé les rôles : D. commandait les barres et K. les lui donnait.

1.6.3 Association quantités et symboles

Unités significatives élémentaires de Cl. (GS)

Cl. a spontanément choisi cette activité d'association des étiquettes de nombres (écritures chiffrées) avec les barres correspondantes.

U	Intitulé des unités élémentaires	Composantes remarquables
1	Installe les barres dans le désordre, laissant un espace entre les barres.	Préoccupation : placer les barres sur le tapis et les mélanger avant de commencer l'activité.
2	Va chercher la boite des étiquettes de nombres, en sort plusieurs et prend le 1.	Préoccupation : associer le chiffre 1 à la barre qui représente la quantité 1. Connaissances : un tronçon de barre représente la quantité 1. Le symbole 1 représente la quantité 1.
3	Place les étiquettes 2 puis 3 contre les barres correspondantes.	Préoccupations : placer les étiquettes contre la barre qui représente la quantité correspondante ; placer les étiquettes dans l'ordre croissant. Connaissances : chaque tronçon représente 1, l'ensemble des tronçons d'une barre constitue la quantité correspondant au nombre recherché ; connaissance de la suite des nombres de 1 à 10 ; correspondance entre écritures chiffrées et quantités.
4	Voyant que l'étiquette 3 glisse, repousse une barre adjacente pour faire tenir l'étiquette.	Préoccupation : faire tenir droite l'étiquette du nombre 3.
5	Attrape les étiquettes 4 puis 5, regarde l'ensemble des barres puis pose les étiquettes contre les barres correspondantes.	Préoccupations : placer les étiquettes contre la barre qui représente la quantité correspondante ; placer les étiquettes dans l'ordre croissant. Connaissances : chaque tronçon représente 1, l'ensemble des tronçons d'une barre constitue la quantité correspondant au nombre recherché ; connaissance de la suite des nombres de 1 à 10 ; correspondance entre écritures chiffrées et quantités.
6	Attrape l'étiquette du 9 (vu ainsi dans le sens où elle était posée), la repose et attrape l'étiquette du 6 .	Préoccupation : placer les étiquettes dans l'ordre croissant. Connaissances : la suite des nombres de 1 à 10 ; correspondance entre écritures chiffrées et quantités.
7	Compte en montrant du doigt à distance les tronçons d'une barre, puis ceux de la barre du 6.	Préoccupation : trouver la barre qui contient 6 tronçons. Connaissance : chaque tronçon représente 1, l'ensemble des tronçons d'une barre constitue la quantité correspondant au nombre recherché.
8	Attrape l'étiquette du 9, la pose et attrape celle du 7 et la place contre la barre du 7.	Préoccupation : placer les étiquettes dans l'ordre croissant. Connaissances : la suite des nombres de 1 à 10 ; correspondance entre écritures chiffrées et quantités.

9	Redresse la barre de 5 qui est au dessous de celle du 7 afin de faire tenir le nombre 7.	Préoccupation : faire tenir droite l'étiquette du nombre 7.
10	Voyant que l'étiquette du 5 glisse, la replace jusqu'à ce qu'elle tienne.	Préoccupation : faire tenir droite l'étiquette du nombre 5.
11	Attrape l'étiquette du 8, compte en montrant du doigt à distance les tronçons d'une barre, puis ceux de la barre du 8.	Préoccupation : trouver la barre qui contient 8 tronçons. Connaissances : chaque tronçon représente 1, l'ensemble des tronçons d'une barre constitue la quantité correspondant au nombre recherché ; correspondance entre écritures chiffrées et quantités.
12	Voyant que l'étiquette du 5 a glissé, la replace.	Préoccupation : faire tenir droite l'étiquette du nombre 5.
13	Attrape le 9, regarde toutes les barres puis place le 9 contre la barre du 9.	Préoccupation : placer l'étiquette 9 contre la barre qui représente la quantité 9. Connaissances : chaque tronçon représente 1, l'ensemble des tronçons d'une barre constitue la quantité correspondant au nombre recherché ; correspondance entre écritures chiffrées et quantités.
14	Attrape le 10 et le place directement contre la barre du 10.	Préoccupation : placer l'étiquette 10 contre la barre qui représente la quantité 10. Connaissance : lorsque toutes les étiquettes sauf une ont été placées, l'étiquette restante correspond à la barre restante.
15	Range les étiquettes de nombres dans la boite dans l'ordre décroissant.	Préoccupation : ranger les étiquettes dans la boite dans l'ordre décroissant. Connaissance : suite décroissante des nombres de 10 à 1.
16	Attrape les barres 1, 2 et 3 pour aller les ranger.	Préoccupation : ranger les barres dans l'ordre pour que les autres élèves puissent faire l'activité.
17	Ordonne les barres 4, 5 et 6 sur le tapis.	Préoccupation : ordonner les barres pour pouvoir les ranger dans l'ordre.
18	Range les barres 4, 5 et 6.	Préoccupation : ranger les barres dans l'ordre pour que les autres élèves puissent faire l'activité.
19	Ordonne les barres 7 et 8.	Préoccupation : ordonner les barres pour pouvoir les ranger dans l'ordre.
20	Range les barres 7, 8 et 9, puis la 10..	Préoccupation : ranger les barres dans l'ordre pour que les autres élèves puissent faire l'activité.

Les préoccupations de Cl. sont énormément centrées sur l'objectif de l'activité, qui est l'association des quantités représentées par les barres avec leur écriture chiffrée. Les préoccupations liées à la méthodologie et aux manières de placer les barres sont ici peu présentes. On retrouve seulement le souci de faire tenir les étiquettes droites contre les barres. Cl. s'affranchit des principaux éléments méthodologiques apportés par l'enseignante lors des présentations : placement des barres côté rouge contre le bord gauche du tapis, alignement sur les coutures, rangement des barres deux par deux . "*Elle est pas très méthodique sur l'installation, elle prend tout, elle les pose pas forcément sur le tapis, ça la gêne pas. Alors que c'est le genre de choses sur lequel on insiste.*" Cet affranchissement ne constitue cependant pas un problème pour l'enseignante, d'autant plus que Cl. se centre sur l'objectif de l'activité : "*je la reprends pas forcément sur ce genre de choses, parce que je me dis que c'est pas forcément… enfin… pas l'objectif.*" En revanche, cette élève apporte des éléments de méthodologie personnels, comme le rangement des étiquettes dans l'ordre décroissant, ce qui n'avait pas été préconisé par l'enseignante.

Le contrat didactique semble ici moins fort que pour d'autres élèves interrogés. En entretien d'autoconfrontation, Cl. ne fait pas référence à ce que la maitresse lui a montré ou dit, mais verbalise principalement :

- en fonction de l'objectif de cette activité : *"Il faut mélanger les barres et des chiffres et il faut mettre combien il y a de barres*[90] *avec le chiffre.*"
- par rapport à ce qu'elle est en train de faire et ses préoccupations : *"Je viens de replacer le 5 parce qu'il était retombé."*
- par rapport à ses camarades : "*Parce qu'en fait sinon pour les autres c'est pas possible qu'ils le fassent.*" (en parlant du rangement des barres dans l'ordre).

Durant cette activité, aucune vérification de comptage n'a été observée. La reconnaissance des quantités représentées par les barres 1 à 3 a été quasiment instantanée : au moment de placer l'étiquette du 2, il y a simplement eu un instant d'hésitation durant lequel l'élève a passé ses doigts sur les tronçons de la barre 3. A partir de la barre 4, un comptage des tronçons se fait à distance par le regard, qui devient appuyé par un mouvement des doigts (toujours à distance) à partir de la barre 6. Pour la barre 9, nous ne savons pas s'il y eu comptage effectif puisque l'élève a regardé toutes les barres avant de poser l'étiquette 9

[90] A plusieurs reprise, l'élève dit "barre" pour désigner un tronçon de barre.

contre la barre correspondante. Il n'y a pas eu de comptage pour la dernière barre.

Sachant que l'enseignante incite énormément les élèves à la vérification, on peut se demander pourquoi cette élève ne la pratique pas. Il est possible que, même si l'enseignante l'a invitée à vérifier durant la présentation, cette élève n'en ait pas pris l'habitude et qu'elle n'en ressente pas le besoin. Si elle maitrise bien la notion de quantité pour les nombres de 1 à 10, et qu'elle s'appuie sur la reconnaissance globale des longueurs des barres, un comptage unique des tronçons pour chaque barre lui suffit probablement pour être sûre d'elle.

Unités significatives élémentaires de D (GS) - [extrait d'activité]

D. a réalisé cette activité juste après le travail en binôme effectué avec K. sur les barres rouges et bleues. Au total, il a donc passé environ 1h à travailler avec les barres rouges et bleues durant cette séance.

U	Intitulé des unités élémentaires	Composantes remarquables[91]
1	Les barres étant placées presque dans l'ordre sur le tapis et la 9 étant hors du tapis, D. aligne les barres.	Préoccupation : aligner les barres contre les coutures du tapis.
2	Manipule les barres jusqu'à ce qu'elles soient rangées dans l'ordre croissant.	Préoccupation : ordonner les barres de la plus petite à la plus grande. Connaissance : la suite des nombres de 1 à 10.
3	Place son étiquette prénom contre une barre par le côté gauche du tapis.	Préoccupation (d'après les indications de l'enseignante) : prendre son travail en photo[92].
4	Écoutant l'enseignante qui lui propose de mélanger les barres pour ensuite placer les étiquettes des nombres, il mélange les barres.	Préoccupation : répondre à la consigne de l'enseignante (mélanger les barres).
5	Les barres étant mélangées, D. va voir la maitresse qui lui redemande de placer les étiquettes.	Préoccupation : redemander la consigne à l'enseignante.
6	Place l'étiquette du 5 contre la barre du 6, l'étiquette du 4 contre la barre du 5.	Préoccupation : placer les étiquettes contre les barres. Connaissance : reconnaissance globale des quantités.

[91] Il n'y a pas eu d'entretien d'autoconfrontation suite à cette activité, les composantes remarquables sont donc extraites principalement de l'observation de l'activité de l'élève, avec un éclairage apporté par les commentaires de l'enseignante.

[92] Les élèves ont l'habitude de photographier eux-mêmes leur travail achevé : les photos peuvent être utilisées pour compléter le carnet de suivi.

7	Attrape l'étiquette du 6 et la repose en disant que "c'est trop long".	Préoccupation : placer en premier les étiquettes des petites quantités.
8	Place l'étiquette 1 contre la barre du 1.	Préoccupation : placer les étiquettes contre les barres. Connaissance : le symbole 1 représente la quantité 1, un tronçon de barre représente la quantité 1.
9	Touche l'étiquette du 6 et redit que c'est trop long.	Préoccupation : placer en premier les étiquettes des petites quantités.
10	Place l'étiquette 2 contre la barre du 2.	Préoccupation : placer les étiquettes contre les barres. Connaissance : le symbole 2 représente la quantité 2, chaque tronçon de barre représente la quantité 1.
11	Attrape l'étiquette 6, montre les barres 1, 2, 3 en les nommant et pose sa main sur les barres 5 et 6 et se demande à voix haute : "il est où 6 ?"	Préoccupation : trouver la barre représentant la quantité 6. Connaissance : 6 correspond à une quantité plus grande que 1, 2, 3.
12	Pose l'étiquette contre la barre du 7, en compte les tronçons : constatant que ce n'est pas la quantité 6, reprend l'étiquette. Recommence ce procédé à deux reprises.	Préoccupation : trouver la barre représentant la quantité 6. Connaissance : chaque tronçon de barre représente la quantité 1. Les quantités 6 et 7 sont proches.
13	Compte les tronçons de la barre du 6 étiquetée avec 5 : constatant que c'est la quantité 6, reprend l'étiquette 5 et pose celle du 6 à sa place.	Préoccupation : trouver la barre représentant la quantité 6 et y placer l'étiquette correspondante. Connaissance : chaque tronçon de barre représente la quantité 1.
14	Compte les tronçons de la barre du 4 et cherche l'étiquette correspondante.	Préoccupation : attribuer une étiquette à la barre du 4. Connaissance : correspondance entre écritures chiffrées et quantités.
15	Trouvant l'étiquette 3, la place directement contre la barre du 3.	Préoccupation : placer les étiquettes contre les barres. Connaissance : correspondance entre écritures chiffrées et quantités.
16	Prend l'étiquette du 7 et la pose directement sur la barre du 7.	Préoccupation : placer les étiquettes contre les barres. Connaissance : correspondance entre écritures chiffrées et quantités.
17	Trouvant l'étiquette du 5, la met de côté et attrape l'étiquette suivante (8) pour la placer directement contre la bonne barre.	Préoccupation : placer les étiquettes contre les barres, laisser de côté l'étiquette 5. Connaissance : la quantité 8 est un peu plus grande que la quantité 7.

18	Prend l'étiquette du 9 et la pose directement sur la barre du 9.	Préoccupation : placer les étiquettes contre les barres. Connaissance : la quantité 9 est un peu plus grande que la quantité 10.
19	Constatant qu'il reste l'étiquette 5 à placer, compte les tronçons de la barre 4 qui est libre et s'exclame : "encore !"	Préoccupation : vérifier si la barre restante correspond à la quantité 5. Connaissances : correspondance entre écritures chiffrées et quantités ; chaque tronçon de barre représente la quantité 1.
20	Regardant l'étiquette du 4 posée contre la barre du 5, remarque son erreur, récupère le 4 et compte les tronçons de la barre 5.	Préoccupation : vérifier que la barre 5 correspond bien à la quantité 5. Connaissances : correspondance entre écritures chiffrées et quantités ; chaque tronçon de barre représente la quantité 1.
21	Replace l'étiquette 2 qui a glissé.	Préoccupation : faire tenir droite l'étiquette du nombre 2.
22	Place les étiquettes 4 et 5 contre les barres correspondantes.	Préoccupation : placer les étiquettes contre les barres. Connaissances : correspondance entre écritures chiffrées et quantités.

L'élève avait au début de son activité pris l'initiative de ranger les barres dans l'ordre croissant pour prendre son travail en photo, puis l'enseignante est intervenue pour donner une consigne ayant pour objectif de faire travailler la correspondance écriture chiffrée - quantités représentées par les barres. L'enseignante ne savait pas au départ quelle était l'intention de l'élève et l'a comprise en visionnant la vidéo de l'activité : *"Il les met en désordre… ah mais non il les met dans l'ordre !" ; "Ah, en fait il veut juste prendre la photo"*. Suite à l'intervention de la maitresse, D. a commencé la première partie de l'activité (mélanger les barres) mais a dû redemander la consigne pour pouvoir continuer son travail (U5). Les préoccupations de D. semblent ici centrées sur le fait de répondre à la consigne de l'enseignante. Le fait qu'il ait eu besoin de réécouter cette consigne laisse à penser :

- qu'il ne s'était pas bien approprié la consigne au départ et n'avait pas compris la finalité de l'activité, ou bien qu'il souhaitait simplement avoir une confirmation de la consigne pour être sûr de lui ;
- qu'il a le souci de suivre les consignes données par la maitresse.

Ce dernier point peut être étayé par les commentaires de l'enseignante à propos de cet élève en particulier. Elle a en effet précisé en entretien "*qu'il est très peu sûr de lui*" et qu'il

"*a besoin de beaucoup de repères*". Cela peut se manifester par un besoin de faire exactement ce que la maitresse demande, comme l'a confirmé un entretien en autoconfrontation effectué pour une autre activité avec cet élève : "*on met les boutons rouges comme maitresse elle avait fait*" ; "*je m'en souviens, c'est maitresse elle m'a présenté*". Encore une fois, le contrat didactique a une forte influence sur l'activité de l'élève.

Une fois que D. est lancé dans l'activité proposée par l'enseignante, ses préoccupations sont centrées sur l'objectif d'association des barres avec les étiquettes. La manière de procéder de D. est très différente de celle de Cl. : pour la majorité des barres, il ne semble pas y avoir de comptage effectif des tronçons. Tout se passe comme si l'élève se fiait à son intuition des quantités et des longueurs associées aux quantités : par exemple, prenant l'étiquette du nombre 6, il annonce que "*c'est trop long*". Ceci suggère qu'il sait que le nombre 6 représente une quantité plus importante que les quantités sur lesquelles il vient de travailler (4 et 5) et que la barre correspondant au 6 est donc plus longue. Cette manière intuitive de procéder ne pose pas de problème pour les petites quantités (de 1 à 3) grâce au processus de subitizing (Fisher, 1993)[93]. En revanche, cela amène l'élève à faire une erreur (U6) intéressante pour comprendre la suite de l'activité. En effet, lorsqu'il doit trouver la barre correspondant à la quantité 6 (occupée par l'étiquette 5), il compte plusieurs fois les tronçons de la barre 7, sachant que la quantité recherchée se trouve aux alentours de cette longueur de barre. C'est après avoir vérifié trois fois la quantité représentée par la barre 7 qu'il se décide à compter les tronçons de la barre 6, pouvant alors constater son erreur et la rectifier.

Dans l'activité de cet élève, il n'y a donc ni vérification systématique ni même comptage des tronçons pour chaque barre. Cela ne signifie pas qu'il place les étiquettes au hasard, puisque l'erreur qu'il a commise au départ a finalement été corrigée par recomptage et vérification. Nous pouvons supposer que cet élève s'appuie à la fois sur le comptage-dénombrement et sur des procédures faisant intervenir le subitizing pour repérer les quantités représentées par les barres de longueur intermédiaire : lorsque l'accent est mis sur le reconnaissance globale de quantités supérieures à 5, le risque d'erreur est plus grand et nécessite à un moment donné un comptage-dénombrement pour vérifier la quantité.

[93] Fischer, J.-P. (1993), *op.cit.*

1.6.4 Décomposition du nombre 10 avec mise en place de l'écriture additive (enseignante + élève de grande section)

L'activité observée ici correspond à la deuxième présentation des compléments à 10 à l'aide des barres rouges et bleues, la première présentation ayant eu lieu une semaine avant. L'analyse de l'activité commence juste après le rappel de cette présentation par la maitresse et par l'élève.

Unités significatives élémentaires d'É (GS) [extrait : de 0 min 40 à 6 min 40]

U	Intitulé des unités élémentaires	Composantes remarquables
1	Annonce que l'on peut faire 10 avec le 9 et le 1 et sur invitation de la maitresse, place les deux barres alignées sous celle du 10, la barre du 1 état contre le bord du tapis et la 9 dans le prolongement de la 1.	Préoccupation : suivre les consignes de la maitresse ; trouver la première combinaison pour faire 10 et placer les barres correspondantes sous celle du 10. Connaissance : 1 et 9 font 10 ; si deux barres alignées font la même longueur que la barre de 10, alors l'addition des nombres représentés par ces barres fait le nombre 10.
2	La maitresse lui demandant ce qu'elle pourrait écrire, É. annonce "1 + 9 = 10" en marquant de courts temps d'hésitation, puis l'écrit.	Préoccupation : répondre aux sollicitations de la maitresse et écrire le calcul. Connaissance : l'écriture additive.
3	La maitresse demandant ce que l'on peut écrire aussi, É. annonce "2+8" puis place les barres correspondantes, la barre du 2 étant contre le bord du tapis.	Préoccupation : répondre aux sollicitations de la maitresse et trouver la seconde combinaison pour faire 10. Connaissance : 2 et 8 font 10 ; si deux barres alignées font la même longueur que la barre de 10, alors l'addition des nombres représentés par ces barres fait le nombre 10.
4	La maitresse demandant qu'est-ce qui a été placé en premier, É. dit "2" puis écrit "2+8 = 10". Après sollicitation de l'enseignante, É dit ce qu'elle a écrit.	Préoccupation : répondre aux sollicitations de la maitresse et écrire le calcul. Connaissance : l'écriture additive.
5	Sur invitation de la maitresse, É. place les barres suivantes (3 et 7) puis regarde l'enseignante.	Préoccupation : répondre aux sollicitations de la maitresse et trouver la troisième combinaison pour faire 10. Connaissance : 3 et 7 font 10 ; si deux barres alignées font la même longueur que la barre de 10, alors l'addition des nombres représentés par ces barres fait le nombre 10.

6	Sur invitation de la maitresse, É. écrit l'addition "3+7=10".	Préoccupation : répondre aux sollicitations de la maitresse et écrire le calcul. Connaissance : l'écriture additive.
7	La maitresse demandant ce qu'elle va faire ensuite, É. hésite quelques secondes puis annonce "4 et 6" et place les barres correspondantes.	Préoccupation : répondre aux sollicitations de la maitresse et trouver la troisième combinaison pour faire 10. Connaissance : 4 et 6 font 10 ; si deux barres alignées font la même longueur que la barre de 10, alors l'addition des nombres représentés par ces barres fait le nombre 10.
8	É. écrit l'addition "4 + 6 = 10"	Préoccupation : écrire le calcul. Connaissance : l'écriture additive.
9	Sur sollicitation de la maitresse, remarque qu'il reste la barre du 5, l'enseignante lui demandant ce que l'on fait avec, É. fait non de la tête.	Préoccupation : répondre aux questions de la maitresse ; se rappeler ce que l'on peut faire avec la barre du 5.
10	Sur sollicitation de la maitresse, place la barre du 5, et complète l'affirmation de la maitresse "5..." "et 5".	Préoccupation : répondre aux questions de l'enseignante, se rappeler ce que l'on fait avec la barre de 5. Connaissance : 5 et 5 font 10.
11	Ne sachant plus ce que l'on fait avec la barre du 5, la maitresse lui montre puis l'invite à écrire l'égalité.	Préoccupation : répondre aux sollicitations de la maitresse, écrire le calcul. Connaissance : 5 et 5 font 10.

Lors de la première présentation de cette activité, c'était la barre représentant le plus grand nombre qui était placée en premier et l'élève complétait avec la barre représentant le plus petit nombre intervenant dans l'écriture additive. La première écriture était donc " 9+1 = 10 ". Dans cette activité, c'est le contraire qui se produit, à l'initiative de l'élève : " *la première fois qu'on avait fait les calculs elle avait placé 9 + 1. Neuf était déjà en place, on avait rajouté le 1 et ainsi de suite. Là en fait, elle fait l'inverse"*. Ainsi, É. peut aborder la commutativité de l'addition.

Nous remarquons que durant l'activité, É. annonce toutes les combinaisons avant de placer les barres : ce n'est donc pas uniquement la manipulation qui lui permet de trouver les combinaisons, ce qui laisse supposer qu'elle est entrée dans l'abstraction. Il est possible qu'elle connaisse déjà la plupart des compléments à 10. Elle pourrait également s'appuyer sur des stratégies visuelles pour repérer les barres qui peuvent s'associer pour composer le nombre 10, à moins qu'elle ne déduise les combinaisons les unes des autres. Cependant, la

rapidité avec laquelle elle évoque les additions possibles et le fait qu'elle hésite davantage sur la combinaison 4 + 6 (U7) laisse penser qu'elle connait toutes les combinaisons sauf 4 + 6, qui lui demande davantage de réflexion et donc du comptage. De plus, pour 5 + 5, elle se souvient de l'égalité mais pas de la manipulation permettant d'y parvenir (U8, 9 et 10). Ce constat va dans le sens de l'hypothèse selon laquelle É. serait entrée dans l'abstraction, rendant alors la manipulation presque superflue. Cette hypothèse est soutenue par le fait que suite à cette activité, elle a effectué toutes les tables d'addition du carnet (tables de 1 à 10), sans aucun problème selon son enseignante : *" je lui ai donné les tables, tu sais comme j'avais donné à D. "*, *" Je pense que pour elle ça y est, c'est même plus du calcul. Il y a des associations qu'elle a déjà en tête "*.

Une autre élément saillant de cette analyse se trouve au niveau de la relation de l'élève avec l'enseignante : bien qu'elle paraisse à l'aise avec les apprentissages qui sont ici en jeu, É. attend beaucoup les instructions et questions de l'enseignante et ne prend que très peu d'initiatives. Sa préoccupation principale semble être de répondre aux sollicitations de l'enseignante, amenant cette dernière à un fort guidage : *"À chaque fois je lui demande s'il y a une autre façon de faire 10, parce que d'elle-même elle ne le fait pas forcément "*. Cela peut être dû à la fois à la situation didactique et à la personnalité de l'élève. En effet, la situation de présentation d'une activité par l'enseignante constitue un cadre qui peut être modélisant pour les élèves, en particulier pour ceux qui, comme É., apprécient la rigueur. Selon l'enseignante, É. *" a besoin de faire chaque étape pour chaque chose "* et *" il faut vraiment que les procédures soient respectées dans l'ordre "*. Ce besoin de précision pourrait expliquer qu'elle attende le guidage de l'enseignante pour chaque étape.

Suite à cet extrait, l'activité continue avec la poursuite de l'écriture de la table d'addition, jusqu'à " 9+1 = 10 ". Comme l'élève bloque sur l'égalité "6 + … =" , la maitresse l'invite à reprendre les barres pour retrouver le complément. Après de nombreuses hésitations, ce n'est que lorsque l'enseignante place la barre du 6 juste au-dessous de celle du 10 qu'É. parvient à trouver 4 : ici, la manipulation constitue une aide pour dépasser la difficulté rencontrée. Les autres égalités étant connues, la suite de l'activité se déroule avec plus de facilité, mais toujours avec un fort guidage de l'enseignante pour chaque étape.

1.7 K., élève de moyenne section en période sensible pour la numération

K. est l'élève qui, avec D., a effectué le plus d'activités mathématiques durant nos séances d'observation alors que, comme nous l'avons signalé, ce groupe classe était dans l'ensemble peu porté sur les mathématiques pendant cette période. Durant quatre séances, nous avons pu le voir travailler avec différents matériels[94] liés à la numération :

- 27 janvier : tableau des 100 avec deux élèves de grande section ; file numérique ;
- 2 février : fuseaux (quatre fois de suite) ;
- 3 février : barres rouges et bleues avec D. ;
- 23 février : fuseaux ; chaine des 100.

L'observation de ces activités reste limitée par rapport à toutes les activités mathématiques qu'il a pu faire par ailleurs, mais les commentaires de l'enseignante à son sujet laissent entrevoir un goût certain pour les nombres, et une possible période sensible en numération :

> *" En fait, K a eu une période très longue où il comptait tout : à la maison il comptait couteaux, fourchettes, cuillères, legos, peluches,… Et à l'école, c'est pareil, il a commencé à s'attaquer à la file numérique et tant qu'il était pas arrivé à 225 il revenait tous les jours, plusieurs fois par jour. Quand on compte avec lui sur la file numérique, on lui disait « on peut partir de 100 si tu veux » et il disait « non non je veux partir de 1 ». Il fallait absolument qu'il parte de 1 et qu'il compte la totalité de la file numérique. "*

Afin de compléter les analyses faites autour des matériels des fuseaux et des barres rouges et bleues, nous avons donc choisi de nous arrêter plus spécifiquement sur l'activité de cet élève particulier dans un contexte de libre choix, afin de faire ressortir des éléments associant l'autonomie et le libre choix aux apprentissages numériques.

1.7.1 Le tableau des 100 (ou jeu du 100)

Ce tableau est constitué par dix fois dix rangées, sur lesquelles doivent être placés dans l'ordre les nombres de 1 à 100 : la première ligne contient les nombres de 1 à 10, et ainsi de suite. L'objectif se trouve dans le repérage et le rangement des nombres selon le principe

[94] Il est possible qu'il ait effectué d'autres activités que nous n'ayons pas vues durant nos séances d'observation et d'entretiens d'autoconfrontation.

ordinal. Nous avons pu observer[95] K. en plein travail spontané avec deux de ses camarades de grande section pour compléter ce tableau qu'ils avaient commencé la veille. Les trois élèves s'étaient placés en situation de coopération afin de replacer correctement tous les nombres, en se référant à la file numérique murale dès que nécessaire. L'activité a été relativement longue (plus d'une demie heure pour un tableau déjà en partie complété) et a largement mobilisé K., qui réinvestissait sa connaissance de la file numérique.

1.7.2 Les fuseaux

L'une des activités réalisées par K. avec les fuseaux a été analysée dans la partie *1.5 Le matériel des fuseaux* (p.59-60), dans laquelle nous avions évoqué la mise en évidence des concepts d'itération de l'unité et de décomposition-recomposition lorsque K. avait attrapé six fuseaux au lieu des cinq voulus et qu'il avait verbalisé la situation en disant : *"J'avais pris 6 fuseaux, en fait il y en avait un, 5 plus 1".*

Contrairement à d'autres de ses camarades, K. ne vérifie pas son comptage. Il compte vite, et sa première activité avec les fuseaux ne lui a pris que 5 minutes, incluant le rangement des fuseaux dans le panier. Suite à cela, il a répété trois fois l'activité des fuseaux[96], avec de petites différences dans la manière de faire : compte dans sa tête au lieu de compter à voix haute, ne compte pas les fuseaux jusqu'au compartiment 4, en fait tomber certains, est interrompu par un camarade qui veut l'aider.

A la troisième répétition, K. commence en plaçant un fuseau dans le compartiment 0, deux fuseaux dans le compartiment 1, et ainsi de suite jusqu'au compartiment 4. C'est l'intervention de son camarade D. qui lui permet de se rendre compte de son erreur et de la rectifier en vidant tous les compartiments et en recommençant. L'interaction entre les deux enfants est bénéfique et, même si K. se serait rendu compte de son erreur à la fin de l'activité en constatant qu'il n'y avait plus rien à mettre dans le compartiment 9, l'intervention de D. constitue un feed-back à la place du matériel ou de l'enseignante. De plus, malgré cette erreur de "décalage" de compartiment, nous constatons que K. est très à l'aise dans la constitution des quantités et que la préparation de petites quantités (jusqu'à 3 ou 4) ne nécessite pas pour lui un comptage systématique.

---

[95] En observation libre, sans caméra.

[96] Pour limiter le temps passé par l'enfant en autoconfrontation, seule la première activité et la 3e répétition ont fait l'objet d'un entretien, mais l'élève n'a fait que très peu de commentaires sur cette 3e répétition.

Le fait qu'il y ait eu répétition de l'activité est remarquable puisque pendant la période d'observation, aucun autre enfant n'a répété son activité, alors que c'est un principe important pour l'apprentissage selon la pédagogie Montessori : comme nous l'avons déjà mentionné, l'élève peut répéter pour affiner le geste ou pour consolider un apprentissage, mais aussi pour se tester, notamment grâce au retour d'information apporté par le matériel. Il est possible ici que K. répète pour consolider son apprentissage ou par simple plaisir de manipuler les fuseaux : à plusieurs reprises, il passe sa main sur chaque compartiment ou joue avec les fuseaux en les empilant verticalement. Il a d'ailleurs évoqué en entretien le fait de faire la course avec un camarade occupé à une autre activité : *" Je m'ai dit qu'on va faire la course avec L., celui qui finit en premier a gagné "*.

1.7.3 Les barres rouges et bleues

Le travail effectué en binôme avec les barres rouges et bleues a été analysé dans la partie *1.6 Le matériel des barres rouges et bleues* (p.65-69) et faisait ressortir des préoccupations axées sur la manière de placer les barres et leur alignement avec les coutures du tapis plutôt que des préoccupations de comptage et de vérification. Comme nous l'avons déjà mentionné, K. maitrise les quantités de un à dix, et cette activité de rangement des barres par ordre croissant ne lui fait que de manière anecdotique travailler le comptage, lors des quatre vérifications qu'il effectue. Le reste de l'activité est basé sur des comparaisons de longueurs de barres associées aux préoccupations d'organisation sur l'espace du tapis.

1.7.4 La chaine de 100

La chaine de 100 est constituée par dix barrettes de dix perles chacune, accrochées entre elles. Le matériel comprend également neuf flèches vertes numérotées de 1 à 9, neuf flèches bleues numérotées de 10 à 90, un peu plus larges, et une flèche rouge numérotée 100, encore plus large. L'objectif de cette activité est de consolider l'assimilation de la numération de 1 à 100, puis d'habituer l'élève à compter de 10 en 10. L'observation[97] de K. avec ce matériel a montré son aisance avec la suite des nombres : après avoir placé les neuf flèches vertes et la flèche bleue numérotée 10, il a poursuivi le comptage perle par perle jusqu'à chaque dizaine suivante. La suite orale des nombres jusqu'à 100 est bien connue, et les écritures chiffrées pour chaque dizaine bien reconnues. Nous avons remarqué que s'il faisait

[97] Observation filmée.

une erreur de comptage, il était capable de reprendre son comptage à partir de la dizaine précédente, confirmant ainsi sa maitrise de la suite des nombres.

1.7.5 Conclusion pour K.

L'analyse de l'activité de K. avec le matériel des fuseaux et avec les barres rouges et bleues montre que cet élève a bien construit le concept de nombre dans sa cardinalité. De plus, la suite orale des nombres et la reconnaissance de leur écriture sont maitrisées au minimum jusqu'à 100. Il n'avait pas encore commencé à travailler l'écriture additive et les compléments à 10 au moment de notre observation, mais tout porte à penser qu'il était prêt pour cela. Alors qu'il n'est qu'au deuxième trimestre de la moyenne section, les attendus de fin de cycle I sont presque atteints :

- Construire le nombre pour exprimer les quantités : K. a bien compris que le nombre permet de mesurer une collection ;
- Stabiliser la connaissance des petits nombres : les décompositions et recompositions de nombres jusqu'à 10 peuvent être travaillés, mais tout porte à penser que K. a déjà des connaissance solides ;
- Utiliser le nombre pour désigner un rang, une position : la suite orale des nombres et l'écriture chiffrée étant maitrisée, l'aspect ordinal des nombres ne pose pas de problème à K. ;
- Construire les premiers savoirs et savoir-faire avec rigueur : la suite orale des mots-nombres est acquise ; les activités de dénombrement sont maitrisées ; le tracé graphique chiffres n'a pas été observé, mais fait partie des activités de la classe. Au vu de l'intérêt de K. pour les nombres, nous supposons que leur écriture sera vite acquise.

K., placé dans le contexte de libre choix de cette classe maternelle, a eu de nombreuses opportunités de s'exercer avec les nombres au moment où il en avait visiblement le plus l'envie. Cet intérêt a trouvé (et trouve peut-être encore…) son prolongement à l'extérieur de la classe en se manifestant par un comptage de tous les objets qu'il rencontre au quotidien. K. traversant une période sensible pour la numération, les apprentissages s'en sont trouvés facilités, d'autant plus que le milieu de la classe offre une série de ressources matérielles et humaines appuyant ces apprentissages.

1.8 D., élève de grande section mis en confiance par le milieu didactique

D. est le deuxième élève à avoir pratiqué le plus d'activités mathématiques durant nos séances d'observation. Durant trois séances, nous avons pu le voir travailler avec différents matériels[98] liés à la numération :

- 3 février : barres rouges et bleues avec K. ; barres rouges et bleues (association quantités et symboles) ;
- 24 février : présentation de l'activité des jetons par la maitresse, puis activité reprise deux fois par l'élève seul ;
- 2 mars : reprise de l'activité des jetons ; carnet de tables d'addition.

Cette liste est probablement limitée en comparaison avec toutes les activités mathématiques qu'il a pu faire avant le début de cette recherche et entre les séances d'observation. Comme nous l'avons mentionné lors de la présentation des élèves (p.56), D. est à l'aise dans le domaine de la numération. Cependant, son discours en entretien d'autoconfrontation laisse transparaitre un manque de confiance en lui que l'enseignante confirme : *" il est très peu sûr de lui donc du coup il commente beaucoup de choses", " c'est un enfant qui a besoin de beaucoup de repères comme ça, c'est une sécurité "*. Cet élève, durant l'année scolaire précédente, a beaucoup travaillé sur les activités de vie pratique : *" il les as faites inlassablement, même s'il versait à côté, il y revenait tout le temps, jusqu'à ce qu'il se spécialise suffisamment pour les maitriser et passer à autre chose "*. D'après l'enseignante, la possibilité qu'il a de s'entrainer, de faire des erreurs et de répéter ces activités jusqu'à ce qu'il les maitrise est très important pour l'aider à gérer son manque de confiance en lui.

Nous avons pu constater qu'en activité, D. parle souvent tout seul, semble apprécier l'ordre et peut anticiper les évènements. Selon l'enseignante, il est capable de grande concentration : *" Lui, quand il est centré sur une activité, il n'est pas parasité par autre chose "*.

Afin de mieux comprendre les apports du milieu didactique et du contexte de libre choix pour cet élève, l'analyse de son activité avec les barres rouges et bleues sera complétée par la présentation des autres activités numériques qu'il a réalisées en notre présence.

[98] Il est possible qu'il ait effectué d'autres activités que nous n'ayons pas vues durant nos séances d'observation et d'entretiens d'autoconfrontation.

1.8.1 Les barres rouges et bleues

Sur l'activité réalisée en binôme avec K., nous avons vu que, comme pour son camarade, les préoccupations de D. étaient davantage centrées sur le placement des barres sur le tapis que sur le repérage des quantités, qui a semblé ne lui poser aucun problème. Pour l'activité individuelle d'association des barres avec les étiquettes des nombres correspondants, ses préoccupations ont évolué : si au départ il paraissait centré sur l'idée de répondre à la consigne de la maitresse, par la suite il était davantage centré sur la réalisation de la tâche.

Ce jour là, D. a passé environ une heure à travailler avec ce matériel, toutes activités confondues. Bien qu'il maitrise le comptage de quantités de un à dix, il a eu besoin de travailler cette compétence, ce qui peut être assimilé à une répétition d'activité (même si la forme des activités réalisées avec ce matériel était variable). Nous voyons là l'équivalent de ce que cet élève faisait en passant du temps sur les activités de vie pratique qui l'entrainaient à verser : la répétition, en consolidant ses apprentissages, apparait comme un soutien pour que D. prenne confiance en lui. Cette idée se confirme en observant son activité avec les jetons.

1.8.2 Les jetons[99]

Cette activité nécessite un matériel constitué des étiquettes des nombres de 1 à 10, et d'un lot de 55 jetons. Il s'agit de placer les étiquettes dans l'ordre, et de mettre sous chaque étiquette la quantité de jetons correspondant, en les posant deux à deux. Les nombres impairs sont mis en évidence puisqu'ils sont constitués de plusieurs paires de jetons et d'un jeton restant. Cette activité a pour objectif d'introduire la notion de nombre pair ou impair, mais elle permet également de travailler sous une nouvelle forme la constitution de quantités de un à dix et leur association avec les symboles chiffrés.

Après la présentation, durant laquelle D. n'a montré aucune difficulté à repérer et distinguer les nombres pairs et impairs, il a directement refait l'activité en présence de l'enseignante. À sa demande, il a été capable de montrer les nombres pairs et d'en retourner les étiquettes. Plus tard durant l'après-midi, D. a repris spontanément cette activité.

Une semaine plus tard, D. a recommencé cette activité, suite à laquelle il a participé à un entretien d'autoconfrontation. Si son activité montre une maitrise de l'association entre symboles et quantités composées par les jetons, son discours est largement axé sur les actions

[99] La présentation et toutes les activités de D. avec les jetons ont été filmées.

pratiques des différentes étapes (*“ je mets tous les nombres comme ça avant que je mets les boutons rouges ”*) et sur la manière de placer les jetons : *“ je les ai à côté, mais un peu à côté parce que faut pas les mettre serrés ”*, *“ Ça va être serré là… là je les mets pas serrés ”*. Ce discours descriptif pourrait laisser penser que l'élève n'a pas compris l'objectif de l'activité, mais nous y voyons plutôt une influence du contrat didactique, la présentation ayant fourni des éléments structurants à l'enfant. En effet, D. fait aussi référence à la présentation effectuée par la maitresse : *“ parce que on met les boutons rouges comme maitresse elle avait fait ”*.

De plus, ses commentaires mettent beaucoup l'accent sur ses erreurs, qui n'en sont pas nécessairement. Par exemple, alors que dans son activité il hésitait entre les étiquettes du 6 et du 9, il commente : *“ je m'étais trompé c'était celui-là ”, “je suis maladroit ! ”*. Plus loin, commentant la manière dont il avait placé les quatre jetons sous l'étiquette du 4, il a estimé que les ayant posés trop éloignés les uns des autres, cela était une *“ mauvaise réponse ”*. Ces commentaires confirment que cet élève a le souci de bien faire et de reproduire de la manière la plus rigoureuse possible l'exemple donné par l'enseignante.

La notion de nombre pair ou impair ne semble que partiellement intégrée par D. : en effet, il retourne les étiquettes des nombres impairs, montrant par là qu'ils ont une spécificité, et justifie cela, en entretien, en disant *“ que tu tournes s'il y a des boutons rouges au milieu ”*. Le lexique « pair » et « impair » n'est pas réutilisé. Tout se passe comme si cette notion était abordée sensoriellement sans être encore associée au vocabulaire spécifique. Cependant, D. ayant un langage parfois approximatif (erreurs de syntaxe, mots déformés), il est possible qu'il n'ait pas mémorisé les mots « pair » et « impair ».

1.8.3 Le carnet de tables d'additions

Ces tables se présentent sous forme d'un carnet comportant une feuille par table d'addition, de 1 à 10. Lorsque les élèves ont beaucoup travaillé à la décomposition et à la recomposition de nombres avec les barres rouges et bleues, ils peuvent compléter les tables d'addition. Ce carnet a été fourni à D. en notre absence, et, selon la maitresse, complété entièrement. Nous avons pu observer[100] D. compléter un nouveau carnet de tables : les additions étant présentées dans l'ordre (1+1, 1+2, etc), nous pouvons supposer que l'élève calcule le premier item puis déduit chaque résultat du précédent, puisqu'il suffit d'ajouter « un » à chaque résultat pour obtenir le résultat suivant. Même si nous ne savons pas s'il

[100] Observation en partie filmée.

effectue effectivement les calculs dans sa tête, il est certain qu'il sait ajouter « un » à chaque nombre. Pour en savoir davantage, il faudrait lui fournir un carnet dans lequel les additions ne seraient pas présentées dans l'ordre.

1.8.4 Conclusion pour D.

L'observation et l'analyse des activités réalisées par D. avec les barres rouges et bleues et les jetons montrent d'une part, que cet élève maitrise le concept de nombre dans sa cardinalité, d'autre part que la répétition et l'entrainement sont des points d'appui pour la prise de confiance.

Bien que nous l'ayons pas vu directement travailler avec la file numérique, nous savons qu'il connait la suite orale des nombres au moins jusqu'à 100. Les attendus de fin de cycle I en rapport avec la numération sont a priori atteints :

- Construire le nombre pour exprimer les quantités : D. sait utiliser le nombre pour mesurer ou constituer une collection ;
- Stabiliser la connaissance des petits nombres : les décompositions et recompositions de nombres jusqu'à 10 n'ont pas été observées, mais l'utilisation du carnet de tables d'additions donne un indice quant aux connaissances de D. ;
- Utiliser le nombre pour désigner un rang, une position : la suite orale des nombres et l'écriture chiffrée des nombres sont acquises, permettant à D. d'utiliser les nombres dans leur aspect ordinal ;
- Construire les premiers savoirs et savoir-faire avec rigueur : la suite orale des mots-nombres et les activités de dénombrement sont maitrisées ; comme pour K., le tracé chiffres n'a pas été observé, mais fait partie des activités de la classe.

En autorisant le choix d'activités et leur répétition, le fonctionnement de classe permet à D. de s'exercer selon ses besoins, qui semblent plus liées à une prise de confiance qu'à une consolidation des connaissances : en répétant, l'élève peut s'auto-tester et valider sa maitrise de l'activité. Finalement, pour un élève comme D., ce type de fonctionnement apparait particulièrement avantageux pour la construction de la confiance en soi et donc de l'autonomie.

2. DISCUSSION

Les recherches effectuées par Lillard et Else-Quest (2006) et l'expérimentation menée à Gennevilliers de 2011 à 2014 avaient mis en évidence la réussite des élèves fréquentant une classe à pédagogie Montessori concernant les épreuves numériques. Partant de l'idée que le contexte de libre choix associé à la spécificité du matériel didactique utilisé favorisent ces apprentissages, nous avons cherché en quoi ces éléments peuvent soutenir les apprentissages en numération. En particulier, nous voulons déterminer ce qui permet à l'élève de passer de simple manipulateur de matériel à apprenant investi et comprendre comment se construit l'autonomie de l'élève à travers le libre choix de son activité.

L'analyse de l'activité des élèves avec les matériels didactiques des fuseaux et des barres rouges et bleues, complétée par l'observation de K. et D. avec d'autres matériels de numération, ont permis de dégager des éléments saillants qui peuvent être organisés selon trois pôles : la construction du nombre, la force du contrat didactique et le développement de l'autonomie des élèves.

2.1 La construction du nombre, de la manipulation à l'abstraction

2.1.1 Construire la cardinalité du nombre

Selon la pédagogie Montessori, la construction du nombre dans sa cardinalité se fait à travers l'utilisation des barres rouges et bleues, qui présentent les quantités comme un ensemble d'unités associées, relativement au concept d'itération de l'unité évoqué par Brissiaud (2015)[101]. Cette manière de représenter concrètement le nombre a permis à une élève, S., de dépasser sa première conception du nombre qui était basée sur le comptage-numérotage, pour évoluer vers un comptage-dénombrement (pp. 64-65). Notons également que la représentation des quantités de un à dix sous forme de barres peut constituer une aide pour se rendre compte de la grandeur d'un nombre et pour la comparaison de nombres entre eux. En effet, avant d'aborder cette activité, les élèves ont fait l'expérience de la comparaison de longueurs en manipulant les barres rouges, qui ont les mêmes dimensions

[101] Brissiaud, R. (2015), *op.cit.*

que les barres rouges et bleues et qui sont utilisées pour travailler les comparaisons de longueurs (le classement des barres par ordre croissant est l'activité principale réalisée avec ce matériel). Certains élèves comme Cl. (p. 72) ou D. (pp. 75-76) semblent s'appuyer sur cette expérience de comparaison de longueurs puisqu'en réalisant l'activité d'association de barres avec les étiquettes des nombres, ils ne comptent pas systématiquement les tronçons des barres : cela se remarque chez ces deux élèves en particulier pour les barres courtes (quatre ou moins) et les plus longues (neuf et dix). Chez D., l'intuition du nombre par rapport à la longueur des barres intervient aussi pour les barres intermédiaires, mais est moins fiable et l'incite finalement à procéder à un comptage-dénombrement.

Plus proche des activités traditionnelles de constitution de collections, l'activité des fuseaux incite les élèves à manipuler des unités et à les regrouper pour former une collection à associer avec le symbole chiffré correspondant : à cette étape, les élèves ont normalement bien compris le nombre dans son aspect cardinal, et cette activité n'a posé de problème à aucun des élèves observés.

2.1.2 Approfondir la connaissance des petits nombres par des décompositions et recompositions

Au-delà de la construction du nombre pour exprimer les quantités, les instructions officielles (2015)[102] insistent sur la stabilisation de la connaissance des petits nombres, selon les concepts d'itération de l'unité et de décomposition-recomposition (Brissiaud, 2014)[103]. Pour une bonne partie des élèves (K. et J. avec les fuseaux en pages 58-59 ; É. avec les barres et l'écriture additive aux pages 77-78 ; D. avec les tables d'addition en page 86), l'observation de leur activité ou même leurs commentaires valident qu'ils savent que pour passer au nombre suivant, il faut ajouter « un ». Les fuseaux constituent une manière de mettre en oeuvre la décomposition et la recomposition de nombres : en effet, lorsqu'un ou plusieurs fuseaux tombent ou que le lot attrapé dans le panier contient trop ou pas assez de fuseaux, l'élève doit associer ou dissocier des quantités pour obtenir la quantité voulue. S'il n'est pas à exclure qu'il recommence son comptage, il peut arriver qu'il procède par surcomptage ou par addition des deux quantités.

[102] Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. (2015), *op.cit.*

[103] Brissiaud, R. (2014), *op.cit.*

Les décompositions-recompositions sont particulièrement travaillées avec les barres rouges et bleues, lors de l'introduction de l'écriture additive. Le but de cette activité est bien de composer le nombre 10 de plusieurs manières, et les barres constituent un appui pour cela. La barre représentant le 10 constitue une aide visuelle qui permet de trouver le complément à 10 : elle peut être utilisée en plaçant contre elle la barre dont on cherche le complément, ce dernier se repérant visuellement au nombre de tronçons de la barre 10 laissés "vides". Cependant, l'analyse de l'activité d'É. montre un certain détachement par rapport à cette manipulation. Cette élève annonçant les combinaisons de nombres (sauf 4 + 6) avant de manipuler, nous avions supposé que soit elle connaissait déjà les compléments à 10 ou les déduisait les uns des autres, soit elle s'appuyait sur des stratégies visuelles pour repérer les barres qui pouvaient s'associer. Il est fort probable qu'elle s'appuyait à la fois sur sa connaissance des nombres et sur des stratégies visuelles. En revanche, la manipulation redevenait nécessaire pour les barres de longueurs intermédiaires (4 et 6), ce qui confirme la pertinence de ce matériel pour ce type d'activité. Quelle que soit la procédure réellement utilisée, nous voyons avec É. que la manipulation est un soutien et une étape intermédiaire, favorisant l'émergence de représentations telles que décrites par Vergnaud (2007)[104] : selon lui, la représentation est composée d'images, de mots et de concepts, mais aussi de formes d'organisation de l'activité, et elle intervient lorsque le travail de la main trouve un relais au niveau intellectuel. C'est l'émergence de représentations, c'est à dire le passage de la manipulation à l'abstraction, qui peut amener l'élève à réaliser des activités davantage liées au cycle II, comme le carnet de tables d'additions complété par D. et par É.

Ce travail de décomposition et recomposition de nombres trouve une application directe dans les rituels de la classe, à savoir le comptage des présents et absents, et l'addition du nombre de garçons et de filles. Bien qu'il s'agisse là de travailler avec des nombres plus grands qui nécessitent l'intervention de procédures de comptage ou de surcomptage, l'introduction de l'écriture additive lors de ce rituel permet aux élèves de faire le lien avec les activités sur les compléments à 10 ou les tables d'addition. L'utilisation des connaissances numériques dans ce contexte de rituels constitue la phase d'abstraction évoquée par Barth (2001)[105], dans laquelle on peut vérifier si l'apprentissage est complet et si la connaissance peut être transférée à un autre contexte.

---

[104] Vergnaud, G. (2007), *op.cit.*

[105] Barth, B.-M. (2001), *op.cit.*

2.1.3 Maitriser le vocabulaire des nombres

Ces apprentissages s'appuient sur un travail effectué en amont et en parallèle et visant l'acquisition du vocabulaire de la suite orale des nombres et du vocabulaire graphique pour la reconnaissance et le tracé des chiffres. En effet, la connaissance de la suite orale des nombres facilite l'association mot-nombre et quantité. De même, le fait que les élèves travaillent la reconnaissance et le tracé des chiffres avec le matériel des chiffres rugueux facilite leur apprentissage, puisque la modalité visuo-haptique est privilégiée par les enfants de cet âge pour explorer le monde (Hatwell, Streri & Gentaz, 2000)[106].

Dans la même optique d'acquisition de vocabulaire et de reconnaissance des écritures chiffrées, le travail avec le tableau des 100 et celui avec la chaine de 100 que nous avons observés chez certains élèves constitue un appui pour les activités suivantes de la progression en numération. Le fait que ce type de matériel faisant travailler sur des nombres plus grands soit à disposition semble être source de motivation pour les élèves, en particulier ceux qui, comme K., sont particulièrement sensibles à la numération. Cela leur permet d'entretenir leur intérêt pour la numération tout en les préparant aux activités des étapes 2 (introduction au système décimal) et 3 (quantités et symboles jusqu'à 100).

2.1.4 Construire le nombre, une question de temporalité

Pour la plupart des élèves observés, les activités effectuées ne posaient pas de problème spécifique. Hormis pour S., qui débutait avec les barres rouges et bleues et a donc effectivement construit de nouvelles connaissances durant la présentation, les autres élèves étaient plutôt dans la consolidation de leurs apprentissages. Même É., qui débutait avec l'écriture additive, avait déjà des connaissances sur les compléments à 10. Cela nous amène à questionner la temporalité didactique pour la construction du nombre.

Du fait du fonctionnement spécifique de la classe, chaque élève reçoit une présentation d'activité au moment, théoriquement, le plus adéquat selon sa progression personnelle : cela nécessite une observation particulière de la part de l'enseignante, car une présentation trop précoce risque de mettre l'élève en difficulté et de le démobiliser, tandis qu'une présentation

[106] Hatwell, Y., Streri, A., & Gentaz, E. (2000), *op.cit.*

trop tardive pourrait être inutile car l'enfant ne ferait pas d'apprentissage. Le temps didactique, tel que décrit par Mercier (2001)[107], correspond au temps d'enseignement : ici, il inclut les moments de présentations effectuées par l'enseignante, mais aussi les choix qu'elle fait pour chaque élève, selon ses observations de leur progression. Entre les présentations, se déroule une partie du temps d'apprentissage dans laquelle l'enseignante n'intervient en général pas, et qui correspond à l'entrainement de l'élève et à la consolidation de ses apprentissages.

Si le temps didactique ne subit pas dans cette classe de pressions liées aux contraintes temporelles des instructions officielles, le temps d'apprentissage pourrait à l'inverse influencer le temps d'enseignement, puisque les élèves de ce groupe classe pourraient atteindre les attendus de fin de cycle I avant la fin de leurs années d'école maternelle. C'est notamment le cas pour K., qui est en moyenne section et qui est prêt à poursuivre ses apprentissages vers des compétences liées au cycle II, incitant l'enseignante à adapter le temps didactique à cet élève. Cette adaptation est rendue possible et facilitée par le fonctionnement même de la classe, et l'enseignante a d'ailleurs affirmé en entretien qu'elle n'hésiterait pas à proposer des activités des étapes suivantes aux élèves qui seraient prêt, afin de ne pas perdre leur motivation.

Nous voyons donc que ce n'est pas le seul matériel de numération qui permet aux élèves de progresser dans leurs apprentissages, mais également les choix effectués par l'enseignante en lien avec la temporalité didactique. D'ailleurs, le nombre restreint d'utilisations du matériel didactique de numération durant cette recherche suggère que chaque matériel sera dans l'ensemble peu utilisé par chaque élève et pourra être totalement délaissé une fois la connaissance ou compétence qu'il vise sera acquise.

Pour conclure, si le matériel didactique est conçu de manière à faciliter l'entrée dans la numération et la compréhension du concept de nombre, il ne peut se suffire à lui-même. En effet, d'autres paramètres entrent en jeu pour favoriser les apprentissages des élèves, dont l'influence de l'enseignant. La relation de l'enseignante aux élèves a d'ailleurs fait apparaitre un élément inattendu influençant l'activité des élèves : la force du contrat didactique.

[107] Mercier, A. (2001). « Le temps didactique ». In Collectif Petit vocabulaire à l'usage des enseignants débutants. Aix-en-Provence : IUFM - université de Provence.

2.2 La force du contrat didactique

La plupart des élèves, en entretien d'autoconfrontation, ont évoqué la maitresse de manière directe ou indirecte : *"maitresse elle avait dit comme ça", "maitresse me l'avait présenté", "il faut faire comme ça"*. Cela laisse à penser qu'ils ont le souci de faire comme l'enseignante leur avait présenté, ce qui peut parfois amener à des préoccupations davantage centrées sur la manière d'organiser le matériel que sur l'objectif didactique de l'activité. Nous attribuons cela à la force du contrat didactique, qui se prolonge même lorsque l'élève travaille en autonomie, et qui témoigne d'une relation privilégiée entre l'enseignante et chaque élève.

2.2.1 Un prolongement du contrat didactique au travail autonome

Dans la classe, l'enseignante s'attend à ce que les élèves choisissent une activité ou acceptent de l'aide pour en choisir une, rangent le matériel après utilisation et circulent en respectant le calme de la classe. Les élèves, eux, s'attendent à ce que la maitresse leur propose des présentations et les aide à choisir une activité lorsqu'ils ne savent pas quoi faire. Ce sont là les termes du contrat didactique global à la classe.

Lorsque l'enseignante fait une présentation à un élève, elle s'attend à ce que l'élève soit attentif, qu'il réponde à ses sollicitations et qu'il fasse l'activité suite à la présentation. L'élève participant à une présentation s'attend à ce que l'enseignante verbalise l'objectif de l'activité et lui montre comment se servir du matériel. Ce sont là les termes du contrat didactique lors d'une présentation.

Nous avons pu constater en observant et en discutant avec les élèves que ce contrat didactique ne s'arrête pas et ne s'atténue pas non plus lorsque les élèves travaillent seuls ou de manière autonome. Leurs actions et leurs propos sont en effet organisés autour de deux préoccupations saillantes.

<u>Répondre à la consigne</u> :

Cette préoccupation était particulièrement importante chez D., qui voulait une confirmation de la consigne pour l'activité que l'enseignante lui avait proposée (p. 75). Lors des présentations, on peut également s'attendre à ce que l'élève ait la préoccupation de répondre aux sollicitations de la maitresse, ce qui a été largement le cas avec É. lorsqu'elle participait à sa deuxième présentation pour l'écriture additive (p. 79). Pour les élèves, répondre à la consigne peut signifier placer son attention sur les aspects didactiques de

l'activité, mais peut aussi se manifester par des préoccupations plus matérielles que nous pourrions qualifier de scolastiques, comme l'organisation du matériel sur l'espace de travail.

Organiser le matériel :

La préoccupation du placement du matériel sur le tapis en cours d'activité est apparue régulièrement. En particulier, l'activité réalisée en binôme par K. et D. avec les barres rouges et bleues était centrée sur cette préoccupation d'alignement des barres sur les coutures du tapis (pp. 68-69). Cela correspondait au modèle donné par l'enseignante en cours de présentation, et cette habitude de placer les barres ainsi se justifie par la nécessité de garder un espace pour placer l'étiquette nombre de chaque barre dans l'activité d'association quantités et symboles. De même, l'activité réalisée par D. avec les jetons laissait apparaitre la préoccupation de placer les étiquettes des nombres et les jetons avec le bon écartement. Cependant, l'organisation du matériel sur le tapis ne constitue pas la préoccupation de tous les élèves : Cl., par exemple, s'est largement affranchie de cela lors de la réalisation de son activité (p. 72). Lors des présentations, cette organisation du matériel constitue un cadre modélisant que les élèves peuvent reprendre ensuite pour structurer leur activité autonome, alors influencée par ce prolongement du contrat didactique. Ce cadre modélisant est supposé contribuer à donner du sens à l'activité des élèves, en lien avec les objectifs d'apprentissage. Cependant, nous avons vu avec Cl. que la non application de cette méthodologie n'empêche pas d'atteindre l'objectif d'apprentissage souhaité.

Le rangement du matériel fait partie des préoccupations de tous les élèves en fin d'activité : en effet, cet élément non négociable du contrat didactique fait partie des règles de vie permettant à chacun d'évoluer dans la classe, d'utiliser le matériel et de réaliser leurs apprentissages dans les meilleures conditions possibles.

2.2.2 Une relation privilégiée favorable aux apprentissages

Cette extension du contrat didactique à l'activité autonome (qui n'est donc pas forcément suivie par l'enseignante) témoigne de la volonté des élèves de faire comme la maitresse leur a montré, même si cette dernière n'est pas à côté de l'élève durant l'activité et n'en verra peut-être aucune trace. Nous interprétons ce souci de "bien faire" comme un témoignage de la relation privilégiée et de confiance qui s'instaure entre la maitresse et les élèves, instauration facilitée par le format la plupart du temps individuel des présentations. D'autre part, le fait que les élèves réalisent leur activité en cherchant à reproduire ce qui leur a

été présenté témoigne d'un certain engagement de leur part vis-à-vis des apprentissages.

Nous pouvons donc amener l'idée que c'est l'instauration d'une relation privilégiée entre l'enseignante et chaque élève qui favoriserait la construction de l'autonomie vis-à-vis des apprentissages et, par extension, favoriserait les apprentissages eux-mêmes. Cela rejoint les apports des neurosciences, qui insistent sur l'importance de l'environnement pour favoriser l'apprentissage, et en particulier l'environnement social et les rapports humains[108]. En effet, les émotions positives liées à des relations humaines harmonieuses servent les apprentissages et favorisent la confiance en soi. C'est dans un contexte de bienveillance éducative que l'élève peut pleinement profiter des émotions positives apportées par les apprentissages qu'il effectue, goûter au plaisir d'apprendre et donc s'engager vers plus de prises de risques dans ce qu'il ne sait pas encore. Les pratiques de bienveillance éducative, prenant en compte toute la personnalité de l'élève, tiennent donc un rôle important et semblent ici être favorisées par les situations de présentations individuelles.

2.2.3 Un exemple de rupture du contrat didactique

Nous avons évoqué le fait que, lors d'une présentation, l'élève s'attend à ce que l'enseignante lui montre comment se servir du matériel, en lien avec l'objectif verbalisé. Les présentations étant très structurées, cela peut créer des attentes particulières chez les élèves, attentes qui s'inscrivent dans le contrat didactique. Cela était le cas avec S. qui s'attendait à ce que la maitresse lui demande de lui montrer l'une des deux barres qu'elle venait de lui présenter (p. 65). Or, l'enseignante, dans son souci de revenir sur la difficulté précédente afin de vérifier les acquisitions de l'élève, a rompu ce contrat didactique. Cette rupture a provoqué une situation inconfortable pour l'élève, qui a nécessité un fort étayage de l'enseignante pour la poursuite de l'activité.

Il est important de noter que malgré cette rupture, les conceptions de l'élève ont évolué durant l'activité et qu'à la séance suivante, l'enseignante a pu constater que les apprentissages attendus avaient été réalisés. Il est même possible que la rupture de contrat didactique ait constitué un avantage pour les apprentissages de cette élève, en la détachant des aspects scolastiques de la présentation pour la focaliser sur les concepts numériques en jeu, favorisant ainsi les futurs apprentissages numériques et le développement de l'autonomie de cette élève.

[108] OCDE / CERI. (2007), *op.cit*.

2.3 Le développement de l'autonomie des élèves

La relation de confiance établie entre l'enseignante et chaque élève au travers des présentations individuelles contribue à l'engagement des élèves dans les apprentissages et permet le développement de leur autonomie, c'est à dire leur capacité à s'approprier les activités rencontrées et à mobiliser différentes ressources pour résoudre des problèmes. L'analyse du couplage structurel entre l'élève et l'environnement de la classe fait ressortir trois points liés au développement de l'autonomie : la vérification, la répétition et la coopération.

2.3.1 La vérification à la charge de l'élève

Lors de l'analyse de l'activité des élèves avec le matériel des fuseaux, nous avons constaté que l'enseignante incite les élèves à la vérification, et que c'est à force de pratiquer l'activité que, selon l'enseignante, les élèves pratiquent la vérification. La présentation des barres rouges et bleues à S. (pp. 61-63) montre également une incitation récurrente à la vérification.

La vérification par l'élève est une pratique que nous n'avions pas identifiée comme un principe directeur en pédagogie Montessori. Nous avions plutôt évoqué l'importance du feed-back apporté par le matériel pour réguler l'activité de l'élève. Cependant, pour un matériel didactique comme celui des fuseaux, le matériel seul ne peut pas apporter ce feed-back, ou alors il le fait de manière incomplète. Si l'enseignant n'intervient pas, la vérification devient alors indispensable pour la régulation de l'activité et le contrôle de l'erreur. Bien qu'au départ induite par l'enseignante lors des présentations, la vérification apparait alors comme un moteur important de la construction de l'autonomie. En effet, comme l'élève qui se met à vérifier en activité autonome obtient un feed-back qui n'est pas forcément donné par le matériel et qui n'est pas non plus apporté par l'enseignante, il vérifie donc pour lui-même. Cela témoigne de la construction de son autonomie face aux apprentissages.

En revanche, la vérification est moins présente lorsque l'élève maitrise le concept : nous avons constaté cela pour l'activité en binôme de D. et K. (p. 69) et pour l'activité d'association quantités-symboles effectuée par Cl. avec les barres rouges et bleues (p. 72). Cela laisse penser que la vérification permet de consolider un apprentissage et de prendre

confiance en soi, et qu'elle est donc surtout pratiquée lorsque la connaissance ou la compétence en jeu ne sont pas maitrisées, permettant ainsi à l'élève de se tester.

Si elle sert à identifier une éventuelle erreur, la vérification intervient également dans le cas où l'élève en a déjà repéré une et qu'il doit la corriger, comme cela a été le cas pour D. avec les barres rouges et bleues (p. 76) : la vérification sert alors à traiter l'erreur, contribuant ainsi à consolider l'apprentissage.

La vérification induit nécessairement une répétition de l'activité ou d'un fragment d'activité, afin de valider ou de corriger.

2.3.2 La répétition pour vérifier et pour consolider

Nous avons constaté avec K. et l'activité des fuseaux (pp. 81-82) que la répétition peut être un moyen de consolider un apprentissage, en lien avec la vérification, ou être effectuée par simple plaisir de manipuler le matériel. Dans le cas de la consolidation, elle permet à l'élève de prendre confiance en maitrisant de plus en plus les connaissances ou compétences travaillées. Cette prise de confiance est une composante importante de la répétition : dans le cas de D., élève maitrisant bien la connaissance des nombres de un à dix mais manquant de confiance en lui, la répétition de l'activité avec les jetons (pp. 85-86) semblait davantage liée à une prise de confiance qu'à une consolidation : c'est en s'auto-testant par la répétition qu'il a pu valider sa maitrise de l'activité.

Au delà de la répétition d'une même activité, il peut y avoir une autre forme de répétition : l'application de la connaissance ou compétence acquise à une autre situation, qui correspond à la phase d'abstraction selon Barth (2001)[109]. Par exemple, l'utilisation de la chaine de 100 par K. (p. 82) constitue une pratique, dans une nouvelle situation, de la suite orale et écrite des nombres déjà travaillée avec la file numérique.

Pour résumer, la répétition peut comporter plusieurs volets :

- l'entrainement et la consolidation de l'apprentissage,
- le plaisir de manipuler,
- la prise de confiance en soi,
- l'auto-test ou évaluation,
- l'abstraction.

[109] Barth, B.-M. (2001), *op.cit.*

2.3.3 La coopération entre élèves

Alors que la plupart des activités se font individuellement, cela ne signifie pas pour autant que les enfants de cette classe n'interagissent pas autour des apprentissages. Au-delà des activités organisées par l'enseignante avec plusieurs élèves, comme l'activité des barres rouges et bleues effectuée par K. et D., nous avons remarqué deux types d'interactions entre pairs : pour constater des erreurs effectuées par un élève travaillant seul ou l'aider à dépasser une difficulté, et pour résoudre collectivement un problème.

Nous avons mentionné plus haut que le matériel n'est pas toujours celui qui apporte le feed-back, et le fait que ce ne soit pas la maitresse est avantageux pour la construction de l'autonomie car l'élève agit pour lui-même, trouvant donc par lui-même les ressources nécessaires pour résoudre son problème. Ces ressources peuvent être ses pairs, auxquels il peut se référer en cas de difficulté : c'est ce que nous avons constaté alors qu'É. travaillait avec les fuseaux, et que sa camarade lui a demandé plusieurs fois de l'aider à identifier des lettres rugueuses (p. 57). Il peut également arriver qu'un élève, regardant le travail d'un camarade, repère une erreur et la lui signifie, comme l'avait fait D. pendant que K. travaillait avec les fuseaux (p. 81). Un élève peut donc se poser ponctuellement en personne ressource pour un autre, selon le principe des pédagogies coopératives (Connac, 2009)[110].

Les enfants peuvent également travailler à plusieurs à la résolution d'un problème : ce type de situation d'entraide a été observé avec le tableau des 100, qui réunissait trois élèves qui coopéraient pour placer chaque nombre de 1 à 100 à la bonne place dans le tableau (pp. 80-81).

2.3.4 Conclusion sur la construction de l'autonomie

En entrant à l'école maternelle, l'élève en découvre les codes de fonctionnement et les rôles des différentes personnes, en particulier celui de la maitresse. Ce faisant, il est possible qu'il se focalise sur les aspects scolastiques des situations vécues, par exemple en essayant de faire exactement comme la maitresse, au détriment de la manipulation et de l'appropriation des savoirs en jeu, bien que la focalisation sur ces aspects scolastiques n'empêche pas nécessairement les apprentissages (ils peuvent d'ailleurs constituer un cadre structurant pour les apprentissages). En revanche, en favorisant la construction de l'autonomie comme

[110] Connac, S. (2009). *Apprendre avec les pédagogies coopératives : Démarches et outils pour l'école*. Issy-les-Moulineaux (Hauts-de-Seine): ESF Editeur.

capacité à s'approprier les activités rencontrées et à mobiliser différentes ressources pour résoudre des problèmes, la focale est mise sur l'engagement de l'élève vis-à-vis des apprentissages. Nous avons montré avec cette recherche que la construction de l'autonomie peut reposer sur quatre leviers inscrits dans un aménagement spécifique du milieu : la relation de confiance établie avec l'enseignant, la vérification, la répétition, la coopération entre élèves (schéma 1).

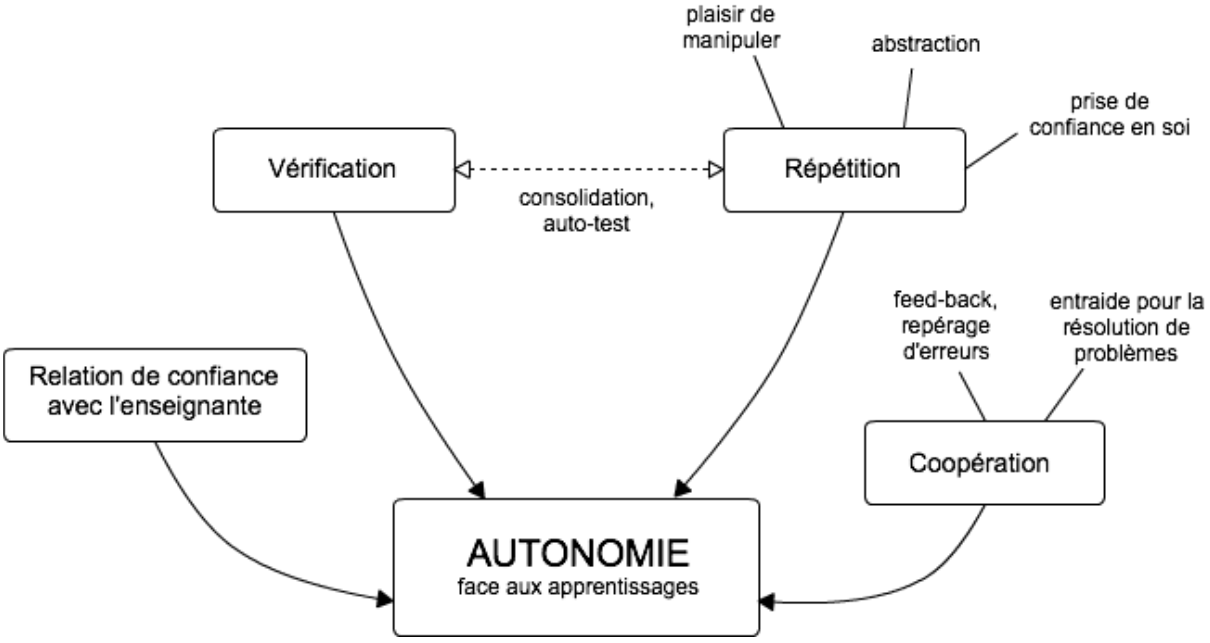


Schéma 1 : Quatre leviers pour l'autonomie

Ce sont là des points importants qui peuvent être privilégiés dans n'importe quelle classe, quel qu'en soit le fonctionnement pédagogique.

3. BILAN

Le groupe d'élèves observés présentait un intérêt plutôt modéré pour les activités de numération. Cependant, nous avons constaté que la construction du nombre se faisait solidement pour chaque élève, en mobilisant différents aspects de la numération : le vocabulaire graphique ou oral des nombres, le concept de cardinalité, l'approfondissement de la connaissance des nombres par leurs décompositions et recompositions.

Le matériel didactique des barres rouges et bleues a montré sa pertinence pour faire comprendre la cardinalité du nombre, mais aussi pour aller plus loin dans la connaissance des nombres, permettant des décompositions et recompositions. D'ailleurs, pour certains élèves, ces décompositions et recompositions étaient effectuées sans l'aide des barres, prouvant que l'utilisation de matériel n'empêche pas d'accéder à l'abstraction. Le matériel des fuseaux, certes moins polyvalent, donne une opportunité aux élèves de constituer des collections et d'associer la quantité préparée à la représentation chiffrée correspondante. Si ce matériel est peu manipulé par chaque élève (que ce soit en nombre d'utilisations ou en durée d'activité), son objectif de constitution de collections apparait approprié dans la progression en numération. Nous pouvons tout à fait considérer l'utilisation d'un autre type de matériel qui remplirait le même objectif, ce qui n'est pas forcément le cas pour les barres rouges et bleues, rendues indispensables dans la progression par leur format et leur polyvalence.

Même si peu de temps est passé avec tel matériel ou sur telle activité, chaque étape aurait son importance pour amener l'élève à passer de simple manipulateur à apprenant investi. Malgré la trame de progression spécifique à la pédagogie Montessori, il est clairement apparu que tous les élèves n'effectuaient pas le même parcours vis-à-vis des apprentissages numériques : par exemple, si K. semblait traverser une période sensible pour la numération, Cé. ou J., également en moyenne section, ont effectué très peu d'activités numériques en notre présence. Ces deux élèves possédaient une bonne base pour la connaissance des nombres de un à dix, mais avaient moins poussé leurs apprentissages numériques que leur camarade K.

Le fonctionnement de classe, basé sur le principe de libre choix et reposant sur un aménagement spécifique du milieu, permet à chacun d'évoluer selon ses intérêts du moment. Cet aménagement du milieu en aires associées à différents domaines et mettant à disposition

du matériel didactique spécifique constitue une partie de l'environnement avec lequel l'élève interagit. La relation à l'enseignante, d'une part, et la relation aux autres élèves, d'autre part, constituent des pôles importants pour l'activité de l'élève.

Dans la relation à l'enseignante, nous avons constaté une certaine force du contrat didactique agissant sur l'activité autonome des élèves. Parmi les préoccupations les plus saillantes, apparaissaient celle de répondre à la consigne et celle d'organiser le matériel. Si le risque que les élèves se focalisent trop sur ces aspects scolastiques au détriment des apprentissages numériques existe, aucune situation de ce type n'a été observée durant cette recherche. En revanche, cette volonté des élèves de faire comme la maitresse peut être interprétée comme un témoignage de la relation de confiance installée entre eux et l'enseignante, cette relation s'instaurant au fil des présentations individuelles qui représentent des moments privilégiés pour chaque élève. Aussi avons-nous amené l'idée que l'engagement des élèves dans les apprentissages serait favorisé par cette relation de confiance, soutenant ainsi la construction de l'autonomie vis-à-vis des apprentissages.

Dans la relation aux autres élèves, bien que la plupart des activités autonomes soient effectuées individuellement, la coopération a toute sa place : les interactions entre élèves sont apparues notamment lorsqu'un élève constatait des erreurs effectuées par un autre élève ou l'aidait à dépasser une difficulté, et lorsqu'il y avait résolution collective d'un problème. Les élèves, entre eux, peuvent constituer un feed-back au même titre que le matériel ou l'enseignante. En permettant à l'élève de trouver par lui-même des ressources pour résoudre les situations rencontrées, cette apparition d'interactions de type coopératif entre élèves nous parait favoriser la construction de l'autonomie des élèves.

Au-delà des ressources matérielles et humaines apportées par le milieu de la classe, deux autres points sont apparus importants pour le développement de l'autonomie : la vérification et la répétition. En incitant à la vérification, l'enseignante donne à ses élèves une habitude de travail qui leur permet de détecter et corriger les erreurs, leur permettant d'être responsabilisés face à leurs apprentissages. Moins pratiquée par les élèves maitrisant le concept associé à l'activité, la vérification fait partie du processus d'apprentissage et est étroitement liée à la répétition. En vérifiant, les élèves s'auto-testent et consolident leur apprentissage, ce qu'ils font également lorsqu'ils répètent leur activité. Nous avons constaté que la répétition d'une activité, sur une même séance, est peu présente. Néanmoins, les cas de répétition dans la même séance ou d'une séance à l'autre observés lors de cette recherche ont

mis en évidence que les élèves peuvent répéter pour le plaisir de manipuler, pour prendre confiance en eux, pour consolider ou pour transférer leur connaissance ou compétence à une autre situation (phase d'abstraction).

Ainsi, la construction de l'autonomie repose-t-elle dans cette classe sur quatre leviers (schéma 1, p. 99) inclus dans le milieu spécifique de la classe :

- deux leviers correspondant aux ressources humaines : la relation privilégiée avec l'enseignante et la coopération entre élèves ;
- deux leviers associés, d'ordre méthodologique : la vérification et la répétition.

Avec l'utilisation d'un matériel didactique spécifique et un fonctionnement de classe permettant à chacun d'organiser ses apprentissages et de répéter autant de fois que nécessaire, ces leviers semblent favoriser les apprentissages numériques dans cette classe de maternelle. Nous considérons en outre que ces quatre leviers pourraient être privilégiés dans n'importe quelle classe, quel qu'en soit le fonctionnement pédagogique, pour soutenir les apprentissages.

CONCLUSION

Cette recherche a apporté des éléments de réponse sur la construction du nombre à l'école maternelle, dans une classe ayant un fonctionnement inspiré par la pédagogie Montessori. Néanmoins, étant limitée dans le temps, elle n'a pas pu suivre les élèves sur le long terme dans leur compréhension du nombre. Pour compléter les données obtenues, il serait nécessaire de suivre sur plusieurs mois, voire plusieurs années, l'évolution des apprentissages numériques d'élèves de maternelle afin, d'une part, de vérifier la pertinence de tout le matériel didactique et, d'autre part, de valider les leviers décelés ici pour la construction de l'autonomie.

Nous avions envisagé d'observer des élèves en interaction avec du matériel lié à l'étape 2 de la progression, en particulier le matériel des perles dorées pour l'introduction du système décimal. Les élèves de la classe n'ayant pas encore utilisé ce matériel (qui était présent dans la classe), et l'enseignante ayant choisi de ne pas encore le présenter puisque les compétences qu'il permet de travailler dépassent les attendus de fin de cycle I, cette observation n'a pas été possible. Il serait pourtant intéressant d'étudier, dans le prolongement de la construction du nombre pour les quantités de un à dix, la construction du système décimal, toujours dans un contexte de libre choix d'activité. Cela permettrait de préciser comment les élèves passent de la manipulation du matériel des perles, à la compréhension de la numération positionnelle et du principe décimal, en particulier pour des élèves de classe maternelle qui devraient aborder ces notions à partir du cycle II.

Selon leur progression, certains élèves seront potentiellement amenés, en grande section l'année prochaine, à utiliser les matériels correspondant à des compétences et connaissances de cycle II. Si cela se produit, on peut s'interroger sur leur parcours à l'entrée au cycle II et sur les décisions que prendra leur future enseignante pour la poursuite de leurs apprentissages numériques. De plus, même si aucun élève ne dépasse les attendus de fin de cycle I, la question de leur adaptation à l'entrée au cycle II demeure. Comment vont-ils s'adapter à un fonctionnement pédagogique plus traditionnel ? Comment se serviront-ils de l'autonomie acquise en maternelle ? Qu'en sera-t-il du principe de libre choix d'activité ? Les acquisitions numériques seront-elles facilement réinvesties ? Du côté de l'enseignante, on

peut se demander si l'intégration de ces élèves dans sa classe l'amènera, en concertation avec l'enseignante de maternelle, à modifier ses pratiques pédagogiques, et si c'est le cas, dans quelle mesure elle le fera. Le choix d'agir dans la continuité de sa collègue de maternelle pourrait constituer une énorme transition pour l'enseignante. En effet, passer à un mode de fonctionnement basé sur le libre choix dans un milieu spécifiquement aménagé peut être potentiellement anxiogène et peut nécessiter une grande mobilisation de la part de l'enseignant.

Au-delà de l'aménagement du milieu et de la mise en place de ce fonctionnement pédagogique, l'enseignant doit bien connaitre son matériel et les concepts associés et faire preuve d'un grand sens de l'observation pour connaitre ses élèves et décider à quel moment leur faire une présentation. On peut alors se demander quels gestes professionnels spécifiques sont associés à cette pédagogie, et comment les enseignants qui décident d'opter pour ce fonctionnement utilisent leurs compétences professionnelles existantes pour vivre cette transition. Ce questionnement peut être opéré au regard du levier de la relation de confiance entre enseignant et élèves que nous avons identifiée pour la construction de l'autonomie.

Nous avions évoqué la possibilité qu'un enfant utilise un matériel d'une autre manière que celle prévue par l'adulte, pour jouer ou pour réinvestir différemment une compétence développée par ailleurs. Ce type d'activités "décalées" a été très peu observé avec les matériels de numération ciblés par cette recherche. Il est possible que ce type de matériel laisse peu de possibilités aux enfants d'exercer du détournement, contrairement au matériel de vie sensorielle qui est plus propice à des expérimentations non prévues par l'enseignant. Cela laisse penser que le matériel, en particulier celui associé aux mathématiques, limite l'émergence de façons singulières de penser et ne favorise pas la créativité. Dans une étude menée en 2007, Besançon et Lubart ont évalué les effets de différentes méthodes pédagogiques sur quatre types de créativité (verbale, artistique, pensée convergente et pensée divergente) et ont conclu que les élèves scolarisés en école Montessori seraient plus créatifs que les autres élèves de leur panel, mais que ces résultats devaient être interprétés avec précaution (Besançon & Lubart, 2007)[111], ouvrant ainsi une piste de recherche. Cette question de créativité pourrait notamment être rapprochée de celle de la construction de l'autonomie : en effet, la créativité correspond à l'habileté à produire une réponse nouvelle et originale qui

[111] Besançon, M., & Lubart, T. (2007). Differences in the development of creative competencies in children schooled in diverse learning environments. *Learning and Individual Differences*, *18*(4), 381-389. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2007.11.009

répond à des contraintes précises, ce qui nécessite un certain degré d'engagement et donc d'autonomie.

La construction de l'autonomie, avec ses quatre leviers, peut prendre place dans un contexte pédagogique nourri par différentes recherches. En effet, le levier de la coopération a été largement étudié par Connac (2009)[112], qui fournit des pistes concrètes aux enseignants pour favoriser les apprentissages par les pratiques coopératives, notamment au niveau de l'élémentaire et du collège. De même, avec le développement des découvertes en neurosciences et la diffusion de techniques de communication et d'éducation bienveillantes, le levier de la relation de confiance entre enseignant et élèves peut être nourri. Cela pose nécessairement la question de la formation des enseignants. Il reste cependant à savoir comment les enseignants peuvent s'emparer de ces connaissances pour les faire vivre dans le contexte complexe de la classe, qui les soumet à de multiples préoccupations pouvant altérer la qualité de la relation avec chaque élève.

Le levier de la répétition fait partie des principes associés à la pédagogie Montessori et comprend plusieurs déclinaisons (schéma 1, p. 99) dont la consolidation, l'un des piliers de l'apprentissage selon les neurosciences. Pour faire vivre ce levier, il est nécessaire d'opérer des aménagements spécifiques, notamment d'ordre matériel et temporel, afin de permettre à chaque élève de répéter selon ses besoins, qui ne sont ceux de ses camarades. Pour cela, les enseignants peuvent trouver de nombreuses ressources dans les apports de Montessori ou au travers des pédagogies coopératives notamment.

Enfin, le levier de la vérification reste à explorer, que ce soit à la maternelle ou à l'élémentaire, où se construisent des habitudes de travail. La vérification permet-elle aux élèves d'améliorer leurs apprentissages ? Les enseignants incitent-ils leurs élèves à vérifier leur travail ? L'incitation à la vérification pourrait-elle constituer un geste professionnel à mettre en avant dans la formation des enseignants ?

La question de la construction de l'autonomie, avec ses quatre leviers s'intégrant dans un milieu didactique spécifique autorisant chacun à organiser ses apprentissages et à répéter autant de fois que nécessaire, pourrait donc être creusée davantage, afin d'en valider les conditions d'émergence et de définir les implications pour la formation de enseignants.

[112] Connac, S. (2009), *op.cit.*

BIBLIOGRAPHIE - SITOGRAPHIE

Alvarez, C. (2013, avril 7). Les résultats. Consulté à l'adresse https://lamaternelledesenfants.wordpress.com/les-resultats/

Alvarez, C. (2016). Enseignants et écoles favorisant l'apprentissage par l'autonomie. Consulté 1 juin 2016, à l'adresse http://www.celinealvarez.org/carte

Astier, P., Leblanc, S., Gal-Petitfaux, N., Sève, C., Saury, J., & Zeitler, A. (2003). Les approches situées de l'action : quelques outils. *Recherche et formation*, (42), 119‑125.

Bara, F., Fredembach, B., & Gentaz, É. (2010). Rôle des procédures exploratoires manuelles dans la perception haptique et visuelle de formes chez des enfants scolarisés en cycle 2. *Année psychologique*, *110*(2), 197.

Bara, F., Gentaz, É., & Colé, P. (2004). Les effets des entraînements phonologiques et multisensoriels destinés à favoriser l'apprentissage de la lecture chez les jeunes enfants. *Enfance*, *56*(4), 387‑403.

Barth, B.-M. (2001). *L'apprentissage de l'abstraction*. Retz. Consulté à l'adresse http://livre.fnac.com/a1211828/Britt-Mari-Barth-L-apprentissage-de-l-abstraction

Besançon, M., & Lubart, T. (2007). Differences in the development of creative competencies in children schooled in diverse learning environments. Learning and Individual Differences, 18(4), 381‑389. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2007.11.009

Brissiaud, R. (2014, septembre 25). Pourquoi l'école a-t-elle enseigné le comptage-numérotage pendant près de 30 années ? | Une ressource à restaurer : un usage commun des mots grandeur, quantité, nombre, numéro, cardinal, ordinal, etc. Consulté 24 mai 2016, à l'adresse http://www.cfem.asso.fr/liaison-cfem/texte-brissiaud

Brissiaud, R. (2015a). Le nombre dans le nouveau programme maternelle : Deuxième partie. Consulté 20 mai 2016, à l'adresse http://www.cafepedagogique.net/lexpresso/Pages/2015/10/RBrissiaud09102015Article2.aspx

Brissiaud, R. (2015b). Le nombre dans le nouveau programme maternelle : Quatre concepts clés pour la pratique et la formation. Consulté 2 mai 2016, à l'adresse http://www.cafepedagogique.net/lexpresso/Pages/2015/10/07102015Article635798003968263974.aspx

Brousseau, G. (1980). Les échecs électifs en mathématiques dans l'enseignement élémentaire. Revue de laryngologie otologie rhinologie, 3, 107–131

Brousseau, G. (1988). Le contrat didactique : le milieu. Recherche en didactique des mathématiques, 9(3), 309‑336.

Brousseau, G. (1998). La théorie des situations didactiques. Consulté 26 octobre 2015, à l'adresse http://www.cfem.asso.fr/actualites/Brousseau.pdf

Bucheton. (2009a). *Les postures enseignantes*. Consulté à l'adresse

http://neo.ens-lyon.fr/neo/formation/analyse/les-postures-enseignantes

Bucheton, D. (2009b). *Les postures élèves*. Consulté à l'adresse http://neo.ens-lyon.fr/neo/formation/analyse/les-postures-eleves

Charnay, R. (2004). La construction du nombre au cycle II - Conférence. Consulté 13 janvier 2017, à l'adresse http://www.ia94.ac-creteil.fr/maths/reflexion/nombre/charnay.pdf

Clot, Y. (1999). Le geste est-il transmissible ? Présenté à Apprendre autrement aujourd'hui ? 10e Entretiens de la Villette, Cité des sciences et de l'industrie.

Conférence nationale sur l'enseignement des mathématiques à l'école primaire et au collège — Educmath. (2012). Consulté 8 juin 2017, à l'adresse http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath/dossier-manifestations/conference-nationale

Connac, S. (2009). Apprendre avec les pédagogies coopératives : Démarches et outils pour l'école. Issy-les-Moulineaux (Hauts-de-Seine): ESF Editeur.

Dehaene, S. (2012). Les grands principes de l'apprentissage. Consulté 2 avril 2016, à l'adresse https://www.youtube.com/watch?v=4NYAuRjvMNQ&ebc=ANyPxKodGOrWn4aDxtjEwF4MT5b3KCrPEZoNTYB74oNLxP5j3X1djHR7cw_G1tP3g1gg-z8L8RZ46TD5h8eyGL0ihz3jWeC4Iw

Dehaene, S. (2014). Apprentissage de la lecture : l'apport des sciences cognitives. Consulté 18 mars 2016, à l'adresse http://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/symposium-2014-11-13-09h40.htm

Dehaene, S. (2015). L'attention et le contrôle exécutif. Consulté 18 mars 2016, à l'adresse http://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/course-2015-01-13-09h30.htm

Durand, M., & Veyrunes, P. (2005). L'analyse de l'activité des enseignants dans le cadre d'un programme d'ergonomie formation. *Les pratiques enseignantes : analyse des données empiriques». Les dossiers des Sciences de l'Éducation*, (14). Consulté à l'adresse https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/862087/filename/DSE_Durand_Veyrunes.pdf

Ervin, B., Wash, P. D., & Mecca, M. E. (2010). A 3-Year Study of Self-Regulation in Montessori and Non-Montessori Classrooms. *Montessori Life: A Publication of the American Montessori Society*, *22*(2), 22‑31.

Favre, D., & Favre, C. (1993). Un modèle complexe des motivations humaines: application à l'éclairage de la crise d'adolescence. *Revue de Psychologie de la Motivation*, *16*, 27–42.

Gentaz, E., Bara, F., Palluel-Germain, R., Pinet, L., & Hillairet de Boisferon, A. (2009). Apports de la modalité haptique manuelle dans les apprentissages scolaires (lecture, écriture et géométrie). *Cahiers Romans de Sciences Cognitives, In Cognito*, 1–38.

Hatwell, Y., Streri, A., & Gentaz, E. (2000). *Toucher pour connaître. Psychologie cognitive de la perception tactile manuelle*. Paris: Presses Universitaires de France - PUF.

Hertz-Pannier, L. (1999). Plasticité au cours de la maturation cérébrale : bases

physiologiques et étude par IRM fonctionnelle. Consulté à l'adresse http://www.em-consulte.com/en/article/119588#JNR-01-1999-26-1S-0242-6498-101019-ART13-BIB6

Houdé, O. (2001). Le temps du développement. *Enfances & Psy*, *no13*(1), 21‑25.

IGEN - IGAENR. (2011). L'école maternelle (No. 2011‑108). IGEN - IGAENR. Consulté à l'adresse http://media.education.gouv.fr/file/2011/54/5/2011-108-IGEN-IGAENR_215545.pdf

Jutras, D. (2005). Album Montessori de mathématiques - Institut canadien de formation des maitres Montessori. Consulté 24 mai 2016, à l'adresse http://webetab.ac-bordeaux.fr/Primaire/64/bayonne/Maternelle/progression%20maths%20montessori.pdf

Kayili, G., & Ari, R. (2011). Examination of the Effects of the Montessori Method on Preschool Children's Readiness to Primary Education. *Educational Sciences: Theory and Practice*, *11*(4), 2104‑2109.

Leblanc, S. (2010). Analyse des multiples préoccupations d'un enseignant de physique et de leurs évolutions lors de la mise en œuvre d'une démarche d'investigation : possibilités d'articulation d'une approche activité et didactique. Consulté 2 avril 2016, à l'adresse https://plone.unige.ch/aref2010/symposiums-courts/coordinateurs-en-v/analyse-croisee-d2019un-meme-corpus-video-et-des-documents-associes-appartenant-a-une-base-de-videos-de-situations-d2019enseignement-apprentissage-visa-conditions-de-possibilite-limites-objets-frontiere/Analyse%20des%20multiples%20preoccupations.pdf

Leconte, C. (2015). Prendre le temps d'apprendre, Nos questions - Chantier d'écriture réflexive. Consulté 20 mars 2016, à l'adresse http://www.cahiers-pedagogiques.com/IMG/pdf/_p_rendre_le_temps_d_apprendre_-_paroles_d_experts.pdf

Lillard, A., & Else-Quest, N. (2006). The early years : Evaluating Montessori Education. Consulté 11 mars 2016, à l'adresse https://coedi.edu.mx/documents/revistascience2006ni%C3%B1osmontessoriestudio.pdf

Mercier, A. (2001). « Le temps didactique ». In Collectif Petit vocabulaire à l'usage des enseignants débutants. Aix-en-Provence : IUFM - université de Provence. Consulté à l'adresse https://hchicoine.files.wordpress.com/2008/05/mercier-2001-temps-didactique.pdf

Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. (2015). Programme de l'école maternelle - BO spécial n°2 du 26 mars 2015. Consulté 8 janvier 2017, à l'adresse http://cache.media.education.gouv.fr/file/MEN_SPE_2/37/8/ensel4759_arrete-annexe_prog_ecole_maternelle_403378.pdf

Missant, B. (2014). *Des ateliers Montessori à l'école : Une expérience en maternelle* (7e édition). Issy-les-Moulineaux: ESF Editeur.

Montessori, M. (1909). *Pédagogie scientifique : Tome 1, La maison des enfants* (2004e éd.).

Paris: Desclée de Brouwer.

Montessori, M. (1916). *Pédagogie scientifique : Tome 2, Education élémentaire*. Paris: Desclée de Brouwer, 2007.

Montessori, M. (1936). *L'enfant*. Paris: Desclée de Brouwer.

Montessori, M. (1949). Discipline et Liberté, texte de conférence - Paris. Consulté 2 avril 2016, à l'adresse http://www.lejardindekiran.com/wp-content/themes/lejardindekiran/documents/20130330_DisciplineEtLiberte/DisciplineEtLibert%C3%A9.pdf

Montessori, M. (1959). *L'esprit absorbant de l'enfant* (16 septembre 2003). Bruges: Desclée de Brouwer.

Murray, A. K. (2010). Overview of Research on Montessori Education: An Evidence-Based Curriculum. Consulté 2 avril 2016, à l'adresse http://amshq.org/Publications-and-Research/Research-Library/Position-and-White-Papers

NAMTA. (s. d.). How many Montessori schools are there? Consulté 6 janvier 2017, à l'adresse http://www.montessori-namta.org/FAQ/Montessori-Education/How-many-Montessori-schools-are-there

OCDE / CERI. (2007). Comprendre le cerveau : naissance d'une science de l'apprentissage - Nouveaux éclairages sur l'apprentissage apportés par les sciences cognitives et la recherche sur le cerveau. Conférence internationale OCDE/CERI « Apprendre au XXIe siècle : recherche, innovation et politiques ».

Pernoux, D. (2011). La construction du concept de nombre à l'école maternelle. Consulté à l'adresse http://pernoux.perso.orange.fr

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin. Consulté à l'adresse https://hal-univ-paris8.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/1017462/filename/Hommes_et_technologie_Rabardel1995.pdf

Rézeau, J. (2002). Médiation, médiatisation et instruments d'enseignement : du triangle au « carré pédagogique ». *ASp. la revue du GERAS*, (35‑36), 183‑200. https://doi.org/10.4000/asp.1656

Rizzolatti, G. (2006). Les systèmes de neurones miroirs. *Paper delivered at the Paris Academy of Sciences, December*, *12*. Consulté à l'adresse http://www.sciencesetreligions.com/upload/1422280266Rizzolatti%20Syst%C3%A8mes%20de%20Neurones%20Miroirs.pdf

Suchaut, B. (2008). Le rôle de l'école maternelle dans les apprentissages et la scolarité des élèves. Présenté à Conférence pour l'A.G.E.E.M. Consulté à l'adresse https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00240399/document

Theureau, J. (2002). Cours d'expérience, cours d'action, cours d'interaction: essai de précision des objets théoriques d'étude de l'activité individuelle-sociale. *4e Journées d'étude ACT'ING « Objets théoriques, objets de conception, objets d'analyses et*

situations d'étude privilégiées », Nouan Le Fuzelier,6-7 juin. Consulté à l'adresse http://www.coursdaction.fr/02-Communications/2002-JT-C88.pdf

Titli, C. (2009). Particularités de la maïeutique socratique : la métaphore de Socrate accoucheur dans le Théétète de Platon. *Bulletin de l'Association Guillaume Budé*, *1*(1), 81‑97. https://doi.org/10.3406/bude.2009.2320

Varela, F. (1989). *Autonomie et connaissance : Essai sur le vivant* (Seuil).

Vergnaud, G. (2007). Représentation et activité : deux concepts étroitement associés. *Apprentissage et développement : apprendre, se former et agir*, (4). Consulté à l'adresse http://www.recherches-en-education.net/IMG/pdf/REE-no4.pdf

Zaromb, F. M., & Roediger, H. L. (2010). The testing effect in free recall is associated with enhanced organizational processes. *Memory & Cognition*, *38*(8), 995‑1008. https://doi.org/10.3758/MC.38.8.995

ANNEXES

Annexe 1 : L'organisation des domaines d'apprentissage chez les 3-6 ans en pédagogie Montessori

Annexe 2 : Progression en mathématiques 3-6 ans

Annexe 3 : Quelques matériels liés aux mathématiques utilisés en pédagogie Montessori

Annexe 4 : Les chiffres rugueux, les jetons, le tableau des 100 et la chaine de 100

Annexe 5 : Un faisceau de questions

Annexe 6 : Contrat de collaboration

Annexe 7 : Lettre de demande d'autorisation pour la captation vidéo

Annexe 8 : Demande d'autorisation parentale

Annexe 9 : Grille de questionnement pour les élèves en autoconfrontation

Annexe 10 : Grille type de renseignements à récolter auprès de l'enseignant pour chaque élève passé en autoconfrontation

Annexe 11 : Aménagement des espaces de la classe

Annexe 12 : Transcription et verbatim d'entretien (J. avec les fuseaux)

Annexe 13 : Transcription d'activité et verbatim d'entretiens (K. dans l'activité à deux élèves avec les barres rouges et bleues)

Annexe 1 : L'organisation des domaines d'apprentissage chez les 3-6 ans en pédagogie Montessori

Les apprentissages des élèves de maternelle sont répartis en 5 domaines : vie pratique, vie sensorielle, langage, mathématiques, culture. Toutes les activités sont conçues pour développer les capacités sensorielles des élèves, en particulier les compétences haptiques.

Vie pratique

Les activités de vie pratique sont les premières à être présentées lorsqu'un élève arrive dans une classe Montessori et sont celles qui sont les plus pratiquées par les enfants de petite section.

Elles permettent à l'élève de prendre soin de lui-même ou de son environnement : ouvrir, fermer, verser, transvaser, visser, boutonner, lacer, balayer, se déplacer sans bruit, sont des exemples d'exercices visant à exercer sa motricité tout en étant en lien avec la vie quotidienne. A ce titre, les objets utilisés sont des objets du quotidien, parfois cassables. Ce dernier point est important pour que les élèves comprennent les dangers du verre et le manipulent avec précaution, exerçant d'autant plus le contrôle gestuel, l'attention et la concentration.

Vie sensorielle

C'est au travers d'activités sollicitant ses sens que l'élève est amené à élaborer de plus en plus finement sa compréhension du monde, et à appréhender les concepts liés à l'espace, la géométrie ou la connaissance des couleurs entre autres. Chaque élément de matériel permet d'isoler une qualité et d'exercer un sens, selon une progression régulière et de plus en plus complexe. Les contrastes entre les qualités sont d'abord très nets pour ensuite s'affiner, amenant l'élève à comparer, classifier, ordonner, graduer. Par exemple, le travail sur les couleurs commence par une mise en paire de couleurs identiques, pour évoluer jusqu'au classement de chaque couleur graduée selon sept nuances.

Ce domaine inclut les activités préparatoires à la géométrie : la manipulation du cabinet de géométrie, par exemple, permet à l'élève de d'appréhender sensoriellement une diversité de formes. Ce travail haptique est complété par l'acquisition de vocabulaire spécifique (nom des formes ou des solides).

Au travers de ces activités, l'exercice de la main et du geste constitue une préparation

indirecte à l'écriture. Lorsqu'un élève a exercé ses compétences d'analyse au travers des activités sensorielles, il peut aborder les activités dites "d'éducation intellectuelle" (langage et mathématiques).

Langage

Ce domaine comprend toutes les activités en lien avec le langage oral ou écrit. Si le langage oral est enrichi au travers de tous les domaines d'apprentissages, l'acquisition de vocabulaire, le perfectionnement de la diction ou de la syntaxe sont ici spécifiquement travaillés. Le langage écrit fait l'objet d'une double préparation :

- la préparation au geste d'écriture, avec l'entrainement au maniement de l'outil scripteur notamment grâce aux formes à dessin (formes géométriques dans des encadrements) et l'entrainement à l'exécution des signes alphabétiques en utilisant les lettres rugueuses,
- la préparation graphophonologique avec les exercices de discrimination des sons et la découverte de la relation entre lettres et sons.

En pédagogie Montessori, l'écriture précède la lecture : ainsi, les élèves seront amenés à composer leurs premiers mots phonétiques en utilisant les connaissances acquises sur la relation entre lettres et sons. L'alphabet mobile est le support matériel privilégié pour cette composition, associé à des images ou objets dont le nom est à écrire. Les activités de lecture viennent ensuite, avec une progression allant des petits mots phonétiques jusqu'à la lecture de phrases.

Mathématiques

L'élève est préparé par les activités de vie pratique et de vie sensorielle à respecter un ordre et une logique, et à s'organiser. L'entrée dans le domaine mathématique repose sur ces bases. Il y a trois étapes pour l'acquisition des principes de la numération. Pour chaque étape, les activités exposent d'abord l'élève aux quantités, puis aux symboles, avant de faire le lien entre quantités et symboles :

- Étape 1 : quantités de 1 à 10 et symboles 0 à 9
- Étape 2 : introduction du système décimal avec travail sur les quantités et symboles 1, 10, 100, 1000 et manipulations sur les quatre opérations
- Étape 3 : quantités et symboles de 11 à 99, avec un temps spécifique sur les quantités

et symboles de 11 à 19

Culture

Ce domaine regroupe les activités de repérage dans le temps, dans l'espace et l'exploration du vivant : elles sont présentées sous les titres "histoire", "géographie", "botanique", "zoologie". Les activités en histoire visent la construction de repères temporels et la sensibilisation aux durées (temps court ou long). En géographie, le lointain est appréhendé avant le proche et les activités font ressortir la variété dans le monde (cultures, paysages, climats). L'exploration de la matière (les trois éléments, les minéraux) est incluse dans la géographie. La botanique et la zoologie concentrent des activités autour de l'observation des végétaux, des animaux et de leur cycle de vie. Le corps humain et les étapes de croissance sont également abordés.

Le travail dans ces cinq grands domaines est presque toujours complété par d'autres activités : arts visuels, éducation musicale, poésie, jeux, deuxième langue, peuvent être intégrés au programme selon les intérêts et compétences de l'enseignant.

Annexe 2 : Progression en mathématiques 3-6 ans

(d'après Daniel Jutras, formateur Montessori)

ÉTAPE I : Quantités de 1 à 10 et Symboles de 1 à 9 et 0

1. Quantités : Les barres numériques
   - Intuition des opérations mathématiques : décomposition-recomposition de nombres

2. Symboles : Les chiffres rugueux

3. Combinaison : Quantités et Symboles
   - Barres numériques + symboles : Combinaison Symboles éparpillés aux Quantités fixes
   - Les fuseaux : Combinaison Quantités éparpillés aux Symboles fixes
   - Symboles + jetons : Combinaison Quantités et Symboles éparpillés
   - Symboles + jetons : Combinaison Nombres pairs et impairs
   - Jeu de mémoire
   - Les perles colorées

4. Le jeu du serpent : Groupements par dizaines

ÉTAPE 2 : Introduction au système décimal

1. Quantités
   - Perles dorées: 1, 10, 100 et 1000
   - Compter d'un bout à l'autre du système - vue à vol d'oiseau des quantités
   - "Jouer à la banque"
   - "Faire de l'ordre"

2. Opérations avec les perles dorées
   - Addition statique[113]
   - Multiplication statique
   - Division statique
   - "Refaire de l'ordre"
   - Addition dynamique[114]
   - Multiplication dynamique
   - Division dynamique

3. Symboles
   - Symboles : 1, 10, 100 et 1000
   - Compter d'un bout à l'autre du système - vue à vol d'oiseau des symboles

4. Combinaison : Quantités et Symboles
   - Combinaison des quantités associées aux symboles 1, 10, 100 et 1000
   - Vue à vol d'oiseau des quantités associées aux symboles
   - "Jouer à la banque" : quantités puis symboles
   - Formation d'un grand nombre

[113] "Statique" = sans retenue
[114] "Dynamique" = avec retenue

- “Jouer à la banque”: symboles puis quantités
- Addition, multiplication, soustraction, division statiques et dynamiques

5. Le jeu des timbres (quatre opérations statiques et dynamiques)

6. Le jeu des petites marques (addition, multiplication, soustraction statiques et addition, multiplication dynamiques)

7. Le petit abaque (addition, multiplication, soustraction statiques et addition, multiplication dynamiques)

ÉTAPE 3 : Quantités et Symboles de 11 à 99

1. Tables de séguin : 11-19
   - Quantités de 11 à 19
   - Symboles de 11 à 19
   - Combinaison des quantités aux symboles de 11 à 19

2. Tables de séguin : 10 - 90
   - Quantités de 10 à 90
   - Symboles de 10 à 90
   - Combinaison des quantités aux symboles de 10 à 90

3. Tables de séguin: 11 - 99
   - Quantités de 11 à 99
   - Symboles de 11 à 99
   - Combinaison des quantités aux symboles de 11 à 99
   - Commutativité
   - Associativité
   - Dissociativité

4. La chaîne de 100

5. Le jeu du 100

6. Les perles colorées
   - Addition avec les perles colorées et transcription de la réponse
   - Multiplication avec les perles colorées et transcription de la réponse
   - Soustraction avec les perles colorées et transcription de la réponse

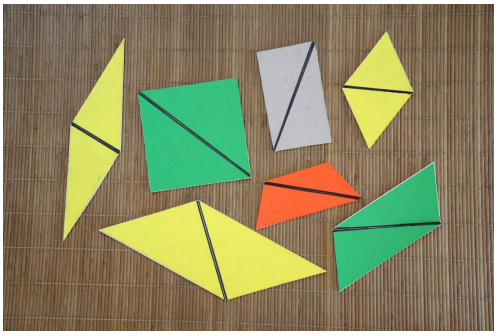
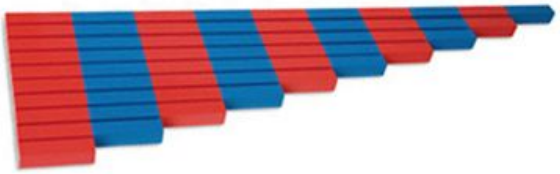
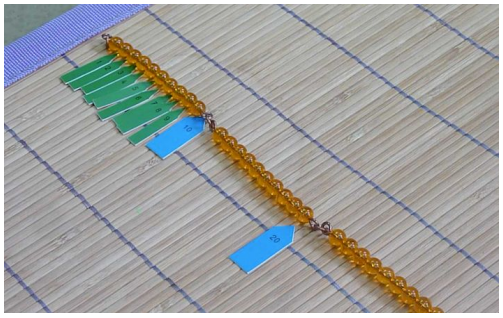
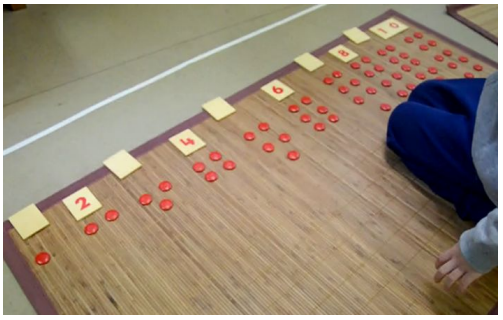
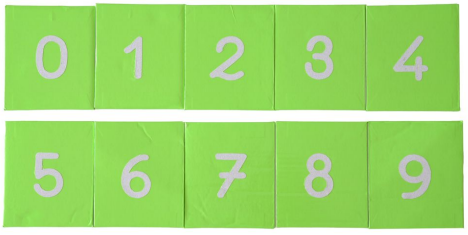
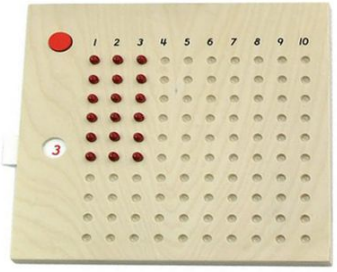
7. Le tableau d’addition avec les languettes

8. Les languettes de soustraction

9. Le tableau de multiplication

10. Le tableau de division

Annexe 3 : Quelques matériels liés aux mathématiques utilisés en pédagogie Montessori

 Première série de triangles constructeurs	 La tour rose
 Les barres rouges et bleues	 Les fuseaux
 La chaine de 100	 Les jetons
 Les chiffres rugueux	 Le tableau de multiplication

Annexe 4 : Les chiffres rugueux, les jetons, le tableau des 100 et la chaine de 100

Les chiffres rugueux

Conformément à l'approche sensorielle préconisée en pédagogie Montessori, c'est par le toucher des chiffres rugueux que les enfants apprennent à tracer les chiffres et à connaitre la représentation chiffrée des nombres (étape 1 de la progression). Ce matériel est d'abord utilisé sans association aux quantités, pour exercer la reconnaissance des symboles. Quand l'élève sait reconnaitre chaque symbole, le travail peut se faire en associant quantité et symbole.

Les jetons

Ce matériel est constitué des étiquettes des nombres de 1 à 10, et d'un lot de 55 jetons. Il s'agit pour l'élève de placer les étiquettes dans l'ordre, et de mettre sous chaque étiquette la quantité de jetons correspondant, en les posant deux à deux. Les nombres impairs sont mis en évidence puisqu'ils sont constitués de plusieurs paires de jetons et d'un jeton restant. L'objectif de cette activité est l'introduction de la notion de nombre pair ou impair, mais elle permet également de travailler sous une nouvelle forme la constitution de quantités de 1 à 10 et leur association avec les symboles chiffrés.

Le tableau des 100 (ou jeu du 100)

Ce tableau est constitué par dix fois dix rangées, sur lesquelles doivent être placés dans l'ordre les nombres de 1 à 100 : la première ligne contient les nombres de 1 à 10, la deuxième les nombres de 11 à 20, et ainsi de suite. Ce matériel intervient dans l'étape 3 de la progression Montessori. L'objectif est le repérage et le rangement des nombres selon le principe ordinal, en complément du travail effectué avec la file numérique.

La chaine de 100

La chaine de 100 est constituée par dix barrettes de dix perles chacune, accrochées entre elles. Le matériel comprend également neuf flèches vertes numérotées de 1 à 9, neuf flèches bleues numérotées de 10 à 90, un peu plus larges, et une flèche rouge numérotée 100, encore plus large. Cette activité fait partie de l'étape 3 de la progression Montessori. L'objectif de cette activité est de consolider l'assimilation de la numération de 1 à 100, puis d'habituer l'élève à compter de 10 en 10.

Annexe 5 : Un faisceau de questions

Effets sur les apprentissages

- Qu'est-ce qui permet à la pédagogie Montessori de favoriser le développement des compétences sociales et du contrôle exécutif ? Qu'est-ce que qui la rend efficace quant à l'acquisition des compétences liées à la lecture et aux mathématiques ?

Matériel et milieu didactique

- Quels critères doivent réunir un matériel pédagogique et un milieu didactique pour correspondre aux principes de la pédagogie Montessori ?
- Y a-t-il des situations complexes ?

Activité de l'élève

- Comment se construit l'autonomie de l'élève à travers le choix offert de son activité ?
- Qu'est-ce qui va faire passer l'élève de simple manipulateur à apprenant investi ?
- Qu'est-ce qui fait que l'élève va, par rapport aux apprentissages, en faire son affaire personnelle ? Y a-t-il des élèves qui n'en font jamais leur affaire personnelle ?
- Comment se fait l'institutionnalisation ? Comment l'élève sait-il qu'il a la compétence ou la connaissance visée ?
- L'élève peut-il réellement avancer dans les apprentissages selon son "*guide intérieur*" ? N'est-ce pas plutôt l'enseignant qui déclenche les apprentissages par la mise en place de situations qui agissent comme des stimuli ou déclencheurs ?
- Quelles sont les interactions entre élèves ?

Posture de l'enseignant

- Quelle est l'activité de l'enseignant en comparaison à une classe traditionnelle ?
- Comment l'enseignant décide-t-il qu'un élève est prêt pour une nouvelle présentation ?
- L'enseignant respecte-t-il vraiment le rythme d'apprentissage de chaque élève ?

Contenus d'apprentissages

- La pédagogie Montessori permet-elle de répondre à la commande institutionnelle ?
- Quels savoirs sont construits en mathématiques, en comparaison avec les instructions officielles ?
- Quelle est la place accordée aux apprentissages artistiques et à la culture littéraire ?

Annexe 6 : Contrat de collaboration

Entre *Yoanna Rigotto*, étudiante en Master 2 MEEF OPMSPI et initiatrice de la recherche en question ("la chercheuse")
Et *A. P.*, professeure des écoles dans la classe dans laquelle les données de recherche seront recueillies ("l'enseignante").

Objectif partagé

L'objectif général et partagé entre la chercheuse et l'enseignante est de contribuer à la description et à la compréhension de l'activité des élèves agissant avec un matériel spécifique dans un contexte de libre choix.

Règles de déontologie

Les données recueillies seront utilisées à des fins de recherche et ne pourront être monétisées entre enseignante et chercheuse.
Toutes les données recueillies sont garanties confidentielles ou sous anonymat. Les personnes citées dans le mémoire seront anonymées. Les vidéos obtenues lors de la captation ne pourront être vues que par l'enseignante, la chercheuse et la directrice de mémoire.
La captation vidéo et la réalisation d'entretiens avec les élèves sera soumise à l'obtention de l'autorisation écrite des parents, de l'IEN et de la hiérarchie de l'Education nationale.
Les données brutes constituées par les vidéos et les verbatim (transcription écrite des entretiens) restent la propriété de l'enseignante, qui se réserve le droit d'en supprimer une partie.
La caméra sera placée de manière à perturber le moins possible le déroulement de la classe.

Durée de la collaboration

La collaboration s'étendra de l'acceptation de ce contrat jusqu'à la dernière série d'entretiens, effectuée durant l'année scolaire 2016-2017. Il y a aura trois séries de captations vidéos d'une heure suivies d'entretiens avec certains élèves et avec l'enseignante pour chaque atelier observé (deux ateliers concernés). La chercheuse prévoit deux dates supplémentaires pour la captation vidéo et les entretiens, afin de pallier tout empêchement au bon déroulement du recueil de données.
Le calendrier d'intervention sera mis place en collaboration entre l'enseignante et la chercheuse.

Contraintes de la recherche

La recherche implique des contraintes matérielles, temporelles et humaines :

- présence de la caméra et de la chercheuse durant le temps de classe,
- mise à disposition de la chercheuse d'un coin dédié mais non isolé (coin de la classe, pièce attenante non fermée) pour effectuer les entretiens avec les élèves,
- prévision d'un temps spécifique entre l'enseignante et la chercheuse hors des horaires de classe pour effectuer les entretiens.

Annexe 7 : Lettre de demande d'autorisation pour la captation vidéo

Mme Yoanna RIGOTTO [redacted] le 27 décembre 2016
[redacted]

Professeur des écoles à [redacted]
Etudiante en Master 2 OPMSPI
Université Toulouse Jean Jaurès de Toulouse

A Madame la rectrice
de l'Académie de Toulouse
Sous couvert de la DASEN du Tarn
Sous couvert de l'IEN de la
circonscription de [redacted]

Objet : demande d'autorisation de captation vidéo dans la classe de Madame [redacted] à l'école primaire [redacted]

Madame la rectrice,

J'ai l'honneur de solliciter de votre bienveillance l'autorisation d'effectuer une captation vidéo dans la classe de maternelle de Mme [redacted], à l'école primaire [redacted] le vendredi 27 janvier, les jeudis et vendredis 2, 3, 23 et 24 février, et le jeudi 2 mars 2017.

Je suis inscrite cette année en master 2 MEEF Pratiques et ingénierie de la formation, parcours OPMSPI à l'université Toulouse Jean Jaurès. Ma directrice de mémoire est Madame Gomez-Gauthié, à l'ESPE de Toulouse. Mon mémoire de recherche porte sur l'activité de l'élève de maternelle dans un contexte de libre choix et devrait permettre de comprendre comment l'enfant accède aux savoirs mathématiques en interagissant avec un matériel pédagogique spécifique préalablement présenté.

Pour cela, je souhaite filmer des élèves en activité avec deux matériels mathématiques particuliers et effectuer des entretiens d'autoconfrontation. Chaque séance de captation vidéo durera de 45 minutes à 1h, et sera suivie de courts entretiens filmés avec quelques élèves sélectionnés. Les films obtenus seront seulement visionnés par les élèves concernés, l'enseignante, ma directrice de mémoire et moi-même. Le matériel obtenu ne sera donc utilisé qu'à des fins de recherche universitaire. J'ai fait distribuer aux responsables légaux une demande d'autorisation préalable afin de respecter le droit à l'image des enfants de cette classe (cf. en pièce jointe).

Aussi, vous serais-je très reconnaissante de comprendre l'intérêt didactique d'une telle démarche et d'agréer à ma demande. Loin de moi l'idée de perturber d'une quelconque manière le service pédagogique de cette classe.

Dans l'attente de votre décision, je vous prie de recevoir, Madame la rectrice, l'expression de mes respectueuses salutations et mon attachement au service public d'éducation.

Madame Yoanna Rigotto

PJ: veuillez trouver ci-joint la demande de captation vidéo envoyée aux parents d'élèves.

Annexe 8 : Demande d'autorisation parentale

La présente demande est destinée à recueillir le consentement et les autorisations nécessaires dans le cadre du projet spécifié ci-dessous, étant entendu que les objectifs de ce projet ont été préalablement expliqués aux élèves et à leurs responsables légaux.

1 Désignation du projet audiovisuel

Projet pédagogique concerné (désignation sommaire) : Recherche universitaire (mémoire de master) : réalisation d'enregistrements vidéos de l'élève en activité avec du matériel spécifique et enregistrement d'entretiens individuels avec l'élève pour lui faire décrire son activité.

Nom et adresse de l'établissement :

2 Modes d'exploitation envisagés

Support	**Durée**	**Étendue de la diffusion**	**Prix**
En ligne	.....	Internet (monde entier) Extranet Intranet Précisez le(s) site(s) :.....	.....
DVD	.....	.....	.....
Projection collective	.....	Pour un usage collectif dans les classes des élèves enregistrés Autres usages institutionnels à vocation éducative, de formation ou de recherche Usages de communication externe de l'institution	
Autre (précisez) : **Projection aux personnes mentionnées ci-contre**	**Selon la durée de l'activité de l'élève**	Usage institutionnel à vocation de recherche : **Visionnage par l'élève concerné, l'enseignante, la chercheuse, la directrice de mémoire**	**Non monétisé**

3 Informations de l'élève très jeune ou non lecteur

Rappel : l'article 16 de la Convention internationale des Droits de l'Enfant consacre le droit au respect de sa vie privée, ce qui implique notamment le respect de son droit à l'image. Lorsque l'enfant est trop jeune pour exprimer son consentement de façon autonome et éclairée (compréhension des enjeux et des conséquences), il importe de lui fournir les explications adaptées à son âge et de s'assurer autant qu'il est possible, compte tenu de son âge et de sa compréhension, de son adhésion au projet.

Mon enfant, Nom :..... Prénom :..... Classe :..... Age :.....	A été informé des objectifs de ce projet, sait qui pourra voir, entendre l'enregistrement, a compris et dit qu'il était d'accord pour qu'on enregistre, son image, sa voix.

4 Autorisation parentale

Vu le Code civil, en particulier son article 9, sur le respect de la vie privée,
Vu le Code de la propriété intellectuelle,
Vu le consentement préalablement exprimé par la personne mineure ci-avant,
La présente autorisation est soumise à votre signature, pour la fixation sur support audiovisuel et la publication de l'image et/ou de la voix de votre enfant mineur dont l'identité est donnée au paragraphe 3, ci–avant, dans le cadre du projet désigné au paragraphe 1 et pour les modes d'exploitation désignés au paragraphe 2.
Cet enregistrement de l'image/la voix du mineur que vous représentez sera réalisé sous l'autorité de (nom du producteur ou du bénéficiaire de l'autorisation/statut juridique/adresse) : Mme Anne Pinel, professeur des écoles (Groupe scolaire Rigautou)

L'enregistrement aura lieu aux dates/moments et lieux indiqués ci-après.

Date(s) d'enregistrement :_____

Lieu(x) d'enregistrement : Classe maternelle de Mme

Le producteur de l'œuvre audiovisuelle créée ou le bénéficiaire de l'enregistrement exercera l'intégralité des droits d'exploitation attachés à cette œuvre/cet enregistrement. L'œuvre/l'enregistrement demeurera sa propriété exclusive. Le producteur/le bénéficiaire de l'autorisation, s'interdit expressément de céder les présentes autorisations à un tiers.
Il s'interdit également de procéder à une exploitation illicite, ou non prévue ci-avant, de l'enregistrement de l'image et/ou de la voix du mineur susceptible de porter atteinte à sa dignité, sa réputation ou à sa vie privée et toute autre exploitation préjudiciable selon les lois et règlements en vigueur.
Dans le contexte pédagogique défini, l'enregistrement ne pourra donner lieu à aucune rémunération ou contrepartie sous quelque forme que ce soit. Cette acceptation expresse est définitive et exclut toute demande de rémunération ultérieure.
Je soussigné(e) *(prénom, nom)*……
déclare être le représentant légal du mineur désigné au paragraphe 3.

Je reconnais être entièrement investi de mes droits civils à son égard. Je reconnais expressément que le mineur que je représente n'est lié par aucun contrat exclusif pour l'utilisation de son image et/ou de sa voix, voire de son nom.
Je reconnais avoir pris connaissance des informations ci-dessus concernant le mineur que je représente et donne mon accord pour la fixation et l'utilisation de son image et/ou de sa voix, dans le cadre exclusif du projet exposé et tel qu'il y a consenti au paragraphe 3 : OUI NON

Fait en autant d'originaux que de signataires.

Fait à :	**……**	**Signature du représentant légal du mineur :**
Le (date) :	**……**	

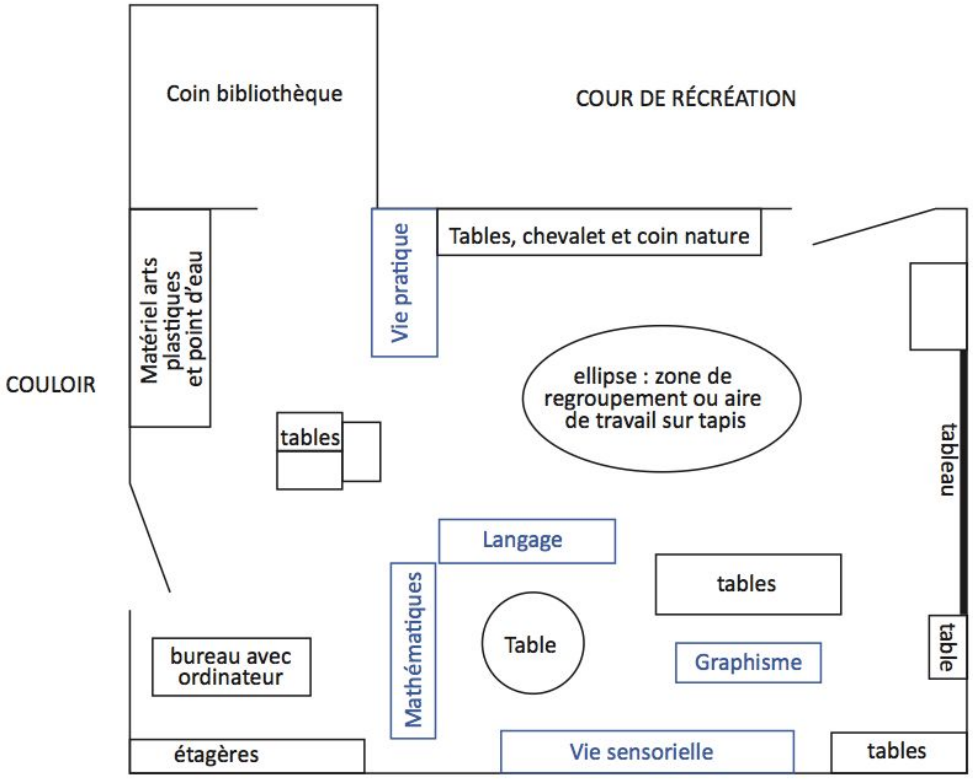
Annexe 9 : Grille de questionnement pour les élèves en autoconfrontation

COMPOSANTES DE L'ACTIVITÉ	QUESTIONS
Actions Émotions Sensations Communications	Qu'est ce que tu fais ? A quoi ça sert ? Qu'est-ce qui te plait dans cette activité ? Comment tu te sens ? Qu'est-ce que tu dis ?
Que fait l'élève ? Que communique-t-il et avec qui ? Que ressent-il ?	
Préoccupations Intentions	Qu'est-ce que tu essaies de faire ? Qu'est-ce qu'il se passe pour toi ?
Que cherche-t-il à faire ? Quelles sont ses intentions ?	
Attentes Focalisations	A quoi tu t'attendais ? Est-ce que tu pensais que ça allait faire cela ? Qu'est-ce qui est important pour toi ? Qu'est-ce qui t'intéresse ?
Sur quoi se focalise-t-il ? Qu'est-ce qui est important pour lui ?	
Connaissances	Qu'est-ce que tu te dis ? Comment tu savais que… ? Qu'est-ce qui te fait dire ça ?
Sur quelles connaissances s'appuie l'élève ?	

Annexe 10 : Grille type de renseignements à récolter auprès de l'enseignant pour chaque élève passé en autoconfrontation

Présentation de l'activité	Éléments ayant permis à l'enseignant de décider que l'élève était prêt pour la présentation de matériel et des activités associées. Date de la présentation.
Interaction avec le matériel observé	Fréquence d'utilisation de ce matériel. Évolution et progrès réalisés avec le matériel observé.
Libre choix et autonomie	Comportement général de l'élève dans la classe. Manière de vivre le libre choix : l'élève est-il toujours en activité ? a-t-il régulièrement besoin d'être orienté vers une activité ?

Annexe 11 : Aménagement des espaces de la classe



Plan simplifié de la classe

Aire destinée aux mathématiques et au langage

Annexe 12 : Transcription et verbatim d'entretien (J. avec les fuseaux)

Minu--tes	Activité de l'élève et communications	Commentaires de l'élève en AF	Commentaires de l'enseignante en AF croisée
00'	L'élève a déjà commencé l'activité, elle place un lot de 4 fuseaux dans le compartiment 4.	Ce matin maitresse elle m'a présenté ça. [tu peux m'expliquer qu'est-ce qu'il faut faire ?] Il faut mettre chaque numéro au bon endroit… Là (montrant chaque compartiment), il y en a 0 de kapla, là il doit y en avoir 1, là 2, là 3, là 4, là 5, là 6, là 7, là 8, et là 9.	[M] Elle parle ! (rires)
00'06	Prend le fuseau du compartiment 1, le place contre la boite puis le remet dans le compartiment. Fait de même avec les fuseaux du compartiment 2.	[qu'est-ce que tu viens de faire là ?] Compter 2.	
00'13	Prend les fuseaux du compartiment 3, les place sur la table et les compte à voix haute en les déplaçant un à un contre la boite. Fait de même avec les fuseaux du compartiment 4.	Là j'en attrape 3... on dirait que… (rire) c'est moi et mon tee-shirt, il est taché. [qu'est-ce que tu es en train de faire là ?] Les kaplas ; en train de vérifier si c'est bien le bon nombre. [et comment tu peux en être sûre ?] quand je compte. Quatre. [c'était bon 4 ?] Oui. [donc tu les as mis dans…] (montrant le compartiment 4) 4.	[M] Ah mais elle a revérifié en fait. [M] J'ai bien insisté… je lui ai montré exactement… on change la position des fuseaux en fait pour la vérification. Quand on les compte je les mets verticalement et ensuite on vérifie si on a bien le bon nombre, et là on les pose horizontalement. [C] On dirait que c'est très clair dans sa tête, dans sa manière de le verbaliser…
00'41	Attrape une poignée de fuseaux dans le panier, les pose sur la table (un fuseau tombe), puis commence à compter à voix haute en les	(voix inintelligible) …tombé. [alors qu'est-ce que tu as fait là ?] j'ai compté pour vérifier, c'était le bon nombre. [et tu en	

	plaçant un à un contre la boite. S'arrête à 5, récupère les fuseaux restants et celui qui était tombé, et les remet dans le panier.	as gardé dans ta main…] Oui, et après j'allais les remettre dans le bon nombre, dans le numéro 6. [ah ! tu l'as remis dans le panier] parce que il était en trop celui-là. [alors qu'est-ce que tu vas faire avec les fuseaux qui sont sur la table ?] je vais les remettre là (montrant le compartiment 5), après ceux-là là-« dans », ceux-là là-« dans ».	
1'06	Place le lot de 5 fuseaux dans le compartiment 5.	J'en ai déjà… le numéro 5.	
1'10	Attrape une poignée de fuseaux dans le panier, les pose sur la table, commence à les compter à voix haute en les plaçant un à un contre la boite. À 5, il n'y a plus de fuseaux sur la table : l'élève en attrape un, l'ajoute au lot et met le tout dans le compartiment 6.	[tu en avais sorti 5 et tu en as pris un autre ?] Oui parce que… en avait pas assez.	[M] Elle est intéressante dans ses commentaires parce qu'elle sait quand il y en a trop, pas assez.
1'29	Attrape une poignée de fuseaux dans le panier, les pose sur la table, commence à les compter à voix haute en les plaçant un à un contre la boite jusqu'à 6 : il n'y a plus de fuseaux sur la table. En attrape un, l'ajoute au lot et met le tout dans le compartiment 7.	7, 8 et 9 !	
1'47	Attrape une poignée de fuseaux dans le panier, les pose sur la table, commence à les compter à voix haute en les plaçant un à un contre la boite jusqu'à 7 : il n'y a plus de fuseaux sur la table. En attrape un, l'ajoute au lot et met le tout dans le compartiment 8.	J'en ai pris assez, je suis en train de les compter.	
2'08	Prend tous les fuseaux restants dans le panier, les compte à voix haute en les plaçant contre la table. En l'attrapant, le lot de fuseaux tombe : l'élève les ramasse et met le lot dans le	(montrant l'activité de son camarade) Et là la robe et le playmobil !	[M] (rires)
		Et c'est f… et je vais le ranger.	

	compartiment 9.	[comment tu sais que c'est fini ?] parce que là je le range, parce que maitresse elle avait dit comme ça. [comment tu sais que tu as réussi ton activité ?] É : parce que maitresse elle me l'avait présentée [alors tu fais comme maitresse] Elle hoche la tête.	[M] Tu attendais qu'elle dise que le panier était vide ? [C] Voilà, quelque chose comme ça, « J'ai bien compté »… [M] Après elle est en moyenne section alors c'est vrai que… et encore je trouve qu'elle justifie.
2'40	Range les fuseaux dans le panier en commençant par le côté gauche.	Après je rapporte tout et je range.	
3'40	Ramène la boite puis le panier sur l'étagère.		
3'53	[Fin]		

Annexe 13 : Transcription d'activité et verbatim d'entretiens (K. dans l'activité à deux élèves avec les barres rouges et bleues)

Minu--tes	Activité de l'élève et communications	Commentaires de l'élève en AF	Commentaires de l'enseignante en AF croisée
2'	La M donne la consigne : Dimitri, Killian va te commander une barre et toi tu dois lui donner la bonne barre. Lui il va vérifier. [À Killian qui bouge beaucoup à 4 pattes] Tu vas vérifier Killian ensuite, pour voir s'il te donne bien la barre que tu avais demandée ? K : Oui. M : Alors qu'est-ce que tu veux ? K : 1. M (à D) : est-ce que tu peux lui donner la barre 1 ? D se penche sur le tapis, déplace par mégarde la barre 5, la réaligne contre le bord du tapis, attrape la barre 1 et la donne à K. K dit « 1 » en passant le doigt le long de la barre et la pose sur le côté droit du tapis. La M : « alors regarde on va les positionner contre vers ici (en posant sa main sur le côté gauche), le long du côté gauche. » K place la barre en contre le bas gauche du tapis.	En fait on demande un nombre et il nous le donne. [qu'est-ce que tu fais avec cette barre ?] Je mets la barre… à gauche.	[je trouvais intéressant qu'il dise « on demande un nombre et il nous le donne »] Il n'y a pas la notion de quantité [quand même, il dit nombre au lieu de dire barre] Oui, c'est vrai… [pour lui, une barre correspond à un nombre] Il a déjà fait le… pour lui c'est déjà abstrait le nombre. [oui]
2'45	K fait mine de réfléchir, puis annonce « 2 ». La M : « alors tu sais tu peux demander les chiffres qui ne se suivent pas ».		
3'	D part se moucher.		
4'	D revient. M : « alors Killian qu'est-ce que tu lui demandes ? » K : « 10 ! » M : 10 » D attrape directement la barre de 10 et la tend à K, qui l'attrape et touche par inadvertance le visage de D. D : « aïe » M : « ah oui attention avec la barre ». K place la barre contre le bord haut gauche du tapis. Il compte à haute voix chaque tronçon en glissant le doigt dessus et annonce : « c'est 10 » en passant la main tout le long de la barre.	[Tu as demandé combien là ?] 10 [et qu'est-ce qu'il t'a donné ?] 10 ! Je mets la barre. [et qu'est-ce que tu essaies de faire, je vois ?] Sur les traits… du tapis. J'ai compté jusqu'à 10. [et comment ça se fait que tu as compté ?] parce que il faut faire ça. [pour être sûr que c'est bien la barre de 10 ?] (fait oui de la tête).	

			En fait je pense que je leur avais précisé, quand je les ai lancés sur l'activité, je leur ai dit « il faudra penser à vérifier qu'il te donne la bonne barre ». Il me semble que je leur avais rappelé… Parce que c'est une activité que K avait déjà faite avec O, il la connaissait celle-là. D, non, il l'avait jamais faite. D, lui il est placé à.. enfin, à l'envers, il a les plus grandes quantités devant lui, mais bon, ça le gêne pas.
4'55	K se tourne vers D : « alors, 8, 8. » D attrape directement la barre de 8 et la tend à K. K commence à la placer sur le tapis, D touche la barre de 10 déjà posée pour la réaligner. K approche sa barre de la barre de 10 sans la coller au bord du tapis, passe la main sur une partie des tronçons puis se recule pour se frotter les yeux. D attrape la barre, la met à la verticale et en compte à voix haute les tronçons en posant ses doigts sur chacun. D : « 8 ! », tourne la barre, la retourne, K s'en saisit, la tourne et la pose sur le tapis. D aide K à aligner la barre avec le bord. D : « et voilà ! et si on la bougeait un peu » (en poussant un peu la barre vers la barre de 10) « et voilà ».	Je compte jusqu'à 8. [et pourquoi D prend la barre, là ?] Je sais plus. Il la remet comme elle était. [et toi qu'est-ce que tu te dis ?] Là c'est le rouge, en premier c'est le rouge.	D est allé la remettre comme elle était. Il s'en est rendu compte, j'ai l'impression qu'il allait la retourner, mais K lui a prise. Il est très rigoureux D.
5'58	K montre l'espace entre deux tronçons rouges des deux barres : « ici, là c'est le même ! » puis recule la barre de 8 pour l'aligner plus bas à une autre couture du tapis.	[qu'est-ce que vous essayez de faire, là ?] On compte. [vous comptez ? J'ai l'impression que vous faites autre chose…]	Il les aligne… Ça doit l'intriguer qu'il y ait un différentiel de 2 entre la barre du 10 et celle du 8.
6'13	Après avoir fini d'aligner sa barre, K annonce : « 3 ». D attrape directement la barre de 3 et la donne à K en disant « c'est un 3 ». K aligne cette barre le long d'une couture, contre le bord gauche du tapis, au dessus de la barre 1 mais en laissant un espace d'une couture.	[alors, tu lui as demandé..] 3 [où tu vas le mettre ?] À côté, en face du 1. J'ai fait 1 et 3.	

6’32	K regarde ses barres et demande la barre 9, que D attrape directement pour lui donner. K l’insère le long de la couture laissée entre les barres 8 et 10.	Après je vais demander… 9. [où tu le mets ?] À côté du 10.	[il demande une courte, une longue, une courte, une longue] Précédemment il les avait demandées dans l’ordre, à O. Je pense que c’est dans la consigne que je lui ai dit « ne demande pas tout dans l’ordre ».
	Il compte chaque tronçon à voix haute en glissant le doigt dessus, s’arrête à 7, puis recommence son comptage. Se tournant vers D : « c’est 9 ».	[tu comptes ?] oui. [tu as recommencé à compter ?] Parce que j’avais pas compté celui-là.	
7’22	K hésite, puis demande « 11 ». D répond aussitôt : « mais il y a pas 11 ». Après une hésitation de quelques secondes en regardant les barres sur le tapis de D, K demande « 6 ». D attrape cette barre (en prononçant des paroles inaudibles) et la pose sur le tapis de K, qui remet en place la barre de 3 qui avait bougé. D commence à compter les tronçons de la barre 6, K lui prend des mains, regarde ses barres, puis pose la 6 près de la 8, en sautant une couture. Il soulève sa barre, la tient dans sa main et D s’approche, lui montre une couture du tapis, K lui tend la barre. D montre les autres barres en disant « 10, 9, 8, 7 (son doigt montre une couture), 6 (son doigt montre une autre couture) » et pose la barre contre le bord gauche, le long de cette couture.	[tu lui as demandé 11 ?] Oui [qu’est-ce qu’il t’a répondu ?] On n’en a pas. Je le mets (la barre). [tu cherches comment la placer ?] Oui. [Qu’est-ce qu’il te dit, D ?] Je sais pas.	(rires) Il lui explique où la placer.
8’30	K compte (en posant ses doigts dessus) les tronçons de la barre 10, ceux des barres 9, 8 puis 6. Il marque un temps d’arrêt et dit : « mais non c’est pas ça ! » en soulevant la barre 6. D lui prend des mains. K : « j’ai demandé 7 en fait ». D : « ah, je croyais que c’était 6 ».	[Quel est le problème là ?] Je sais plus. [ah, tu viens de lui demander un 7 !] Oui [Tu lui avais demandé un 7 et il t’avait amené un 6, c’était ça le problème ?] Oui.	Il veut savoir ce qu’il va lui demander, ce qu’il lui manque comme barres. [en fait il lui avait vraiment demandé un 6, il s’est rendu compte qu’il préférait un 7]

9’	D repose la barre 6 sur son tapis et attrape la barre 7, la tend à K. K la pose près de la barre 8, mais pas contre le bord du tapis : D la tire pour qu’elle s’aligne avec le bord. K l’aligne avec la couture du tapis pendant que D réaligne des barres contre les coutures.	Après c’est celui-là (montrant le barre de 6 reposée sur le tapis de D). [Mais qu’est-ce que tu regardes, sur le tapis ?] Là… parce que je mets la barre. [C’est bien mis, là ?] Oui, il y a deux rouges, un (montrant un bout de la barre 7) et un (montrant l’autre bout). Là, j’ai demandé (comptant les tronçons sur la barre de la vidéo) 1, 2, 3, 4.	Oui parce qu’il ne savait pas où le placer par rapport au 8. C’est marrant il les aligne par l’autre côté.
9’35	D : « après ? ». K : « 4 ». D attrape directement cette barre et la tend sans se tourner vers K. K pose la barre au dessus de la 3, la retourne pour que ce soit le côté rouge contre le bord du tapis, réaligne la 3. D : « non je pense que tu t’es trompé » K réaligne la 4, et compte les tronçons de cette barre à haute voix en glissant le doigt dessus pendant que D montre du doigt chaque couture du tapis entre le lot de longues barres et celui des barres jusqu’à 4.	[voix inaudible]	
10’04	D : « tu t’es vraiment trompé je pense » en déplaçant les barres 1, 3, 4 vers le haut. K : « non, c’est là » en déplaçant la barre 1 contre le bas du tapis. D : « mais regarde », en passant son doigt sur chaque barre « 10, 9, 8 7 » puis sur les coutures « 6, 5, 4, 3, 2, 1 » (son doigt finit posé juste au dessous de la barre 3). K : « non c’est pas ça ! » et glisse la barre 3 au dessus de la 1, en laissant une couture libre. D : « c’est ça le problème ! ». Au dessus de la barre 3 que K vient de déplacer, D montre la couture : « là c’est le 1 »	[qu’est-ce qu’il fait D ?] Il met le 1. [Pourquoi il les a déplacées ?] parce que c’était pas comme ça. On n’est pas d’accord. [comment ça se fait ?] Je sais pas.	D fait de l’espace là où ça manque. Il veut anticiper. Il est d’une patience infinie D par contre.
10’28	K poursuit son placement de barres, D baisse la 7 pour l’aligner à une couture plus bas (correspondant à l’idée de K) et poursuit avec les barres 8 à 10 pendant		

10’57	que K finit d’aligner la barre 4. D : «OK je te l’avais dit que c’était du bon / de mon côté » K : « non…chui pas à çoté… » Il touche la barre de 7 et pousse celles qui sont au-dessus jusqu’au bord haut du tapis. D : « pas comme ça » (en gardant les doigts sur le lot des 3 plus grandes barres) K : « non ! » K commence à rebaisser la barre de 8. D s’éloigne : « mais allez Killian ! » Se remettant à toucher les barres : « c’est pas grave ». La M revient : « qu’est-ce qu’il se passe les garçons ? » D : « en fait, ici c’est le 1 (montrant la couture qu’il avait déjà désignée) et là (touchant les barres 8, 9) c’est, c’était un peu trop loin en fait. » La M : « Alors quand on a travaillé avec les barres rouges et bleues avec Killian et les avait mises sur une ligne (posant le doigt sur chaque couture) » D : « oui ». K, tenant la barre 7 verticalement et regardant le lot des trois longues barres serrées : « non on les avait mises comme ça » La M : « au début ? on les avait espacées » (D est en train de desserrer les trois longues barres) K : « et comme ça on… » La M : « alors quel est le problème ? Pourquoi c’est important de faire un espace ?» La M se penche pour finaliser l’alignement fait par D. K continue de tenir sa barre verticalement. La M : « on veut garder l’espace, pourquoi ? parce qu’ensuite, qu’est-ce qu’on fait ? on met…» K : « les chiffres » La M : « les… les étiquettes, on met les étiquettes c’est pour ça » K se penche vers les trois longues barres, pose la barre 7 et l’aligne pendant que la M précise qu’on a besoin de garder un espace entre les barres.	[On dirait que vous n’êtes vraiment pas d’accord. Comment il faut qu’elles soient les barres ?] Sur les traits.	Encore faut-il savoir sur quels traits !
		[Et qu’est-ce que tu fais avec cette barre toute droite ?] Je veux la mettre.	
		[La maitresse a dit qu’il faut laisser un espace entre les barres] En fait il faut avoir les étiquettes. On met les nombres, il faut ranger. [On met les étiquettes dans l’espace, je comprends.] C’est pour ça qu’il y avait un problème.	Ah oui.
11’50	La M : « alors où vous en êtes ? » Brouhaha. À K : « est-ce que tu as besoin d’autres barres ? » K : « 10, 9 » La M : « il faudrait 9 ? » D : « non mais il a dit 19 » La M : « 19 ? ». K ne répond pas et se repenche vers les plus longues barres. La M : « est-ce qu’il a dit juste 9, ou 10 ? » D : « il a dit 19 ». K, le doigt		

	sur chaque barre : « 10, 9 » puis à nouveau « 10, 9, 8, 7 », s'approche des plus petites barres et continue à nommer les barres en les touchant : « 4, 3 et 1 ».	J'ai compté à l'envers. J'ai fait 10, 9, 8, 7, euh, 4, 3, 2, 1, 0 ! [Elle y est la barre de 2 ?] Oui, elle est cachée.	[en fait elle était sur l'autre tapis…]
	La M : « ah ! alors qu'est-ce qu'il te manque ? ». K : « euh.. » La M : « qu'est-ce que tu n'as pas ? » K se repenche sur les plus longues barres, les touche » La M : « qu'est-ce que tu voudrais qu'il te donne que tu n'as pas ? » D : « et beh ! » K : « 2 ! ».	(montrant les barres sur le tapis de D) Il y en a 1, 2, 3. [et qu'est-ce qu'elle te dit la maitresse ?] Elle me dit… j'sais plus.	
12'38	D va chercher la barre 2 et la pose entre les barres 1 et 3. K et D alignent cette barre. D réaligne les barres 2 et 4 pendant que K va toucher et réaligner la 10. K revient aux barres les plus courtes, soulève la barre 1 et passe le doigt une couture du tapis : « tu as deux lignes alors c'est là ». Il repose la barre 1 contre une couture du bas du tapis.	[Ah ! Tu lui as demandé 2 ?] Oui. [On dirait que tu vérifies quelque chose] 2.	
13'12	K : « après…. » D : « bon c'est pas grave [voix inaudible] (touchant la barre 2), maitresse elle a dit.. « K : « 5 ! » D regarde K en prenant la barre 2 : « maitresse elle a dit… [voix inaudible]» K : « 5 ! » D : « c'est moi qui avais raison » (en replaçant cette barre contre la couture). K déplace la barre 1 vers le bas : « c'est ici » puis baisse la barre 2 pour aligner avec la couture juste au dessus de la barre 1 pendant que D va chercher la barre 5. D, revenant avec la barre 5 : « ah oui, c'est celui-là le 5 ».	(montrant les barres restantes) Les deux dernières, celles-là ! (comptant les tronçons de la barre de 5) 1, 2, 3, 4, 5.	Est-ce qu'il a demandé 6 ? [non, 5]
13'45	Il y a un gros espace entre les barres les plus courtes et les plus longues : D commence à décaler ces dernières pour les rapprocher de la barre 5. K l'aide à réaligner une barre. K : « après ! attends… »	Il les place… [ah il les place, pour qu'elles soient alignées encore !]	
14'	Montrant du doigt les barres restantes, K chuchote. D : « il en reste un dernier maintenant » K : « 6 ». D attrape cette barre et la donne à K qui la place entre les barres 5 et 7 (il reste deux coutures d'intervalle, K la pose sur celle du bas). D, déplaçant la barre sur la couture au-dessus : « attends, il faut la mettre là	Pour mettre une barre. [c'est celle que tu vas lui demander ?] Oui c'est celle-là. Et après moi il faut que je lui il demande. [d'accord, on inverse les rôles]	

15’11	». K compte les tronçons de la barre 6 en glissant le doigt dessus, mais oublie un tronçon : « 1, 2, 3, 4, 5 » puis recompte aussitôt et trouve 6. La M qui vient de revenir : « combien ? » K : « 6 ». M : « c’est bon il t’a amené tout ce que tu voulais ? il t’a donné toutes le barres ? rien ne manque ?» K : « oui » D marmonne quelque chose. La M : « tu lui as toutes données ? » D : « oui » M : « oui ? (se tournant vers K) Et toi tu lui as toutes demandées ? ». D (réalignant certaines barres contre le bord du tapis) : « ah, tu as [inaudible]). K remonte les petites barres pour les aligner avec chaque couture et égaliser les espaces entre les barres. K : « voilà ! » La M : « c’est bon. D’accord ! » [Fin]	[fin de l’AF]	Après ils allaient faire l’inverse… Leur intérêt ne s’épuise pas.