

Intégration d'éléments Montessori dans la pédagogie spécialisée en mathématiques du secondaire I

Master en pédagogie spécialisée – Volée 2022

Mémoire de Master de **Gabriele Bitter**

Sous la direction d'**Alaric Kohler**

Bienne, **avril 2022**

Récemment, j'ai observé un élève désespéré face à un exercice écrit de multiplication. En me voyant m'approcher avec du matériel Montessori, il soupire. Il me dit qu'il sait faire : il veut paraître grand. Après avoir fait un bout d'exercice ensemble avec le matériel, il s'exclame, presque offensé : « Mais Madame, c'est trop facile ! »

Je souris, car le même exercice lui était encore difficile quelques minutes plus tôt. Par la suite, il arrivait à finir ses exercices seul.

Stimuler les compétences cognitives avec des outils pédagogiques adéquats et promouvoir l'estime de soi, voilà une partie des principes notoires de Montessori. L'intégration des élèves aux programmes scolaires n'affiche pas le même seuil, car tous les élèves n'ont pas les mêmes besoins ni les mêmes capacités cognitives.

Dans le cadre de mon travail d'enseignante spécialisée en structure de soutien d'une école en secondaire I du canton du Jura et anciennement en tant qu'enseignante de soutien ambulatoire à l'école primaire, j'ai constaté qu'il est crucial d'articuler les objectifs prioritaires de l'éducation en relation avec les besoins spécifiques des élèves en difficultés d'apprentissage.

La différenciation pédagogique au sein d'une même classe est un but en soi du système scolaire jurassien, favorisant l'intégration des élèves à partir de leur niveau d'apprentissage. Ce système d'enseignement vise un résultat plus performant et moins stéréotypé.¹

Dans le cadre de la structure de soutien², j'apporte mon soutien à 9 élèves, dont 7 issus d'une situation de migration ou/et de violence familiale. Ils accumulent souvent des difficultés d'apprentissage : dyslexie, dysorthographe, dyscalculie, dyspraxie et forts troubles de l'attention (voir les spécificités du canton du Jura).

¹ voir : Jura.ch : Pédagogie spécialisée – Une école pour tous ¹

<https://www.jura.ch/DFCS/SEN/Ecole-jurassienne/Pedagogie-specialisee/Pedagogie-specialisee-Une-ecole-pour-tous.html>

² voir : L'environnement scolaire : la structure de soutien, P.5, 1.1

REMERCIEMENTS

En préambule à ce mémoire, je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année à la HEP.

Je tiens à remercier sincèrement M. Alaric Kohler, qui en tant que directeur de mémoire, s'est montré à l'écoute et m'a apporté de l'aide et du soutien ; sans lui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Je voudrais également exprimer particulièrement ma gratitude envers Mme Monika Petter-Zaugg, notre conseillère pédagogique spécialisée, pour ses bons conseils sur l'analyse de mes données. Merci également à Monsieur Alain Tobler, mon bon collègue et mathématicien pour m'avoir soutenue dans l'analyse des pré- et post-tests de mon étude.

Mes remerciements s'adressent surtout à mon mari, qui m'a supportée, pour sa générosité émotionnelle et sa disponibilité toute au long de l'année de mon mémoire ; et finalement à mes ami.e.s, qui n'ont jamais cessé de me soutenir dans ma vie quotidienne.

RÉSUMÉ

La conception de cette étude englobe l'intégration de la pédagogie Montessori dans l'apprentissage des mathématiques, à travers sa méthodologie et son matériel idoine, au sein d'une structure de soutien en 9ème HarmoS d'une école secondaire I dans le canton du Jura.

Le fondement de la recherche porte sur la construction d'un environnement d'une pédagogie différenciée et active tout en respectant l'école ordinaire.

La question principale de l'étude consistait à apprendre au travers d'un matériel spécialement conçu à cet effet et à transférer ces compétences pratiques vers des compétences scolaires ordinaires.

L'étude intègre les principes de base de Maria Montessori, tels que la nécessité de respecter l'individualité de l'enfant, le laisser apprendre en mouvement, lui donner la liberté de choix, lui permettre d'apprendre à faire les choses et à penser de manière autonome, ainsi que l'apprentissage limité à une difficulté à la fois.

Apprendre les opérations logico-mathématiques par le biais de matériels spécifiquement conçus à cet effet et inconnus des élèves, ainsi que transférer les savoirs théoriques en compétences pratiques et académiques générales, sont les questionnements et les attentes principaux de cette étude.

MOTS CLÉS

- Pédagogie Montessori
- Différenciation pédagogique
- Apprentissage des mathématiques
- Opérations logico-mathématiques
- Transfert du savoir en compétences

TABLE DES MATIÈRES

Préface.....	i
Remerciements.....	ii
Résumé.....	iii
Mots clés.....	iii
Table des matières	iv
Descriptions des matériels	vi
Liste des tableaux et schémas	vii
Glossaire	viii
Liste des abréviations	xiii
Introduction.....	1
1. La Problématique	3
1.1. L'environnement scolaire : la structure de soutien	6
1.1. Conceptualisation du problème	9
1.2. La pédagogie Montessori	16
1.3. La question de recherche	30
2. La méthodologie	32
2.1. Fondements théoriques	32
2.2. Procédure de recherche	34
2.3. Les tests et les questionnaires	47
2.4. Les questionnaires semi-directifs	57
2.5. Etude de cas particuliers	66
3. Discussion.....	80
3.1. Analyse des éléments de l'étude	80
3.2. Réponses aux questions	92
3.3. Discussion	100
3.4. Synthèse de l'analyse	108
Conclusion	110
Références sitographiques et bibliographiques	113
Sitographie	113
Bibliographie	117

Annexes.....	121
A. Annexe 1 : Vignettes cliniques : La population d'élèves	122
B. Annexe 2 : Position de l'approche Montessori dans les grandes théories de l'apprentissage	134
C. Annexe 3 : Pré-test & Post-test	137
D. Annexe 4 : Questionnaire et évaluation sur l'expérience, 19.12.2021	146
E. Annexe 5 : Questionnaire et évaluation sur l'expérience, 28.02.2022	155
F. Annexe 6 : Journal de bord	164
G. Annexe 7 : Le matériel Montessori sélectionné	209
H. Annexe 8 : Matériel Montessori sur fiches ; Feuilles structurées	243

DESCRIPTIONS DES MATÉRIELS

Matériel	Thème traité	Page
L'étagère de perles	Ecrire des produits sous la forme de puissances	240
	2ème palier : raccrocher au travail en cours : Les multiples	232
La planche de division	Opérations de base : Divisions	228
La planche de multiplication	Opérations de base : Multiplications	224
La pyramide des carrés	2ème palier : raccrocher au travail en cours : Les multiples	233
Le damier	Opérations de base : Multiplications	226
Le grand boulier	Opérations de base : Multiplications	225
	Opérations de base : Soustractions	221
Le grand boulier et feuilles structurées	Opérations de base : Additions	217
Le jeu des points	Opérations de base : Additions	215
Le plateau de la racine carré	Critères de divisibilité	235
Le tableau des fractions décimales	Comparer les nombres décimaux	238
Le tableau des fractions décimales et les cartes de travail	Additionner et soustraire des nombres décimaux	239
Les cercles partagés	Comparer les nombres décimaux	236
Les cubes de puissances 3	Ecrire des produits sous la forme de puissances	242
Les cubes dorés	Critères de divisibilité	234
	Ecriture d'un nombre	210
	Opérations de base : Additions	214
	Opérations de base : Divisions	227
	Opérations de base : Multiplications	222
	Opérations de base : Soustractions	219
Les jetons (et fiches)	Nombres pairs et impairs	213
Les pancartes	Vocabulaire sur les termes de la division	231
Les symboles	Ecriture d'un nombre	211
Les timbres	Opérations de base : Additions	216
	Opérations de base : Divisions	229
	Opérations de base : Multiplications	223
	Opérations de base : Soustractions	220
Travail sur fiches	Ecriture d'un nombre	212
Vocabulaire sur les termes de la division	Opérations de base : Divisions	231
Fiches		
Fiche « Chiffres pairs et impairs »		243
Fiche « Simple feuille de divisions »		244
Fiche « Feuille de calculs bouliers »		245
Fiche « Ecrire des nombres et chiffres en colonnes avec couleurs Montessori »		246
Fiche « Jeu des points - Additions »		247

LISTE DES TABLEAUX ET SCHÉMAS

Tableau 1 -	Grille d'évaluation pour pré-et post-tests à blanc.....	37
Tableau 2 -	Vue d'ensemble des élèves avec leur difficultés.....	38
Tableau 3 -	Exemple de suivi de matériel par élève	43
Tableau 4 -	Synthèse des pré-tests.....	50
Tableau 5 -	Synthèse de post-tests.....	53
Tableau 6 -	Evolution entre les tests	56
Tableau 7 -	Exemple: questionnaire semi-directif.....	58
Tableau 8 -	Synthèse des questionnaires semi-directifs 19.12.2021, partie A	61
Tableau 9 -	Synthèse des questionnaires semi-directifs 19.12.2021, partie B	62
Tableau 10 -	S..ynthèse des questionnaires semi-directifs 28.02.2022, partie A..	64
Tableau 11 -	Synthèse des questionnaires semi-directifs 28.02.2022, partie B....	65
Tableau 12 -	Progression de l'élève n° 7.....	67
Tableau 13 -	Progression de l'élève n° 6	73
Tableau 14 -	Progression de l'élève 9	77
Tableau 15 -	Vue d'ensemble simplifiée des progressions	81
Tableau 16 -	Difficultés observées et compétences à développer	88
Tableau 17 -	Observation concernant l'utilisation du matériel	90
Tableau 18 -	Vue d'ensemble des élèves	122
Tableau 19 -	Matériels et domaines d'applications.....	209
Diagramme 1 -	Progrès et régressions par thèmes.....	82

GLOSSAIRE

Aachener Montessori Diplom	Une formation continue pour l'obtention du diplôme Montessori, organisée en coopération avec l'Association allemande Montessori e.V. et le Forum Montessori d'Aix-la-Chapelle e.V.
Accompagnateur·trice	Selon Le Robert (2018), l'accompagnateur·trice est une « personne qui accompagne et guide un groupe ou une autre personne ayant besoin d'assistance ». En conséquence, c'est un rôle de soutien devenant actif lorsque l'assistance est demandée.
Analyse inductive	L'analyse inductive est une méthode scientifique d'explication de phénomènes à partir de faits (données brutes, réelles et observables). Pour les chercheurs, l'intérêt de cette approche réside dans la recherche d'explications par des observations concrètes. Un « modèle inductif » consiste à aborder un sujet d'intérêt particulier, à orienter les faits vers des variables importantes, des régularités et éventuellement des théories similaires.
Capacités transversales	Selon le PER, les capacités transversales sont définies par diverses compétences essentielles qui couvrent tous les domaines d'études et toutes les études. Le but est que chaque élève puisse exercer et élargir cinq capacités latérales, les deux premières étant d'ordre social et les trois dernières d'ordre personnel : Coopération, communication stratégies d'apprentissage, la pensée créative et la méthode de réflexion.
Classification des données	<p>La classification des données est le processus d'analyse des données structurées ou non et de leur organisation en catégories en fonction du type de fichier et du contenu.</p> <p>Le processus de classification des données implique de rechercher dans des fichiers ou de structurer des données empiriques par ordre d'importance.</p>
Construction mentale	Les constructions mentales sont des représentations de nos constructions sensorielles, concepts ou situations à travers nos pensées. Elles peuvent être réelles ou fictives.
Construction de sens	La construction du sens repose sur des valeurs personnelles et partagées. Des groupes d'élèves diversifiés dans une école reçoivent différents contenus scolaires de différentes manières et en construisent des significations différentes et personnelles. Dès lors, il est important de développer un consensus autour des valeurs afin de pouvoir revendiquer un véritable sens de l'apprentissage.

Démarche qualitative	<p>La recherche qualitative est une méthode d'analyse et de compréhension des phénomènes, des comportements de groupe, des faits ou des thèmes.</p> <p>Le but n'est pas d'obtenir beaucoup de données, mais d'obtenir des données de qualité.</p> <p>Cette méthode de recherche descriptive se concentre sur l'interprétation, l'expérience et la signification. Son approche globale peut être utilisée dans de nombreux domaines tels que les sciences sociales et l'enseignement.</p>
Enseignant·e	<p>Selon Larousse (2020), l'activité « enseigner » est définie par « faire apprendre... », « professer » et « faire savoir quelque chose... ». En conséquence c'est un rôle actif de transmission de savoir.</p>
Etude narrative	<p>L'étude narrative employée aide à comprendre les résultats scientifiques obtenus dans cette recherche. Elle se positionne selon un cadre rigoureux et synthétique qui permet de produire une science de haut niveau, tout en maintenant une certaine causalité, avec une portée sous forme narrative.</p>
Environnement préparé	<p>Une classe Montessori est un « espace de vie » pour les enfants. Meubles, étagères, chaises et tables sont adaptés à la taille des enfants. Les toilettes et les vestiaires répondent aux mêmes exigences. Les matériels sont exposés aux enfants en fonction de domaines suggérés : vie réelle, sensoriel, mathématiques et langage pour permettre un choix conscient et promouvoir des structures mentales ordonnées. Il y a beaucoup d'interactions potentiels entre les différentes disciplines. La variété des activités proposées conduit à des activités motrices de plus en plus complexes.</p> <p>Maria Montessori attire l'attention des adultes sur le soin méticuleux de l'environnement en réponse aux besoins de développement des enfants. Un environnement Montessori préparé respecte et protège le rythme de vie d'un enfant. C'est un espace calme, ordonné selon les besoins de l'évolution progressive.</p> <p>Dans un tel environnement, les expériences positives de l'enfant l'aident à construire une personnalité harmonieuse, à développer l'autodiscipline et le sens des responsabilités.</p>
Epistémologie génétique	<p>L'objet de l'épistémologie scientifique n'est pas la connaissance considérée dans son ensemble, mais sa croissance d'elle-même, qui fait nécessairement l'appel à l'idée de l'origine de la connaissance. Il s'agit d'une méthode d'analyse du mécanisme de la connaissance, c'est-à-dire le passage d'une connaissance plus pauvre vers une connaissance enrichie.</p>

Epistémologie pédagogique	Dans la mesure où la réflexion méthodique peut éclairer les conditions de production des savoirs, elle est la condition de possibilité de la réflexion pédagogique.
Feuilles préstructurés	Les feuilles préstructurées Montessori aident les enfants à passer des représentations concrètes des nombres aux représentations abstraites sur papier.
Herméneutique	L'herméneutique est la théorie et la pratique de la compréhension et de l'interprétation, ainsi que de la théorie de la pratique de l'analyse qualitative. La compréhension et l'interprétation sont au cœur de l'analyse qualitative.
Méthode idéographique	L'approche idéographique essaie de découvrir une mine d'informations détaillées sur des sujets de recherche assez restreints.
Inclusion	L'inclusion consiste à créer un environnement dans lequel toutes les personnes sont traitées avec le même respect et les mêmes chances. À l'échelle d'une école, l'inclusion nécessite d'identifier et de supprimer les obstacles (physiques ou procéduraux, visibles et invisibles, intentionnels ou non) qui empêchent les personnes de participer et de contribuer à la vie en société. Cela nécessite également d'affirmer les valeurs et les principes d'équité, de justice et de respect en étant ouvert à différentes opinions et perspectives, en comprenant les autres cultures, expériences et communautés, et en faisant un effort conscient pour accueillir, aider et respecter les autres. L'inclusion vise à modifier l'environnement d'apprentissage, de travail et de vie pour s'adapter à la diversité de la population.
Journal de bord	La tenue d'un journal est une micro-stratégie de réflexion sur la pratique personnelle pour la compréhension, la clarification, l'auto-évaluation et l'organisation. De plus, elle permet d'acquérir une expertise, apprendre et identifier des thèmes lors d'une recherche. L'utilisation des revues peut être non structurée ou structurée. L'objectif est la compréhension factuelle, déclarative et métacognitive. Plus précisément, le journal de bord laisse place à la découverte, à la compréhension, au partage, à l'interprétation, etc. De plus, il est possible de réfléchir sur le processus d'apprentissage.
Matériel Montessori autocorrectif	L'enseignement Montessori s'appuie sur des supports pédagogiques élaborés, progressifs (difficultés d'isolement) et autocorrectifs pour permettre aux enfants d'être autonomes. Il repose sur une méthode d'apprentissage concrète et sensorielle particulièrement adaptée aux jeunes enfants. Le travail fait à la main permet aux enfants de se concentrer et de développer la

concentration, indispensable à tout apprentissage. Le matériel développe le contrôle moteur et la motricité fine. Le matériel est attrayant pour une activité stimulante ; organisé de manière ordonnée (pour répondre aux besoins d'ordre et de structure de l'enfant) et en un seul exemplaire (pour favoriser la patience).

C'est un matériel très spécifique, permettant le raffinement des sens et l'intériorisation de l'action, qui conduit progressivement au développement des capacités abstraites et de la pensée logique. Les bases sont profondément intégrées et comprises.

Méthode nomothétique	L'approche nomothétique consiste à essayer de généraliser le monde et de comprendre les modèles (sociaux, éducatifs, etc.) à grande échelle. C'est une science dont les objets et les méthodes permettent d'établir des lois universelles, représentées par des relations constantes entre les phénomènes observés.
Microgénétique didactique	L'analyse microgénétique de l'enseignement est une méthode qualitative d'interprétation intégrée, conçue pour analyser le processus d'acquisition des connaissances sur une courte période de temps dans n'importe quelle situation éducative. Elle est principalement fondée sur des interactions verbales et des observations. Son but est d'identifier les connaissances formées dans la situation d'enseignement, afin de déterminer le contenu des connaissances qui est activé dans le processus d'interaction enseignant-élève. Elle caractérise la dynamique de ces interactions.
Module	<p>Un module en secondaire I se compose de plusieurs élèves de tous niveaux.</p> <p>Les enseignants de module sont responsables de tous les élèves de leur module, même s'ils appartiennent à des classes différentes au sein de l'école.</p>
Observation participante	L'observation participante est une technique de recherche au cours de laquelle une période d'interaction sociale intense se produit entre le chercheur qui collecte systématiquement les données et le sujet de recherche. L'observateur est personnellement immergé dans la vie des participants/élèves et ils partagent leurs expériences. Tout au long du travail de terrain, l'observateur participant se préoccupe principalement d'observer, d'écouter et de parler aux participants/élèves, de recueillir des informations, tout en participant à la vie collective des élèves qu'il observe. Il se laisse porter par la situation.
Polarisation de l'attention - flow	Pour Maria Montessori, la concentration est nécessaire au bon développement intellectuel et moteur de l'enfant. Cela se manifeste chez les enfants qui s'adonnent à une activité de façon spontanée et répétée. L'enfant est plongé dans une activité tandis

que toutes les autres impressions disparaissent en arrière-plan.
Voir aussi « 1.2.1, La polarisation de l'attention »

Praxéologie	Si la praxéologie est vue comme une pratique réflexive, la position de réalité voit le chercheur comme un témoin, essentiellement neutre, qui observe seulement ce qui se passe et n'interfère pas avec ce qu'il observe.
Procédures idoines	Procédures appropriées
Psychologie génétiques	La psychologie génétique ou du changement est l'étude des changements dans le fonctionnement mental d'un individu (fonctionnements cognitif, émotionnel et social) au cours de sa vie. Elle vise à déterminer le schéma fonctionnel d'une personne et le processus d'évolution des schémas fonctionnels à différentes périodes de sa vie.
Recherche-action participative	La recherche-action participative est une méthode de recherche avec la participation de différents sujets comme élément-clé. Des réflexions et une gamme de pratiques sont conçues pour engager tous les participants à la recherche à faire évoluer les connaissances scientifiques.
Time-Timer	Minuteur visuel, souvent avec une plaquette rouge afin de bien voir le temps qui reste à disposition.
Vignette clinique	Une vignette clinique est une description d'une situation pratique, une méthodologie de développement professionnel continu (DPC), qui découle d'une situation professionnelle souvent pédagogique. Les vignettes cliniques sont utilisées depuis longtemps dans l'enseignement et dans l'enseignement et la recherche en santé (Jenicek, 2014). Les vignettes cliniques offrent une méthode d'évaluation des pratiques professionnelles (EPP), souvent en lien avec un questionnaire.

LISTE DES ABRÉVIATIONS

HarmoS	Harmonisation de la scolarité obligatoire Suisse
HEP	Haute école pédagogique
MER adapté	Moyens d'enseignement romands adapté
MSN	Mathématiques et Sciences de la Nature
PER	Plan d'études romand
STS	Test de sélection aux USA

Le thème principal de ce mémoire s'articule autour de deux éléments d'analyse cruciaux, à savoir l'intégration des matériels et des outils montessoriens en mathématique en structure de soutien en secondaire I et l'aisance des élèves à transférer ces savoirs en des connaissances et des compétences universellement applicables ; et notamment dans le contexte scolaire ordinaire (selon : savoir, connaissance, compétence).

Suite à une formation Montessori qui recherche la différenciation pédagogique à travers un environnement préparé, attractif et proposant un matériel autocorrectif, j'ai mis en pratique cette démarche auprès des élèves en structure de soutien en secondaire I dans le canton du Jura. L'éveil de leur curiosité naturelle provoqué par cet environnement est surprenant. Ces facteurs semblent particulièrement bien s'entrelacer avec les besoins des élèves en difficultés d'apprentissage, comme j'ai pu le constater pendant de nombreuses années en soutien ambulatoire et lors de ma formation en enseignement spécialisé.

La pédagogie Montessori s'inscrit dans les approches d'une pédagogie active ainsi que dans le constructivisme, parfois dans le co-constructivisme (« Annexe 2 : Position de l'approche Montessori dans les grandes théories de l'apprentissage »), des tendances pédagogiques encore à la pointe de la recherche aujourd'hui. Plusieurs pays induisent des parties de la méthode Montessori dans leur système éducatif ordinaire, comme par exemple les pays scandinaves.

L'intérêt de la pédagogie spécialisée est d'appliquer différentes méthodes d'enseignement selon les ressources de l'enfant. Ainsi, la pédagogie spécialisée se développe en fonction des besoins des élèves tout en se référant au système scolaire général. Les aménagements proposés peuvent porter sur les espaces physiques de travail, les notions de durée et de temps d'apprentissage, le contexte humain, les méthodes d'enseignement, les approches pédagogiques, les complémentarités des thérapies et l'organisation scolaire.

L'approche inclusive visée par la confédération et par les cantons reste pour le moment encore souvent au niveau intégratif. Cela est dû à une conception

d'uniformiser les apprentissages pour la fin d'un semestre, voire d'une année scolaire, et orienté par la compréhension des sciences et leurs applications à l'école. Il se posait donc la question de voir si l'intégration des certains éléments de la pédagogie Montessori pourraient améliorer les apprentissages des élèves. Pour cela, j'ai choisi une approche de recherche-action.

La recherche-action est une méthodologie de recherche scientifique conçue pour guider l'acquisition de connaissances et l'action concrète et transformatrice sur le terrain en parallèle. Cette double finalité est souvent associée à la réflexion critique, notamment dans les sciences sociales d'où est née la recherche-action. Cette approche praxéologique m'a amenée à une analyse pédagogique microgénétique, une approche qualitative d'« interprétation intégrée » conçue pour analyser les processus d'acquisition des connaissances sur une courte période dans n'importe quelle situation d'enseignement.

1. LA PROBLÉMATIQUE

L'enseignement en secondaire I est un moment critique pour soutenir les besoins de développement des jeunes à l'adolescence.

L'enfant arrive à ce nouveau stade de développement – l'adolescence – qui implique des besoins éducatifs différents de ceux du stade élémentaire – phase relativement stable. Selon « En confiance avec Montessori ³ » ce changement se divise en quatre points :

- Physique : Les adolescentes et adolescents vivent une période de croissance physique et neurologique importante ;
- Émotionnel : Ces jeunes font l'expérience de la conscience de soi et de l'autocritique, des hauts et des bas émotionnels et de l'égoïsme. Un désir accru d'autonomie, ainsi qu'une susceptibilité à la pression des pairs se manifestent. C'est une époque caractérisée par une tendance au courage et à la créativité ;
- Social : Les adolescents recherchent la solidarité avec leurs pairs et aspirent à une plus grande indépendance par rapport aux adultes à mesure qu'ils établissent leur propre identité. Ils se préoccupent du bien-être et de la dignité humaine et peuvent manifester des comportements de recherche de nouveauté et de prise de risque ;
- Cognitif : Ce sont des penseurs critiques qui demandent constamment « pourquoi ». C'est à ces moments que se développe leur créativité ainsi que leur capacité de raisonner et de débattre.

Soutenir le développement de l'ensemble de l'élève apparaît à la fois dans le concept de l'école en secondaire I et dans la philosophie éducative de Maria Montessori.

L'étude de Schaefer et al. (2014) relate l'histoire contemporaine de l'éducation. Ainsi, l'émergence du mouvement des collèges a mis l'accent sur l'enseignement individualisé, l'enseignement en équipe et la planification interdisciplinaire.

³ En confiance avec Montessori (2018) [L'adolescent, comment l'accompagner avec Montessori ? - \(enconfianceavecmontessori.com\)](http://enconfianceavecmontessori.com)

D'autres éléments essentiels de l'enseignement secondaire comprennent l'apprentissage exploratoire, la reconnaissance des besoins divers des adolescents, la promotion de l'engagement des élèves, l'éducation morale et l'apprentissage coopératif.

Dans les années 1980, un mouvement venant des États-Unis prônait un programme d'études adapté au développement, qui cherchait à inciter les élèves à prendre en compte leurs sentiments et leurs choix et les conséquences de leurs actions sur leurs propres personnes et sur les autres (Schaefer et al., 2014). Le mouvement des collèges a prospéré dans les années 1990, et la recherche a soutenu les valeurs des collèges, telles que la pensée critique, l'alphabétisation, l'apprentissage collaboratif, le développement du caractère et un programme d'études réactif (Schaefer et al., 2014).

Le concept de collège, en particulier ses pratiques d'enseignement préférées, s'est cependant effondré en raison de l'accent mis sur les résultats des tests standardisés. En 2001, le mouvement des collèges a subi les pressions des États-Unis qui avaient mis en place le programme « Aucun enfant laissé pour compte » (*No Child left behind Act*), et les programmes qui se concentraient sur des résultats mesurables tels que les tests de sélection, STS, aux États-Unis (Schaefer et al., 2016). Plus tard, le mouvement des collèges en France a été confronté au décret d'un socle de connaissances pour tous (education.gouv.fr, n° 2015-372).

Les pratiques d'enseignement au collège se sont éloignées de la satisfaction des besoins cognitifs et non cognitifs de leurs élèves pour se tourner vers des pratiques d'enseignement principalement motivées par le contenu des tests. Dans le canton du Jura, des épreuves interviennent dès la huitième HarmoS. Elles se déroulent en trois temps et rythment les pratiques d'enseignement à partir de l'école primaire. À la fin de ces tests, les élèves sont catégorisés en A, B et C dans les branches principales : mathématiques, français, allemand.

« [Cette procédure] conduit à une répartition des élèves [au collège] selon les taux suivants : 40 % des élèves au niveau A, 35 % au niveau B et 25 % au niveau C. Les parents exercent une liberté de choix pour les enfants se situant dans les franges

de 5 % à la jointure entre les niveaux A et B, B et C » (République et Canton du Jura. École primaire).

Même si persistent de nombreuses différences entre le programme d'études prévu, le programme d'études mis en œuvre et le programme d'études atteint (Houang et Schmidt, 2008), le programme d'études prévu donne une forme et une direction caractéristiques aux pratiques d'enseignement et il peut influencer l'apprentissage et la socialisation des élèves en classe (Lundqvist et al., 2012).

1.1. L'ENVIRONNEMENT SCOLAIRE : LA STRUCTURE DE SOUTIEN

La recherche a été menée dans le cadre d'une structure de soutien d'une école secondaire I jurassienne en Suisse. Au canton du Jura, l'école secondaire I commence à partir de la neuvième HarmoS. Les élèves sont donc orientés entre la huitième classe HarmoS, à la sortie de l'école primaire, et la neuvième HarmoS, en école secondaire I.

À l'école primaire, les élèves qui présentent un retard d'apprentissage important pour diverses raisons (difficultés générales d'apprentissages ; situation familiale et/ou sociale défavorable ; diverses pathologies : dyslexie, dysorthographe, dyscalculie, dysphasie, TDAH, etc.) sont généralement déjà orientés vers des classes de soutien. Certains suivent encore les cours en classe ordinaire en primaire, mais en fonction de leurs résultats scolaires, leur comportement et leur situation de vie, ils sont ensuite orientés en structure de soutien dès leur entrée en secondaire I.

Le terme « structure de soutien » à l'école secondaire I implique le dispositif suivant : les élèves qui y sont orientés sont d'office intégrés dans les branches de base commune : éducation physique, éducation musicale, éducation visuelle, informatique et cours d'économie familiale.

Chaque élève de l'école appartient à un certain module, avec un·e maître.esse de module. Dans un module, tous les différents degrés d'apprentissage d'une même année sont mélangés. Un élève intégré à une structure de soutien participe au moins une fois par semaine à un cours d'éducation générale de son module.

Dans le canton du Jura, des groupes de niveaux sont définis pour le secondaire I concernant « les trois disciplines de base (français, mathématiques, allemand). L'enseignement y est dispensé selon trois niveaux de compétence : A, B et C, avec une différenciation dans les programmes, les exigences et les effectifs des groupes⁴. »

Un élève de la structure de soutien peut être intégré dans certains cours en A, B ou C, quand il y montre les compétences nécessaires. Par exemple, un élève

4. Voir Jura.ch : <https://www.jura.ch/DFCS/SEN/Ecole-jurassienne/Pedagogie-specialisee/Pedagogie-specialisee-Une-ecole-pour-tous.html>

pourrait suivre les cours de français au niveau C et participer aux autres cours obligatoires (mathématiques, histoire, géographie, anglais, allemand, éducation expérimentale) en structure de soutien. Chaque élève possède en conséquence un double horaire individualisé. L'un pour son module et l'autre pour la structure de soutien.

L'objectif de la structure du soutien est l'intégration des élèves en cours ordinaires. L'intégration prime donc sur les cours en structure de soutien. Lors d'une année scolaire, un élève qui n'arrive pas à suivre les cours ordinaires en C peut également changer pour être accueilli en structure de soutien. Il peut donc y avoir des adaptations de programme individualisé dans les deux sens tout au long de l'année scolaire.

Le travail en structure de soutien est fortement individualisé et se fonde davantage sur l'implication des cinq sens. Les contenus proposés et les exigences sont ajustés en permanence au niveau scolaire de chaque élève et à ses besoins, tout en s'orientant selon les indications du plan d'études romand (PER) et dans le but d'acquérir des compétences nécessaires pour un apprentissage après la scolarité obligatoire.

L'utilisation de matériel d'apprentissage est plus coutumière en structure de soutien que dans les autres classes, car il implique non seulement les cinq sens, mais sa conception permet en outre de vérifier si une approche de résolution d'une problématique est constructive. Souvent autocorrectif, ce matériel permet aux élèves d'améliorer leurs stratégies d'apprentissage. Fréquemment partagé par les élèves, c'est également une source de coopération et ainsi de communication entre les pairs. Cette approche plus globale permet également plus de mouvement en classe et raccourcit les phases d'immobilité, fastidieuses pour ces élèves.

Les élèves en structure de soutien montrent régulièrement des déficiences dans ces capacités transversales, comme celle de communiquer clairement et calmement. Aussi, grâce à des stratégies d'apprentissage distinctes, des pensées créatives ainsi qu'une démarche réflexive sur leur propres apprentissages (PER, 2010), une approche scolaire plus haptique peut leur être très profitable.

En raison de la structure personnalisée des horaires, il est difficile d'organiser des excursions avec les élèves, car il n'y a que rarement le même nombre d'élèves présents pendant deux leçons de suite. Pourtant, la population de ces classes montre souvent un fort besoin de mouvement et de découverte à l'extérieur. En conséquence, le travail haptique en structure de soutien doit actuellement se concentrer sur les cours donnés à l'intérieur de la salle de classe.

Les enseignant·e·s de la structure de soutien proposent non seulement un enseignement individualisé avec une adaptation des méthodes pédagogiques et orienté selon le plan d'étude romand, mais ils entretiennent également des liens avec les parents et les divers intervenants auprès des élèves, afin de permettre à chaque élève de s'intégrer au mieux dans la vie scolaire.

1.1. CONCEPTUALISATION DU PROBLÈME

Dans la didactique, l'organisation et le contenu du curriculum sont considérés comme le résultat d'un processus de transposition (Chevallard, 1991 ; Chevallard et Bosch, 2014). Cette théorie repose sur une définition praxéologique du « savoir », qui affirme que celui-ci est ancré dans les pratiques institutionnelles des divers groupes sociaux qui le créent ou l'utilisent à des fins spécifiques dans la société. Par conséquent, il est possible d'identifier les corpus de connaissances comme des réseaux de techniques et de discours fondés sur les techniques – dans lesquels les concepts de base peuvent avoir des significations différentes selon le type d'institution où ils sont utilisés.

1.1.1. LE CURRICULUM SCOLAIRE DES MATHÉMATIQUES

« [Les corps de connaissances] doivent être transformés, déconstruits, reconstruits pour s'adapter à leur nouveau cadre institutionnel » (Chevallard et Bosch, 2014, p. 171).

Par conséquent, si les corpus de connaissances (en tant que praxéologies) utilisés dans différentes activités peuvent partager des similitudes, ce sont des constructions originales qui correspondent aux finalités institutionnelles des groupes sociaux dans lesquels elles sont utilisées.

Le sociologue genevois Michel Verret (cité dans Chevallard, 1985/1991) affirme que le système éducatif est une institution spécifique dédiée à la transmission de la culture nécessaire à la jeune génération pour agir de manière adéquate et ciblée dans divers groupes sociaux et diverses activités. Les ensembles de connaissances qui existent dans le système scolaire sont choisis spécifiquement à des fins d'enseignement et d'apprentissage. Ils sont façonnés par des contraintes spécifiques (division en matières, contraintes de temps, évaluations, etc.). La transposition didactique constitue l'ensemble des transformations que subissent les savoirs utilisés en société pour s'adapter aux contraintes spécifiques du système éducatif.

Le programme actuel est le résultat de changements par rapport aux programmes précédents et aux influences des besoins sociaux actuels et des décisions politiques :

« La société dans son ensemble, c'est-à-dire la société s'exprimant à travers sa culture, doit d'abord reconnaître l'ensemble supposé des connaissances comme des connaissances enseignables. ... [Sinon], le système d'enseignement sera accusé d'être coupé du reste de la société – du monde dit réel Il sera accusé d'ignorer avec arrogance les besoins de la société. » (Chevallard, 1988 : p. 9.)

Par conséquent, différentes visions de l'enseignement des sciences sont formulées par différents groupes sociaux (Roberts, 2007a, 2007b, 2011). La formulation finale d'un texte de programme est un compromis politique atteint entre divers groupes et divers intérêts (Östman, 1996). Dans l'enseignement des sciences, la construction du programme d'études est un processus qui s'appuie sur les pratiques institutionnelles actuelles impliquant des connaissances scientifiques.

Le choix des pratiques scientifiques qui constituent la référence de ce qui sera enseigné en classe entraîne des conséquences importantes sur le contenu du curriculum. En particulier, les buts assignés à l'enseignement des sciences sont influencés par les finalités des pratiques scientifiques dont ils sont issus. La recherche sur les programmes de sciences a mis en évidence certaines tendances concernant les finalités de l'enseignement des sciences telles qu'elles sont ancrées dans les programmes, qui ont conduit à la formalisation d'une typologie en termes de traditions d'enseignement (Lundqvist et al., 2012 ; Östman, 1998).

Ces méthodes d'enseignement peuvent influencer la façon dont les élèves voient la place des mathématiques dans les sciences, mais aussi la place des connaissances scientifiques par rapport à d'autres types de connaissances. Ainsi, chaque curriculum, caractéristique de chaque contexte, reflète une transposition didactique spécifique dans la manière dont les matières sont divisées et dans le choix de ce qui est inclus ou exclu.

La fondation Piaget⁵ part du principe que les enseignements élémentaires des mathématiques modernes sont en échec, car il y a amalgame entre l'apprentissage concret et intuitif et l'enseignement verbal des exercices. Les découvertes de la mathématique moderne sur l'enseignement élémentaire tiennent à la confusion trop fréquente qui est faite entre la notion de concret et celle de perception ou d'intuition, confusion sur laquelle se greffent des exercices inadéquats.

« La psychologie génétique a certes mis en évidence l'existence d'un lien entre le développement de l'intelligence infantine et des structures mathématiques abstraites théorisées par les mathématiciens de la fin du dix-neuvième siècle et du début du vingtième. Mais ce qui est en jeu dans ce lien sont, du côté de l'enfant, des structures opératoires qui n'ont pas à être décrites par lui et qui sont largement inconscientes. »⁶

Piaget considère que pour préparer, dès l'enseignement primaire, les enfants à un enseignement ultérieur de la mathématique moderne, il convient de leur présenter d'une façon non théorique et non abstraite des exercices sur les structures opératoires. Cette méthode évite toute rupture ultérieure de forme d'enseignement en mathématique.

Selon Piaget :

« il ne s'agit pas d'enseigner les structures, c'est-à-dire de les décrire sous forme figurative, de les verbaliser et de les théoriser avec les enfants, mais de favoriser, à travers l'enseignement, leur exercice ... ; ce qui se fera par l'intermédiaire de problèmes qui, dans leur contenu, sinon dans la méthode par laquelle on les soumet aux enfants, peuvent s'apparenter en partie au moins aux problèmes arithmétiques posés

5. Fondation Piaget (2022) :

https://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/ModuleFJP001/index_gen_page.php?NIV=1&MENU=4&IDMODULE=13&IDPAGE=221

6. Fondation Piaget (2022) :

https://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/ModuleFJP001/index_gen_page.php?IDPAGE=221&IDMODULE=13

dans l'enseignement traditionnel (mais qu'il conviendrait alors de compléter par des problèmes exerçant les opérations logiques). »⁷

Il semble nécessaire que la formation des enseignant·e·s couvre également la psychologie et l'épistémologie génétiques. En effet, cette dernière a mis en évidence que la pensée mathématique de l'enfant – son savoir spontané – et la mathématique savante, moderne, entretiennent des rapports complexes. Aussi l'enseignant doit-il avoir connaissances de ces multiples paliers.

De même, la psychologie génétique a démontré que lorsque des enfants – ou des adolescents – d'âges proches doivent résoudre des problèmes de mathématique présentés par des psychologues, quasiment tous les réussissent, quel que soit leur niveau scolaire en mathématique⁸.

Or malgré cette constance, nombre de ces enfants et de ces adolescents rencontrent des difficultés scolaires dans les matières scientifiques. Selon Piaget, la raison en serait les méthodes d'enseignement classique de la physique ou des mathématiques, généralement trop abstraites, car trop verbales et frontales.

« Se basant sur les liens de filiation logique entre les opérations qualitatives et quantitatives (métriques) mis en évidence dans le développement de la pensée logico-mathématique de l'enfant, Piaget suggère aussi que l'enseignement permette aux élèves de réfléchir plus longuement à la structure qualitative des problèmes de science auxquels ils sont confrontés. »⁹

Piaget met toutefois en garde contre le privilège traditionnellement accordé au numérique par rapport au qualitatif – ignoré dans l'enseignement traditionnel –, alors même que les opérations qualitatives sous-tendent les opérations quantitatives : actions, opérations et abstraction réfléchissante. Selon cette

7. Fondation Piaget (2022) :

https://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/ModuleFJP001/index_gen_page.php?IDPAGE=221&IDMODULE=13

8. Fondation Piaget (2022) :

https://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/ModuleFJP001/index_gen_page.php?IDPAGE=221&IDMODULE=13 (JP72b, p. 18)

9. Fondation Piaget (2022) :

https://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/ModuleFJP001/index_gen_page.php?IDPAGE=221&IDMODULE=13

psychologie génétique, les opérations logiques et arithmétiques se développent environ au même moment de la croissance infantine.

Piaget (1950) suggère une pédagogie en deux temps : partir d'abord de l'action ou de l'opération – de leur réussite et leur compréhension –, pour aborder après seulement le thème et la théorie. En d'autres termes, l'enseignement ne peut réussir que s'il s'appuie sur les mécanismes internes de construction de connaissances que la psychologie a mis en évidence chez l'enfant (les mécanismes d'équilibration et d'abstraction réfléchissante notamment).

1.1.2. LA PÉDAGOGIE ACTIVE

Dans une société de plus en plus diversifiée et pluriculturelle, il est illusoire de croire que les enseignant·e·s exercent dans une classe homogène. Il est donc important de tenir compte des capacités et des prérequis de chaque élève (Meirieu, 2016). La pédagogie active est centrée sur les élèves. Elle tient compte de leurs différentes capacités et de leurs différents savoirs. Malgré les diverses pratiques de différenciation actuellement appliquées en classe ordinaire, certains élèves nécessitent d'autres approches pour leur permettre d'acquérir des savoirs et des compétences qui leur seraient autrement inaccessibles.

Être actif dans l'apprentissage et la construction de son propre savoir est la base de cette pédagogie. La pédagogie active s'inscrit donc dans la démarche du constructivisme. Elle permet à l'élève de devenir

« ... le moteur de l'apprentissage. C'est une forme d'action d'expérience. La motivation est intrinsèque. L'élève apprend mieux s'il est engagé personnellement dans une action et dans un groupe coopératif participatif. Cette méthode constitue un apprentissage de la vie sociale (participation, coopération et savoir-être). La mémorisation est facilitée par l'échange, l'activité et la découverte personnelle. » (Lardé, 2019, p. 21)

L'enseignant devient un accompagnateur·trice qui aide les élèves à canaliser leurs activités, par moments en montrant et en donnant des exemples, au travers d'un questionnement.

Les élèves créent leurs propres liens et les discutent avec leurs pairs. L'apprentissage devient une situation sociale, qui tient compte des besoins évolutifs des élèves. En comparaison avec les méthodes plutôt magistrales et traditionnelles, la pédagogie active montre des avantages clairs. Des différences significatives sont à trouver dans :

- le processus d'acquisition de connaissance, « apprendre à apprendre » ;
- le comportement de groupe où ils sont davantage centrés sur la tâche cognitive ;
- le temps de l'échange de points de vue différents ;
- le sentiment d'intérêt d'aller plus loin dans le développement d'un nouveau type de savoir, le « savoir-devenir » (Lardé, 2019, pp. 24-25).

D'après John Dewey (1916), le fondateur de la pédagogie « apprendre en faisant » (*learning by doing*) aux États-Unis, les élèves apprennent à penser, à s'adapter à leur environnement, à connaître leurs propres intérêts et à gagner en autonomie.

La pédagogie active place les élèves dans le rôle d'un chercheur scientifique qui met sa curiosité naturelle au service du savoir. Il y a plusieurs formes de pédagogies actives, comme la pédagogie par projets, par la conception, par études de cas ou encore la classe inversée. En classe inversée particulièrement, l'élève devient acteur central de son apprentissage.

Meirieu (2016, p. 178) écrit dans la postface de son mode d'emploi pour l'école :

« C'est l'élève qui apprend et nul ne peut apprendre à sa place... Et puisqu'il n'y a pas deux élèves identiques, il n'y a apprentissage réussi que dans un enseignement différencié. »

La structure et les besoins actuels des écoles publiques imposent une pédagogie axée sur les résultats et sur des tests standardisés, s'opposant aux principes de la pédagogie active et individuelle. En conséquence, les principes de la pédagogie active auraient été progressivement remplacés par une pédagogie plus frontale.

Une approche normée convient aux élèves qui peuvent atteindre les résultats prédéfinis dans le cadre de cette norme. Cependant, la même approche peut poser

des défis majeurs aux élèves en difficultés et notamment dans une structure de soutien.

La problématique est donc l'abandon de la pédagogie active au sein de l'école ordinaire et la nécessité de la réintroduire pour aider tous les élèves. Dans le cadre de cette étude, il s'agit concrètement de l'utilisation d'une pédagogie active au sein d'une structure de soutien, dans le but de tendre vers l'inclusion des élèves.

1.2. LA PÉDAGOGIE MONTESSORI

Cela nous amène à la méthode de Montessori (Montessori, 2010), qui fait le constat concernant l'apprentissage, que l'éducation n'est pas apportée par le maître, mais que c'est un processus naturel de développement spontané humain, non obtenu par l'écoute des mots, mais par l'expérience dans son environnement naturel. Pour développer pleinement le potentiel invisible des apprenants, Maria Montessori demande de leur donner la liberté de choix pour explorer leur environnement, de préparer à l'apprentissage par des matériels beaux, qui suscitent l'intérêt des élèves et qui – lorsque c'est possible – sont autocorrectifs. La méthode d'enseignement Montessori se concentre sur la qualité plutôt que sur la quantité. Les enseignant·e·s assistent les apprenants avec la méthodologie d'enseignement par tous les sens, préconisée par Maria Montessori.

En classe, Montessori vise à atteindre une harmonie, moteur du succès de la relation pédagogique. Cette idée d'apprendre harmonieusement inspire son concept « de la classe où les enfants travaillent spontanément et à leur rythme, où l'adulte prépare les conditions de la rencontre de chacun avec le matériel qui lui convient et garantit la sécurité et la sérénité de cette rencontre » (Meirieu, Entretien Bottero, s. d.).

Montessori veille à ce que les élèves travaillent dans un environnement stimulant, mettant un vaste choix de matériel à disposition pour permettre une répétition des exercices, le libre choix du travail et un auto-contrôle des erreurs. Cette méthode demande en même temps des compétences transversales, comme l'ordre dans l'environnement, et de bonnes relations sociales, un soin méticuleux de la personne et de son environnement ainsi que l'autodiscipline dans l'exécution des tâches, sans la présence déstabilisante de punitions ou de récompenses (Montessori, 2018). Un climat de classe calme et un environnement organisé sont la base de sa pédagogie.

Ainsi, les programmes Montessori pour adolescents offrent des environnements réfléchis – « créer un cadre et mettre en place des rituels ... », favoriser les rencontres et offrir des prises, ouvrir l'horizon pour que l'adolescent ne soit pas enfermé à l'intérieur d'un chemin tracé et imposé par d'autres ... », inscrire

l'expérience dans une histoire : le problème de beaucoup d'adolescents est qu'ils en restent à l'expérience sans l'inscrire dans une histoire » (Meirieu, 2010) – et des enseignant·e·s expérimentés à l'écoute de ces besoins, préservant le bien-être des jeunes apprenants, tout en les préparant à l'âge adulte.

Cela permet aux élèves d'apprécier le processus d'apprentissage et favorise en outre la mise en œuvre d'une concentration particulière, appelée la polarisation de l'attention.

1.2.1. LA POLARISATION DE L'ATTENTION

La polarisation de l'attention pourrait être traduite par la focalisation et la concentration de l'élève sur un nouveau concept. Cependant, selon l'approche Montessori, c'est à comprendre comme un processus au centre même de la méthodologie. C'est la capacité de concentration profonde qu'a un élève au cours de l'étude d'un sujet ; une concentration qui se poursuit sans interruption de l'extérieur, jusqu'à la pleine compréhension de l'objet étudié, instant alors jubilatoire pour l'enfant.

Selon Montessori (1958, p. 263), la polarisation de l'attention est le facteur le plus important dans la construction de l'enfant. Par conséquent, tous les efforts de l'adulte doivent être focalisés vers le développement de ce mécanisme afin qu'il soit transférable dans d'autres domaines plus tard. Aujourd'hui, ce mécanisme pourrait être traduit par le terme « *flow* ».

Les enseignant·e·s Montessori adoptent donc une approche holistique permettant aux élèves d'apprendre plus efficacement. Chaque apprenant est considéré comme un individu qui ne doit pas être guidé ni contrôlé en permanence par un adulte. Il doit être orienté pour découvrir naturellement et activement l'objet d'apprentissage. Il ne s'agit pas de forcer l'apprentissage. Un apprentissage efficace se produit lorsque les sens de l'apprenant sont activés.

Pour une mise en œuvre efficace de cette pédagogie, il s'agit donc également de revoir la posture de l'enseignant spécialisé. Selon Montessori (2018), les enseignant·e·s sont des guides dans l'apprentissage, accompagnant les enfants sur le chemin de l'autonomie, avec pour devise : « Aide-moi à faire seul ». La devise des

élèves de 9 à 12 ans se résume à : « Aidez-moi à penser par moi-même » ; et finalement, à l'adolescence, la devise a évolué pour devenir : « Aidez-moi à vivre avec les autres ». Montessori conseille aux enseignant·e·s de savoir attendre en regardant.

Par conséquent, l'environnement de la classe Montessori est unique. Il se caractérise par une approche centrée sur l'élève qui permet aux élèves de gérer leur temps, d'exercer leurs choix, de s'organiser et de pratiquer l'autorégulation dans un contexte de groupe.

« L'observation scientifique a établi que l'éducation n'est pas ce que l'enseignant donne ; l'éducation est un processus naturel réalisé spontanément par l'individu humain et s'acquiert non par l'écoute de mots, mais par des expériences sur l'environnement. La tâche de l'enseignant devient celle de préparer une série de motifs d'activité culturelle, répartis dans un environnement spécialement préparé, puis de s'abstenir de toute ingérence importune. Les enseignants humains ne peuvent qu'aider le grand travail qui est fait, comme les serveurs aident le maître. Ce faisant, ils seront témoins de l'épanouissement de l'âme humaine et de la montée d'un Homme Nouveau qui ne sera pas victime des événements, mais aura la clarté de vision pour diriger et façonner l'avenir de la société humaine. »¹⁰

Ce développement de l'autogestion indépendante est crucial pour réussir dans l'enseignement supérieur et à l'âge adulte.

Il en résulte, que le matériel utilisé dans le cadre de la pédagogie Montessori a été développé pour soutenir au mieux la polarisation de l'attention. Le but est de représenter un concept à apprendre en permettant la plus grande indépendance possible à l'élève pour qu'il puisse se focaliser et construire « sa propre découverte ».

10. Tout aide : [MARIA MONTESSORI, MD \(1870-1952\) N°2 - Tout Aide \(tout-aide.info\)](https://tout-aide.info)

1.2.2. LE MATÉRIEL MATHÉMATIQUE MONTESSORI

Pour Maria Montessori, le programme des mathématiques est une discipline créative et interdisciplinaire qui s'est développée au fil des siècles, fournissant la solution à certains des problèmes les plus intrigants de l'histoire.

Les compétences en mathématiques sont essentielles dans la vie quotidienne ainsi qu'en sciences et technologie et elles sont requises dans les finances dans la plupart des professions.

Ainsi, une éducation mathématique de haute qualité fournit la base pour comprendre le monde, la capacité de raisonner mathématiquement, et peut procurer un plaisir et une curiosité pour leur application.

Dans l'approche Montessori, le matériel adéquat joue un rôle essentiel, car il est réel et reste présent, contrairement à la voix de l'enseignante. L'approche différenciée avec ce matériel permet l'apprentissage de thèmes – même complexes – par le biais d'une approche

visuelle, sensorielle, autocorrective ainsi que par la répétition et le mouvement.

« En mathématiques, le matériel concret aide à appréhender des concepts très abstraits et donne du sens aux choses, ... car certains jeunes ont de grandes difficultés avec l'abstraction. » (D'Esclaibes, 2017, p. 36)

La manipulation du matériel autocorrectif donne un retour immédiat à l'élève sur le résultat de son action et évite ainsi la relation souvent déséquilibrée entre l'enseignant·e et l'élève. Le matériel doit être agréable, beau, propre et attractif.



Image 1 – Etagère avec du matériel mathématique Montessori

« Les collégiens ont encore besoin de manipuler du matériel, et d'outils pour apprendre par eux-mêmes. ... Les mains sont étroitement reliées au cerveau. Tout ce qui aura été touché, manipulé par le jeune, représentera des acquisitions beaucoup plus durables. » (D'Esclaibes, 2017, p. 36).

Chaque matériel est accompagné d'une ou de plusieurs méthodes d'apprentissage du thème traité, expliquées par les enseignant·e·s.

Mérieu (2018, p. 3) écrit :

« Maria Montessori a conçu des outils très précis, censés, en même temps, correspondre aux “lois du développement de l'enfant” et à la structuration des savoirs : les blocs logiques, comme l'ensemble de son matériel, constituent ainsi une “interface” entre l'intelligence de l'enfant et la structure des mathématiques. Ils fonctionnent parce qu'il y a, en principe, un isomorphisme rigoureux entre leur “forme”, la “forme” de l'esprit de l'enfant à une période donnée et la “forme” de la connaissance à acquérir ; ces trois éléments se superposent comme trois “couches” et s'ajustent si précisément que l'enfant en est heureux en même temps qu'il devient savant : c'est cet “ajustement” que Montessori désigne par l'expression d’“esprit absorbant”... un ajustement qu'il ne faut pas interrompre inutilement par des interventions intempestives de l'adulte ou de ses camarades qui ne feraient que distraire l'enfant de l'essentiel. »

Ces outils sont issus d'un travail minutieux d'observations préalables par Maria Montessori, qui a permis de développer des solutions les mieux adaptées (Bitter, 2011, Darbietungen).

L'utilisation de ces outils est encadrée par les principes de la pédagogie Montessori. Rappelons-le, la polarisation de l'attention – ou *flow* – est primordiale.

Toutefois, la méthode Montessori en mathématiques vise à assurer d'une façon pluridisciplinaire que tous les élèves :

- comprennent les fondements des mathématiques, notamment par le biais varié et une pratique fréquente des problèmes qui se complexifient au fil du

temps, de sorte que les élèves acquièrent une compréhension conceptuelle et la capacité de rappel et d'appliquer les connaissances (abstraction). Il s'agit donc d'une approche inductive ;

- puissent raisonner mathématiquement, en supposant des relations et des généralisations, et en développant un argument, une justification ou une preuve en utilisant un langage mathématique (Gardes et al., 2021).

Il est important qu'un matériel ou une approche demandent une seule nouvelle difficulté à la fois.

« Avant de ... proposer toute activité, tout travail, il est important de réfléchir au nombre de difficultés qu'ils auront à dépasser pour réussir. S'il y en a plus d'une, il faut organiser l'activité différemment pour que les difficultés puissent être surmontées les unes après les autres. »
(D'Esclaiques, 2017, p. 49)

Afin que le travail avec ces matériels soit efficace, Montessori préconise un cadre de travail serein, soutenu par un climat de confiance et de dialogue mutuels.

Dans la pédagogie Montessori, le travail avec le matériel suit des règles ritualisées.

Le thème traité est énoncé avant de commencer l'apprentissage. Tout est arrangé pour favoriser l'autonomie de l'élève.

Il apprend où se trouve le matériel dans la salle, comment il doit l'installer et il suit une démonstration faite par l'accompagnateur·trice.

Les explications courtes sont données avant chaque geste précis, pour que l'élève puisse se focaliser sur une action unique. L'apprentissage inclut également le nouveau vocabulaire (au maximum trois à quatre mots à la fois).



Image 2 - Etagère avec du matériel mathématique Montessori

La première étape permet à l'élève d'apprendre le concept, les gestes et le vocabulaire. La deuxième étape permet à l'élève de répéter les gestes et le vocabulaire associé. La troisième étape dissocie les gestes auparavant appris et démontre donc une parfaite assimilation du concept et du vocabulaire associé.

L'utilisation du matériel s'inscrit donc parfaitement dans la démarche des études des microgénèses didactiques. « Les microgénèses didactiques s'intéressent particulièrement aux processus d'acquisition se déroulant dans des situations où la visée d'enseignement et d'apprentissage est explicite. » (Balsev, 2020, p. 11)

L'apprentissage se déroule toujours de la même façon afin que l'élève puisse entièrement se concentrer sur le contenu. Le matériel étant autocorrectif, l'élève peut s'assurer seul de son niveau d'assimilation du concept (Montessori, 2018).

1.2.3. LA MÉTHODE DE TRAVAIL AVEC UN MATÉRIEL SELON MONTESSORI

La méthode de travail avec un matériel Montessori suit toujours les mêmes étapes et les mêmes principes et s'apparente à un rituel pour une personne qui découvre la méthode.

Pour illustrer la méthodologie, celle-ci est présentée ci-dessous telle qu'utilisée dans le contexte d'une école Montessori avec un environnement spécialement préparé à cet effet. Plus loin sera présentée l'adaptation de la méthode dans le contexte d'une école classique ou, plus précisément, dans une salle préparée au sein de la structure spécialisée en secondaire 1, où a eu lieu cette étude.

Montessori a déterminé que l'apprentissage des élèves est tout autant inconscient que conscient. Pour soutenir la partie inconsciente de l'apprentissage, les codes couleurs des matériels sont toujours les mêmes : vert pour les unités, bleu pour les dizaines, rouge pour les centaines et de nouveau vert pour les unités de milliers.

Elle estimait que pendant l'apprentissage, le processus d'un concept mathématique est bien plus important que le résultat. Ou autrement dit, si l'élève a bien compris et intégré un concept mathématique, des résultats corrects en seront la conséquence.

Si l'on considère cette idée de base, deux concepts centraux de la méthodologie Montessori semblent évidents : l'élève doit pouvoir découvrir le concept sous la forme la plus simple en veillant qu'à tout moment une seule difficulté soit traitée. L'élève doit se sentir en sécurité et avoir le temps de faire sa propre expérience.



Image 3 - Exemple d'un matériel mathématique

Si l'introduction est bien faite et que le l'élève est dans une zone de confort pour apprendre, la polarisation de l'attention peut avoir lieu, ce moment où l'élève est entièrement focalisé sur l'apprentissage d'un concept avec un matériel et passionné par celui-ci.

Dans l'idée de sécuriser l'élève, il y a par principe un respect mutuel entre l'élève et l'accompagnateur·trice, envers le matériel ; aussi, aucun jugement qu'il soit négatif ou positif ne sera exprimé. L'accompagnateur·trice reste à tout moment calme et interrompt une activité seulement si cela est nécessaire afin de la reprendre lors d'un moment plus opportun pour l'apprentissage.

Dans une école Montessori, la démarche entière de travail avec un matériel est développée et soumise à ces concepts.

Prérequis pour la présentation et le travail avec un matériel

Les conditions pour la présentation et le travail d'un matériel sont alors les suivantes :

- La ou le pédagogue connaît bien le matériel, la démarche et le concept à apprendre.
- Il y a assez de temps à disposition pour la démonstration et pour le travail de l'élève.
- L'élève a la possibilité d'assouvir ses besoins de base avant de commencer (boire, toilettes, mouvement, etc.).

- Un espace de travail défini est à disposition – typiquement un tapis vide et propre.
- L'ambiance est calme, agréable et studieuse.
- La présentation a été proposée et l'élève est intéressé à découvrir le matériel et le concept.

La présentation

L'accompagnateur·trice est conscient·e qu'il ou elle devra prendre le temps de réaliser la présentation.

Il ou elle s'ouvrira à un échange direct avec l'élève avec un contact visuel et en parlant directement et uniquement à cet élève. L'élève est au centre de l'attention de l'accompagnateur·trice.

Si l'accompagnateur·trice est droitier·ière, il ou elle se met à droite de l'élève afin de lui montrer au mieux les mouvements. Les éléments du matériel sont toujours posés et présentés de la même façon : de gauche à droite et du haut vers le bas.

Le matériel est toujours porté et tenu de la même façon. Ceci aussi est inhabituel pour les adultes et cela peut s'apparenter à une pantomime, à la première observation.

Tout matériel est montré par l'accompagnateur·trice en trois temps. Le premier étant la définition des éléments en les montrant. Le deuxième, la confirmation de ces notions en les demandant à l'élève de façon variée. Le troisième temps seulement implique l'opération à effectuer.

L'ambiance pendant la présentation est sereine :

- elle est faite avec des gestes calmes et précis ;
- l'élève a du temps pour observer et internaliser ;
- il y a régulièrement des petites pauses de réflexion ;
- peu de mots sont utilisés par l'accompagnateur·trice et ceux-ci sont toujours en alternance avec les gestes (principe de la difficulté unique).

L'accompagnateur·trice met en valeur les aspects essentiels et fait des pauses pour les mettre en évidence. Si la présentation est bien faite, l'élève peut établir un lien

affectif avec le matériel. Idéalement, le concept mathématique commence à fasciner l'enfant.

Cette façon de présenter calmement et par étapes distinctes représente un apprentissage en soi pour l'accompagnateur·trice, car les adultes ont tendance à faire des mouvements trop rapides et souvent en parallèle, empêchant les élèves de suivre et d'intégrer la présentation.

La présentation est toujours tenue jusqu'à son terme et ne doit pas être interrompue. La seule exception est quand l'élève est déconcentré et que son intérêt diminue. Dans ce cas, l'accompagnateur·trice propose de recommencer la présentation une nouvelle fois.

Le travail de l'élève avec le matériel

Quand l'accompagnateur·trice a terminé la présentation, il ou elle propose à l'élève d'essayer, si elle ou il voit que l'élève est disposé à continuer.

Dans ce cas, il ou elle se retire et observe l'élève à distance en restant à disposition de l'élève si celui-ci demande clairement une explication.

L'accompagnateur·trice prend des notes de ses observations du travail de l'élève. Ces notes lui serviront à estimer la progression de l'élève, à améliorer le soutien auprès de l'élève et à sélectionner les prochains matériels et thèmes à traiter.

L'élève peut travailler avec le matériel aussi longtemps qu'il le souhaite et à la vitesse qui lui convient.

Après le travail de l'élève

Quand l'élève a utilisé pour la première fois un matériel, l'accompagnateur·trice l'aide à ranger le matériel pour que l'élève apprenne comment ranger ce matériel spécifique et où. La prochaine fois, l'élève prendra alors la responsabilité du rangement, s'il en a la capacité.

La place de travail est rangée et nettoyée directement après son utilisation.

L'élève pourra refaire des exercices pour apprendre le concept mathématique autant de fois qu'il le voudra pour l'internaliser, la répétition étant un autre concept central de la pédagogie Montessori.

La démarche, le comportement et les gestes pour la présentation du matériel et l'observation des élèves représentent une partie importante de la formation de la pédagogie Montessori. En particulier, les gestes calmes et précis demandent à un adulte un certain entraînement pour pouvoir être effectué naturellement¹¹.

Même formé, il est indiqué de regarder plusieurs vidéos ou manuels concernant l'emploi du matériel et d'apprendre la démarche, les gestes et le vocabulaire adéquats avant de l'utiliser.

¹¹ Exemple de d'Esclaibes (2016) : <https://youtu.be/wWmqSfkQsK4>

1.2.4. EXEMPLES D'UTILISATION D'UN MATÉRIEL MONTESSORI

Les « cubes dorés » (voir « Annexe 7 : Le matériel Montessori sélectionné ») permettent plusieurs l'utilisation pour des multiples concepts mathématiques : la construction du nombre, ainsi que la compréhension de plusieurs opérations mathématiques, notamment l'addition, la multiplication, la soustraction et la division. Les cubes dorés sont un matériel similaire, mais plus onéreux.

Ce matériel permet à l'élève de comprendre la structure du système décimal en effectuant une opération de base ; il sert aussi la préparation à la compréhension géométrique. Il peut être utilisé de façon statique (sans échange) et dynamique (avec échanges vers la valeur de position supérieure).

Pour simplifier les exemples suivants, nous partons du principe que l'élève a déjà pu manipuler les cubes dorés et le set de cartes. Ils lui sont donc familiers et il peut les associer sans souci.

Le matériel « les cubes dorées » (« Annexe 7 : Le matériel Montessori sélectionné »)

Le matériel est constitué de :

- 100 cubes d' unités
- 45 bâtons de dizaines
- 45 carrés de centaines
- 9 cubes de milliers

et de cartes :

- jeu de petites cartes de 1 à 3 000
- jeu de petites cartes de 1 à 9 000
- jeu de grandes cartes de 1 à 9 000 pour les réponses



Image 4 - Matériel "les cubes dorées"

Il consiste aussi en quatre plateaux pour porter le petit matériel, ainsi que de petits bols pour déposer les unités.

Les élèves reçoivent des cartes présentant au recto des exercices et au verso la réponse sous forme de photo de la bonne disposition et du résultat chiffré.

Présentation de l'introduction de l'addition

L'accompagnateur·trice demande à l'élève de chercher le nombre de cubes qu'il souhaite sur un plateau. Ensuite, il ou elle demande à l'élève de tout verser sur le

tapis de travail en disant : « Voilà, maintenant nous avons tout mis ensemble. Ce que nous appelons une addition. » Parfois, l'élève veut encore savoir quel nombre représentent les cubes déposés. L'élève doit donc structurer des unités aux milliers et chercher les cartes correspondantes pour représenter la somme.

Présentation de l'addition statique avec quatre chiffres

Le jeu de l'addition s'effectue avec plusieurs enfants qui ont des rôles différents :

- certains enfants posent les grands et les petits jeux de cartes sur le tapis ;
- un enfant gère le matériel des cubes dorés et échange au besoin. C'est le banquier ;
- trois enfants jouent le courrier. Ils transportent les cubes et les jeux de cartes de l'endroit où ils sont rangés vers la place de travail et inversement ;
- un élève est l'opérateur. Il exécute les calculs.

L'accompagnateur·trice choisit des nombres qui ne nécessitent aucun échange lors de l'addition ; par exemple 1 124, 2 211, 3 323, etc. L'accompagnateur·trice dit à chaque élève courrier de chercher un nombre à quatre chiffres. Ils prennent les plateaux et cherchent les cubes et les cartes correspondantes.

L'accompagnateur·trice demande à chaque enfant le nom du nombre qu'il a cherché. Ensuite, tous les cubes sont mis ensemble sur le tapis. L'addition est donc terminée. L'accompagnateur·trice exprime : « Nous avons additionné. »

Le calcul est alors représenté avec des cartes à chiffres qui sont posées à côté et en rangées verticales.

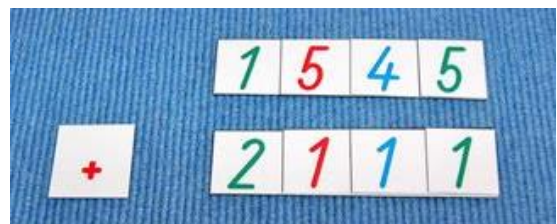


Image 5 - Calcul posé

Les élèves rangent les cartes d'après leurs valeurs et se mettent d'accord sur le résultat

final. Ils posent la somme avec le grand jeu de cartes. À la fin, les élèves expliquent ce qu'ils ont fait. L'accompagnateur·trice demande au premier enfant : « Combien de cubes avais-tu ? » ; au deuxième enfant : « Et toi ? » et au troisième également. « Et donc tout ensemble cela fait... »

De nouveau, les élèves structurent le matériel. Ils posent les unités avec les unités, les dizaines avec les dizaines, etc. Le banquier échange si nécessaire vers la valeur supérieure.

Après des répétitions multiples, l'accompagnateur·trice ajoute le signe opératoire des additions et dit : « Ceci est le signe pour l'addition : un plus. » Après maintes répétitions, l'accompagnateur·trice note le calcul entier sur une feuille.

Présentation de l'addition dynamique avec quatre chiffres

Lors de l'addition dynamique, l'accompagnateur·trice ne dit plus aux élèves quels nombres ils doivent chercher. Ils choisissent seuls. Automatiquement, ils choisiront des nombres qui demandent un échange vers une valeur supérieure.

Lors de cette première approche, il n'est pas important que le résultat soit juste, mais il s'agit de faire les gestes justes quand le matériel est mis ensemble.

La façon de procéder est la même que lors du jeu d'addition sans échange.

Quand les élèves progressent dans les échanges, ils peuvent recevoir des cartes avec des exercices, qui présentent les résultats au verso



Image 6 - Cartes de questions autocorrectives

1.3. LA QUESTION DE RECHERCHE

Cette étude concerne concrètement l'utilisation d'une pédagogie active sur les principes Montessori au sein d'une structure de soutien, pour soutenir les élèves.

Dans le contexte de la présente recherche, les données récoltées correspondent à la population d'élèves de la neuvième HarmoS de la structure de soutien en secondaire I d'une école jurassienne. Elles ne représentent pas d'autres structures de soutien.

Mon expérience personnelle d'enseignante, diplômée en enseignement Montessori de 3 à 12 ans (*Aachener Montessori Diplom*), m'a convaincue de l'utilité et de l'efficacité des méthodes et du matériel Montessori. Cette utilisation m'est donc naturelle et fait partie des compétences investies quotidiennement dans mon travail.

La conviction de l'utilité de cette approche était jusqu'à ce jour empirique et fondée principalement sur le travail avec des élèves du primaire. J'ai donc été motivée pour m'investir dans un travail avec des élèves du secondaire I (pré-adolescents) et pour mener une étude de recherche qualitative et structurée afin de confirmer ou d'infirmer l'utilité de ladite approche dans ce contexte.

Résumé de l'approche Montessori

Maria Montessori avait créé un environnement de travail clairement défini. Un de ses piliers est un environnement beau, ritualisé, agréable et calme avec du matériel qui invite les élèves à l'utiliser. Un matériel diversifié et unique est identifiable lorsque l'élève accède à la salle de cours. Cette liberté constitue un pilier de l'indépendance de l'élève dans l'apprentissage et dans le choix du matériel.

À l'école publique, l'approche standard est souvent encore, malgré une différenciation, une approche frontale. L'emploi du matériel Montessori, avec ses libertés et ses contraintes, constitue donc un apprentissage en soi pour les élèves.

Ils doivent tout d'abord apprendre à gérer davantage de liberté, comme la liberté du mouvement et du choix du matériel. Ils doivent aussi apprendre à soigner le matériel et à le partager avec leurs pairs. Ils doivent également apprendre à estimer le niveau de leurs connaissances pour pouvoir travailler avec un matériel.

Il est donc souhaitable de commencer à des niveaux simples qui permettent aux élèves d'acquérir d'abord ces compétences, avant d'aller plus loin dans l'apprentissage des mathématiques. Une fois ces compétences acquises, la facilité du matériel (une difficulté à la fois) pourra aider les élèves à comprendre des savoirs mathématiques.

Les élèves doivent se sentir en sécurité et assez libres de pouvoir choisir un matériel. Quand ils se sentent prêts à travailler et se consacrent par eux-mêmes à un travail, ils seront aisément plus à même de se plonger dans leurs apprentissages. La difficulté consiste également à perpétuer leur assiduité en structure de soutien.

Il est probable que les élèves qui se sentent à l'aise dans le travail avec un matériel auraient envie de l'utiliser à leur guise. Pour cela, il faut créer des situations qui leur permettent un travail libre avec le matériel, par exemple en créant des plans de travail avec des leçons à choix libre.

Pour mener à bien cette étude, il doit être possible d'intégrer un environnement de pédagogie active dans la structure spécialisée, pour permettre l'utilisation du matériel et de l'approche Montessori et pour faciliter l'apprentissage des mathématiques aux élèves en difficultés d'apprentissage.

Question de recherche

Comment faut-il procéder dans une structure spécialisée en secondaire I avec des matériels et l'approche Montessori pour faciliter l'apprentissage des mathématiques aux élèves en difficultés d'apprentissage ?

Questions opératoires

1. Dans quelles limites et dans quel contexte proposer ces matériels et leurs méthodes ?
2. L'utilisation du matériel permet-elle la polarisation de l'attention des élèves ?
3. Comment faciliter le transfert des savoirs et des compétences acquises avec le matériel vers le travail scolaire ordinaire ?
4. Est-il possible d'intégrer un environnement de pédagogie active dans la structure spécialisée pour permettre l'application de l'approche Montessori et l'utilisation spontanée du matériel ?

2. LA MÉTHODOLOGIE

Ce travail a pour thème l'utilisation du matériel Montessori en mathématiques en structure spécialisée du secondaire I. Il a pour but de favoriser un travail ainsi qu'une polarisation de l'attention des élèves sur un thème particulier et de transférer les compétences acquises en savoir scolaire traditionnel.

2.1. FONDEMENTS THÉORIQUES

Cette recherche s'inscrit dans les méthodes heuristiques et praxéologiques permettant « au chercheur une démarche de recherche-action avec une analyse microgénétique didactique » (Catroux, 2002, p. 8). Cette approche est ordinairement l'inverse des méthodes nomothétiques, dont l'objectif est la mise en évidence de certaines régularités générales.

De ce concept, la perception de la démarche de recherche-action se formule comme « un champ grandissant de la recherche éducative dont le but primordial est la reconnaissance des demandes des enseignants pour passer de l'étape de la réflexion organisée à la pratique de classe » (Catroux, 2002, p. 12).

Dans le cadre d'une recherche-action, j'ai choisi l'approche d'une analyse microgénétique. Selon Martinet-et al. (2006)¹² : « l'analyse microgénétique didactique est une démarche qualitative "compréhensive-interprétative" qui vise à analyser les processus d'acquisition des connaissances sur un temps court dans toute situation d'enseignement-apprentissage. »

D'après Claude (2019), le principe de recherche-action investi dans ce mémoire se porte sur cinq procédés-clés :

- observation participante, se présenter rapidement ;
- se faire oublier ;
- adopter une attitude neutre ;
- en fin d'observation, préparer l'analyse.

12 .Martinet et al (2006) : <https://orfee.hepl.ch/handle/20.500.12162/1165>

Cette recherche expérimentale et qualitative est orientée vers une description des savoir-faire pour un enseignement actif et constructif et/ou co-constructif, vérifiant son intelligibilité sur le terrain.

« ... Il ne s'agit pas de prendre en compte seulement les connaissances produites, mais également le processus de production et la posture de l'auteur quand celui-ci est à la fois acteur et auteur de sa propre recherche en lien avec sa propre action. C'est dire que la réflexion épistémologique se dote d'une épistémologie pédagogique. »
(Cadière, 2017)

2.2. PROCÉDURE DE RECHERCHE

L'étude s'est déroulée en plusieurs étapes :

- 1) Rencontre et observation des nouveaux élèves.
- 2) Définition d'un plan d'action.
- 3) Travail avec les enfants et récolte des données :
 - a. mise en place de la nouvelle organisation et des méthodes de travail ;
 - b. cours départagés entre leçons en commun et leçons en petit groupes avec le matériel ;
 - c. Transcription :
 - journal de bord détaillé ;
 - au début et à la fin de l'étude
 1. tests de connaissances ;
 2. questionnaires semi-directifs.
- 4) Rédaction du présent document :
 - a. analyse des données et des observations récoltées ;
 - b. analyse de cas particuliers en détail ;
 - c. synthèse et formulation de réponses.

Lors de la première étape, j'ai eu la possibilité de rencontrer mes nouveaux élèves et de les observer pendant plusieurs semaines au sein de la structure de soutien spécialisé.

À partir de ces observations, du niveau et du potentiel des élèves et en fonction du programme scolaire, j'ai défini les questions de la recherche, préparé des tests de compétences (pré- et post-tests) et des questionnaires semi-directifs.

Dans la deuxième étape, j'ai établi un plan d'action, en choisissant la démarche de travail avec les élèves par rapport à leur emploi du temps, compte tenu des horaires et des présences très différenciés.

Pendant la troisième étape, les cours de mathématiques ont été dispensés en deux parties :

- trois matinées par semaine, des cours de mathématiques classiques, principalement en frontal ;

- trois après-midi par semaine, des cours de mathématiques en petits groupes hétérogènes entre deux et cinq participants, en pédagogie active.

Il s'agissait dans la recherche de la « problématique du passage de l'intersubjectif, tel qu'il se déroule en situation scolaire, vers l'intrasubjectif, caractérisé par les connaissances construites dans l'interaction et donc par l'appropriation du savoir » (Balslev, 2009, p. 10).

Lors du travail avec le matériel Montessori, un journal de bord a permis de saisir des réactions et des actions des élèves en lien avec le travail et le matériel. Le journal a été transcrit dans une grille numérique au fur et à mesure, consolidant les informations dans une matrice. Il a communiqué des informations sur le déroulement, sur les observations faites et a permis de déduire des résultats. Des photos et quelques vidéos ont enrichi mes constats.

Enfin, la réalisation du présent document est principalement fondée sur :

- les résultats des pré- et post-tests ;
- les réponses aux questionnaires semi-directifs ;
- les observations en lien avec ces questionnaires ;
- les observations dans le journal de bord ;
- une analyse de cas particuliers sélectionnés.

2.2.1. LE CHOIX DES OUTILS

En première étape, les pré-tests évoqués ont été effectués afin d'évaluer les compétences en mathématiques de base des élèves. Avec un soutien individuel, le niveau estimé était une année en-dessous de leur degré actuel et les difficultés correspondaient à celles rencontrées fréquemment en mathématiques chez des élèves avec des difficultés d'apprentissage.

La deuxième étape se constituait en une évaluation de la situation. Un plan d'action a pu être mis en place. Il s'agissait de choisir les bons outils Montessori (matériels et méthodes), sélectionnés selon l'analyse afin de proposer aux élèves une nouvelle approche de la matière.

Dans un troisième temps, d'une part un travail avec le matériel Montessori en relation avec les difficultés des élèves en particulier a été effectué lors des séances

en petits groupes les après-midi et d'autre part un travail en groupe-classe, afin de leur permettre d'avancer dans le système scolaire prévu par le plan d'étude romand lors du travail en matinée.

Pré-tests – Post-tests

Les élèves ont été soumis à un test au début de l'étude (pré-test), ainsi qu'au même test avec des valeurs différentes à la fin de l'étude (post-test).

Les pré-tests, effectués entre fin octobre et début novembre (d'une à trois leçons, selon les élèves), portaient sur les notions mathématiques de base, comme la construction du nombre, les quatre opérations, l'écriture de fractions et de nombres décimaux, ainsi que leurs calculs et l'écriture des puissances. Ils ont été construits à partir d'exigences fondamentales du plan d'études romand (Mathématiques et Sciences de la Nature (MSN) 32 et 33, nombres et opérations).

Un enseignant de mathématiques de l'école, qui intervient également dans la structure de soutien, a évalué le degré de difficulté des exercices du pré-test et du post-test, pour le niveau des élèves de neuvième HarmoS en structure de soutien.

Les élèves pouvaient répondre à la vitesse qui leur convenait.

Les post-tests, au même contenu pédagogique, ont été tenus en février avant les vacances de relâche hivernale, afin d'évaluer si un changement avait eu lieu chez les élèves. Ces tests ont suivi le même schème que les pré-tests.

Ci-après, le tableau 1 présente la construction des tests. Il sert de grille de lecture pour les résultats. Sous chaque exercice, j'ai mis des notes individualisées pour chaque élève, expliquant les difficultés rencontrées dans les différents domaines. Cela m'a permis d'évaluer les différents savoirs et compétences individuels sans me focaliser uniquement sur l'aspect acquis ou non acquis. L'enseignement pouvait donc être différencié par rapport aux difficultés individuelles.

Les renseignements recueillis au pré-test m'ont permis de choisir ensuite les matériels Montessori adéquats à chaque niveau de compétence des élèves. Ce sont ces matériels que j'ai utilisés entre les deux tests. Ce niveau est détaillé dans le chapitre « Les apprentissages visés ».

	Visée	Avant l'utilisation du matériel	Après l'utilisation du matériel
		0 : pas acquis 1 : notions de base 2 : à parfaire 3 : acquis (ne sera pas travaillé)	0 : toujours pas acquis 1 : notions de base 2 : à parfaire 3 : acquis
A	1^{er} palier étapes antérieures		
A1	Ecriture d'un nombre (facile)		
A2	Nombres pairs et impairs (facile)		
A3	Classification des nombres pairs, impairs (facile)		
A4	Nombres pairs et impairs (facile)		
A5	Opérations de base, addition (moyen)		
A6	Opérations de base, soustraction (moyen)		
A7	Opérations de base, multiplication (moyen)		
A8	Opérations de base, division (difficile)		
A9	Vocabulaire sur les termes de la division (difficile)		
B	2^{ème} palier – raccrocher au travail en groupe-classe		
B1	Critères de divisibilité (moyen)		
B2	Comparer les nombres décimaux (moyen)		
B3	Additionner et soustraire des nombres décimaux (difficile)		
B4	Ecrire des produits sous la forme de puissances (moyen)		
	Notes individualisées par rapport aux exercices		

Tableau 1 - Grille d'évaluation pour pré-et post-tests à blanc

L'observation participante

Lors du travail avec la méthode et le matériel Montessori, un journal de bord a été tenu dans le but de récolter des données observables et objectives, et afin de retenir mes observations pédagogiques et personnelles.

Les élèves étaient informés que les photos servaient à constituer le matériel pour un travail professionnel. Elles étaient aussi prises pendant le temps de travail libre des élèves.

Afin d'obtenir des observations les plus neutres possibles, je me suis physiquement retirée dans la classe, pour éviter que ma présence modifie trop le comportement des élèves.

2.2.2. DÉROULEMENT PÉDAGOGIQUE DE L'ÉTUDE

Pour commencer l'étude, il était possible d'observer mes nouveaux élèves dans leur milieu naturel (la salle de soutien) sans y mettre un jugement ou une connotation.

La population : le profil des élèves

Lors de la recherche, tous les élèves de la neuvième HarmoS de la structure de soutien ont été intégrés dans la démarche. La structure se composait de dix élèves. L'un d'entre eux a été très rapidement intégré dans les classes ordinaires ; en conséquence, il ne figure que dans les pré-tests.

La répartition des genres était inégale cette année avec deux filles seulement sur dix, respectivement neuf élèves.

L'« Tableau 1 - Grille d'évaluation pour pré-et post-tests à blanc » donne un aperçu des élèves qui ont participé à l'étude. Les élèves ont été anonymisés avec des numéros identiques dans tous les documents de la recherche.

Elève	5	1	7	4	3	6	8	9	2	10
Contexte										
Autre langue maternelle										
Difficultés familiales ou foyer										
Psychologie										
Phobie scolaire *										
TDAH *										
Problème d'attachement										
Apprentissage										
Difficultés en français										
Dyslexie *										
Dyspraxie *										
Dyscalculie *										
Dysorthographe *										
Retard d'appr. général										
Apprentissage lent/très lent										
Mauvaise mémorisation à long terme										
Difficultés en double tâche										
Compréhension de texte/consignes										
Cours										
Différenciés (pt. groupes avec matériel)	2 - 3	1	2 - 4	2 - 4	2	1 - 2	2	0	1	
Communs (approche ordinaire adaptée)	2	2	2	2 - 3	3	2	3	2	3	
Intégration										

Tableau 2 - Vue d'ensemble des élèves avec leur difficultés

L'« Annexe 1 : Vignettes cliniques : La population d'élèves » contient de plus amples informations sur les élèves et un tableau qui étaye leurs spécificités. Celles-ci se fondent sur les diagnostics des pédopsychiatres, logopédistes, etc. ; des documents officiels remis à l'école et des observations subjectives lors des cours et des

discussions avec les élèves. Ces observations sont majoritairement retenues dans le journal de bord.

Dans le « Tableau 2 – Vue d'ensemble des élèves avec leurs difficultés », une difficulté avec une astérisque (*) est présentée en gris foncé quand celle-ci a été diagnostiquée par des spécialistes externes, alors que le gris clair indique un soupçon fondé sur des observations.

Le tableau indique une large diversité de difficultés d'apprentissage qui induit dans tous les cas une pédagogie différenciée.

L'organisation des cours

La mise en place des horaires et des plans d'action individuels a été laborieuse, puisque certains élèves suivent des cours en intégration dans les cours ordinaires ainsi que dans la structure de soutien. Les élèves ne sont donc pas présents d'une façon régulière, ce qui rend un travail homogène presque impossible et impose aussi structurellement un enseignement différencié.

Pendant une semaine ordinaire, il n'y avait que deux, parfois trois leçons, lors desquelles les neuf élèves étaient tous présents. Lors de ces leçons, il fallait également dispenser d'autres cours, faire les évaluations ou passer des communiqués.

Pendant trois matinées par semaine, les cours mathématiques classiques n'ont été dispensés qu'une seule fois avec tous les élèves. Ces cours se déroulaient, sur demande des élèves, d'une façon frontale, car ces derniers cherchaient fortement une appartenance en raison de leurs horaires divers. Une présentation commune, suivie de questions-réponses les satisfaisait. Ils étaient contents avec une présentation commune, suivie. Le programme ordinaire a été sélectionné et tiré du MER adapté (moyen de l'enseignement romand adapté).

Toutefois, j'ai maintenu un principe de la pédagogie Montessori qui impose le traitement d'une difficulté à la fois. En d'autres termes, soit je parle, soit j'écris, soit je réfléchis ou soit encore j'explique, tout en veillant à ce que les élèves intègrent uniquement une difficulté à la fois. Aussi, je me suis adaptée aux niveaux individuels de chaque élève lors des interactions.

Les présentations frontales étaient accompagnées de gestes et les élèves avaient souvent besoin de leurs doigts comme moyen de calcul.

Lors des après-midis, les élèves sont venus en petits groupes hétérogènes (de deux à cinq élèves), ce qui a permis d'introduire progressivement l'approche Montessori, avant que des exercices en lien avec l'apprentissage initial ne fussent effectués en commun.

Le prérequis pour le travail avec les enfants et la récolte des données était la déconstruction préalable de la démarche traditionnelle de travail et la mise en place de la nouvelle démarche au sein de l'enseignement spécialisé ; c'est-à-dire s'éloigner du travail guidé sur fiche pour aller vers un travail plus manuel et interactif.

Pour cela, des règles de travail ont été instaurées ou renforcées. Notamment le respect de son environnement, du matériel et de son propre travail, comme le respect du travail de ses pairs.

Ceci a également défini l'attitude à adopter lors des travaux en groupe et a eu comme but de légitimer cette approche aux yeux des élèves. L'objectif était alors que les enfants connaissent et adoptent la façon spécifique de travailler lors de ces cours de soutien.

Afin de pouvoir récolter des données comparables, il était nécessaire de travailler des thèmes communs lors des cours en groupe-classe.

Une élève n'a jamais pu participer aux cours en petits groupes les après-midi. Elle a seulement pu profiter du matériel, quand il a été proposé et utilisé par ses pairs lors des cours en commun le matin.

L'« Annexe 6 : Journal de bord » a été simplifié pour les besoins de cette étude. Pendant le travail, celui-ci contenait plus de notes manuscrites sur le comportement et des interactions.

Les pré-tests

La rédaction du pré-test a eu lieu en fonction du programme scolaire et de l'estimation des capacités des élèves. La structure a été définie pour évaluer les compétences des élèves par rapport aux exigences d'une intégration à leur degré en niveau C.

Les tests ont été construits de façon à traiter les thèmes avec une difficulté progressive en commençant à un niveau assez simple pour sécuriser chaque élève.

Les pré-tests ont décelé les forces et les faiblesses de chaque élève sur une base écrite sans aide particulière. Les résultats ont constitué la base pour le programme individuel de chaque élève et le matériel à lui proposer.

Les apprentissages

Le travail visé avec le matériel Montessori en structure de soutien était tout d'abord la reprise des apprentissages faits en huitième HarmoS, ainsi que les opérations de base, souvent non acquises.

Selon les résultats des tests, des matériels spécifiques ont été proposés aux élèves. Donc, ils ont tous commencé à un niveau différencié d'apprentissage.

Dans le cas de plusieurs matériels possibles pour un thème, ceux-ci devaient être présentés à l'élève qui sélectionnait le matériel avec lequel il souhaitait commencer.

Dans le travail proposé aux élèves, la première visée était d'instaurer une confiance en soi par rapport aux mathématiques. Tous les exercices proposés avaient donc un niveau qui permettait à l'élève de réussir.

Lors de l'étude, j'ai pu constater que les élèves avaient rapidement envie de vérifier leur travail eux-mêmes, les conduisant vers l'autonomie. Le matériel Montessori permet en général une autocorrection.

Un prochain objectif était l'approche structurée à un travail avec le matériel. Les élèves devaient observer les gestes faits par l'enseignante et les répéter, et les produire eux-mêmes par la suite. Cela entraînait régulièrement un travail de tutorat entre élèves.

Il ne s'agissait pas encore de résoudre des exercices mathématiques, mais de suivre et d'incorporer une démarche de travail. Au fur et à mesure qu'un élève savait

manipuler un matériel, l'opération mathématique devenait plus importante. Les élèves pouvaient ensuite effectuer les calculs et vérifier leurs résultats.

Comme les élèves travaillaient par palier, il n'y avait que peu de difficultés purement mathématiques, mais plutôt dans la manipulation du matériel. Cela permettait de nouveau aux élèves de se rassurer. Ils pouvaient ainsi voir qu'il ne s'agissait pas forcément de difficultés liées à leurs capacités cognitives en mathématiques, mais que la structuration du travail était toute autant importante.

Dans une prochaine étape, les élèves durent lire des consignes simples afin de pouvoir effectuer le travail demandé. En réussissant, ils se sentaient prêts à lire des consignes plus longues, en inhibant les informations non pertinentes. Cela changeait de leur habitude de seulement regarder les exercices et d'en déduire la consigne. Dans cette approche, il s'agissait également de s'approprier le vocabulaire mathématique adéquat.

Le matériel Montessori se veut souvent répétitif et peut être utilisé sur plusieurs mois, voire plusieurs années pour ancrer les thèmes abordés. Dans une école Montessori, il existe davantage de matériel pour entreprendre ces apprentissages, ce qui n'était pas possible dans le cadre de cette étude.

Par conséquent, certains matériels, qui se sont prêtés à plusieurs thèmes, ont été souvent employés, tels que les cubes dorés. L'explication de l'utilisation du matériel dans « Annexe 7 : Le matériel Montessori sélectionné » n'est pas exhaustive.

J'ai suivi les mêmes étapes pour chaque matériel, tel qu'indiqué par la méthode et décrit dans le chapitre « La méthode de travail avec un matériel selon Montessori » :

- j'expliquais à l'élève le but de l'exercice ;
- je donnais une petite description du matériel ;
- l'élève allait chercher le matériel avec mon aide ;
- je désignais chaque partie du matériel en disant ce que j'allais faire par la suite ;
- quand je parlais, je ne montrais rien ;
- j'utilisais toujours le vocabulaire adéquat à l'opération, ce qui permettait à l'élève de s'habituer et de l'utiliser lui-même ;

- quand je montrais un geste, je ne parlais pas. De cette façon, l'élève se concentrait sur une seule tâche.

Une fois ma démonstration terminée, l'élève pouvait répéter l'exercice pendant que d'autres élèves travaillaient en silence. Je ne corrigeais pas les erreurs ; le matériel étant autocorrectif, l'élève les découvrait par lui-même.

Je pouvais montrer plusieurs fois l'exercice avec bienveillance. L'élève pouvait utiliser le matériel pour verbaliser ce qu'il faisait, ce qui lui permettait de structurer sa pensée. À la fin du calcul, l'élève transcrivait le calcul vers une fiche préparée (Fiche « Écrire des nombres et chiffres en colonnes avec couleurs Montessori »). Il était particulièrement important de bien observer la procédure employée par l'élève afin de noter sa démarche et de vérifier s'il avait bien compris avant qu'il puisse travailler seul.

D'autres instruments Montessori ou d'après Montessori ont été mis à disposition des élèves afin qu'ils puissent choisir parmi plusieurs options et s'améliorer personnellement. Par exemple, les élèves ont apprécié d'utiliser un set de cartes autocorrectives avec des calculs à faire avec ou sans le matériel.

Au fur et à mesure de la progression individuelle de chaque élève, je leur ai proposé la présentation d'un nouveau matériel ou d'un nouveau concept selon leur niveau. Au début de la recherche, j'ai effectué un suivi des matériels employés par élève sur ordinateur.

Elève	1x/sem	Construction du nombre	Nombres pairs, impairs	Opérations de base	Opérations de base	Opérations de base	Division à 2 chiffres	Multiples et diviseurs	Multiples et diviseurs
7	x	vendredi	vendredi	vendredi	vendredi	Jeudi	Jeudi	Jeudi	Jeudi
Matériel		Feuilles, nombres Montessori, couleurs	Chiffres et jetons	Cubes dorés, banque, boulier, boulier doré http://www.montessori.com/2019/01/les-4-operations-progression-montessori.html	Cubes dorés, banque, boulier, boulier doré http://www.montessori.com/2019/01/les-4-operations-progression-montessori.html	Cubes dorés, banque, boulier, boulier doré http://www.montessori.com/2019/01/les-4-operations-progression-montessori.html	Timbres et grande division	Matériel de perles (commandé)	Matériel de perles (commandé)
Approche			travail Montessori adapté, tableau, tableau blanc etc						
Observations			arrive bien à calculer, mais se perd, concentration						

Tableau 3 - Exemple de suivi de matériel par élève

2.2.3. MÉTHODE DE COLLECTE DES DONNÉES

La visée de la recherche en structure de soutien en secondaire I permet un travail avec un nombre restreint d'élèves diversifiés (échantillon de neuf élèves). Le temps de récolte des données relativement court (de huit à dix semaines, entre novembre et mi-février) et ciblé sur le terrain m'ont amenée à une démarche inductive, observant l'utilisation du matériel mathématique Montessori au sein de la structure d'enseignement spécialisé dans une école secondaire I ordinaire.

Pour la structuration et l'analyse de l'application d'outils et de méthodes Montessori dans le cadre de l'enseignement spécialisé, les pratiques suivantes ont été appliquées :

1. Observation directe et participante ;
2. Questionnaires semi-directifs sur la perception des élèves du matériel ;
3. Un pré- et un post-test quant aux connaissances scolaires traditionnelles.

Traitement des données

L'évaluation du progrès des élèves a été établie par leur capacité de reproduction de la méthode, leur indépendance dans l'utilisation et leur capacité de transférer la compétence sur des supports scolaires ordinaires.

J'ai donc évalué leur impression du progrès, leur appréciation du matériel et leur perception du progrès en classe. J'ai également utilisé mes observations faites lors de leur travail. Les pré- et post-tests ont été évalués d'après les compétences et les savoirs améliorés ou non des élèves.

Un matériel ou une méthode ne devraient pas seulement aider l'élève à sa compréhension et à son apprentissage. Ils devraient aussi être applicables par l'enseignant spécialisé dans sa pratique professionnelle. J'ai donc évalué également la facilité de mise en place du matériel (introduction, explications) et la facilité d'exploitation par l'élève, c'est-à-dire son indépendance dans le travail avec le matériel ou la méthode.

Le choix des outils s'est fait selon les besoins spécifiques des élèves impliqués dans la structure de soutien. Le travail avec le matériel était cyclique, pour consolider les nouvelles connaissances et faire progresser les élèves de façon itérative. Si une

petite partie du travail pouvait être couverte par une recherche dans la littérature, la plupart des données ont cependant été récoltées et analysées en fonction du contexte spécifique.

Blais (2007) résume Barbier et Galatanu (2000) :

« Comment apparaît donc le sens ? Le sens dans l'action vient la plupart du temps "après coup". Il n'est donc pas immédiat mais attribué *a posteriori* par une interprétation. Donner du sens est ainsi une activité herméneutique : le sens est une construction mentale qui s'effectue à l'occasion d'une expérience, laquelle est mise en relation avec des expériences antérieures. En schématisant et en simplifiant, il est possible d'identifier quelques caractéristiques du processus de construction de sens. » (Blais, 2007, p. 3).

Codage des données

En suivant Blais (2007), le codage des données a été effectué selon une approche d'analyse inductive. Thomas (2006) recommande quant à lui que la classification des données empiriques en lien avec la question de recherche précède l'analyse des données. Afin de bien l'effectuer, la démarche inductive impose plusieurs relectures par rapport à la question de recherche. Les objectifs de départ influencent l'approche de l'analyse. La relecture permettra ainsi de créer des catégories pouvant être analysées en fonction d'un cadre de références, constitué de catégories et de procédures idoines. C'est donc le chercheur qui crée ce cadre de références indiqué par l'analyse.

Je choisis le codage des données pour interpréter ces résultats en regard de la grille obtenue. Ces derniers, fondés sur les expériences et le point de vue du chercheur, sont inéluctablement subjectifs. La rigueur des résultats est alors fonction des techniques d'analyses qualitatives.

Lincoln et Guba, cités dans Loh (1985), ont émis des critères validant une étude narrative. Loh suggère de choisir les critères les plus pertinents parmi le tableau de Lincoln et Guba pour l'étude menée.

Alexander (2019) décrit les différents critères émis par Lincoln et Guba (1985). Lors du choix des données, je me suis fondée sur son interprétation des critères suivants :

- la crédibilité est liée à la véracité de données empiriques et à leur interprétation ;
- elle s'obtient par un travail durable, approfondi, ainsi qu'une mise en confiance avec les participants afin de récolter des informations plus riches ;
- les résultats sont analysés en lien avec la question de recherche et ses modalités opérationnelles.

L'étude étant restreinte à un petit échantillon, il n'est pas possible de prétendre à une universalité, mais elle permet de tirer des conclusions sur des cas précis.

2.3. LES TESTS ET LES QUESTIONNAIRES

Cette recherche analyse la pertinence de l'utilisation du matériel Montessori pour les élèves en mathématiques dans une structure de soutien. La différenciation pédagogique prend de plus en plus sa place au sein de l'enseignement moderne avec la visée d'une inclusion de chaque élève dans un système harmonieux. Dans le cadre d'un apprentissage Montessori, les élèves découvrent le matériel en arrivant dans la classe et ils doivent acquérir les capacités transversales pour pouvoir accéder et travailler avec le matériel d'une façon efficace.

Les besoins de chacun étant très différents, le processus de différenciation pédagogique se trouve actuellement *de facto* encore au niveau de l'intégration. Les élèves ont besoin d'un apprentissage particulier et assistent à des cours au sein de structures spéciales, car ils ne peuvent pas encore intégrer des classes ordinaires.

Dans le cadre des mathématiques en structure de soutien en neuvième HarmoS dans le canton du Jura, il s'agissait donc de vérifier si l'utilisation du matériel pratique Montessori, accompagné de son approche pédagogique spécifique, pourrait être sensiblement bénéfique aux apprentissages des élèves.

Les résultats de la recherche portent donc sur :

- des pré-tests ;
- un travail sur le terrain permettant la récolte de données empiriques ;
- des post-tests ;
- des questionnaires semi-directifs à deux reprises pour connaître l'avis des élèves sur l'utilisation du matériel et son approche ;
- des observations, avec un suivi dans un journal de bord ;
- des cas d'études particuliers.

2.3.1. LES TESTS DE COMPÉTENCES

Les tests sont divisés en trois catégories : « facile », « moyen » et « difficile ». Les exercices ont été évalués entre 0 et 3. Zéro signifie que l'élève n'a rien fait, 1, qu'il ne semble pas avoir compris, 2, qu'il a compris, mais commis des erreurs et 3, qu'il a bien compris, pratiquement sans erreurs. Lors de l'évaluation des tests, le processus employé par l'élève a été pris en considération ; pas seulement le résultat.

Les tests ont été conçus d'après les exigences du PER de la huitième HarmoS et d'après des degrés de difficultés différents. Trois, voire quatre catégories émergeaient des tests. La première catégorie : « facile », contenait la construction du nombre, les nombres pairs et impairs et le dénombrement.

La deuxième catégorie : « moyen », se divisait en deux parties. Une partie plus facile et d'ailleurs assez bien réussie par les élèves, une partie de difficulté moyenne, nommée « moyen/avancé », et une partie « difficile ».

La catégorie « moyen » contenait les additions, les soustractions, et les multiplications. La partie « moyen/avancé » contenait les critères de divisibilité, les nombres décimaux et permettait de comprendre et de noter les puissances.

La catégorie « difficile » comprenait la division, la nomenclature mathématique et le calcul avec les nombres décimaux.

Les élèves ont pu mettre des annotations sur leurs tests, indiquant s'ils n'avaient pas compris la question, s'ils pensaient ne jamais l'avoir appris ou encore s'ils ne savaient simplement pas ce qu'ils devaient faire. Ceux qui ne savaient pas s'exprimer correctement m'ont dicté leurs annotations et je les ai notées pour eux. Leurs appréciations m'ont aidée à comprendre et à analyser les résultats.

Le temps de répondre aux tests, une, deux ou trois leçons ont été enregistrées. Lors des pré-tests, les élèves ont pris entre une leçon et demie et deux leçons (un élève, trois leçons) pour répondre au test.

Les pré-tests

Dans la catégorie « facile », la plupart des élèves ont obtenu des résultats satisfaisants. Un seul élève n'a pas compris les nombres pairs et impairs, un élève n'a pas fait le dénombrement et n'a pas su exprimer ce qu'est un nombre pair ou impair. Enfin, un élève n'a répondu ni aux exercices des nombres pairs, impairs ou du dénombrement. Les autres élèves ont pu répondre ou très bien pu répondre à ces questions.

Les difficultés les plus souvent observées dans la catégorie « facile » sont une non-compréhension de la consigne ou encore une mauvaise lecture de la consigne. Par conséquent, les exercices ont été mal exécutés.

Lors des prétests, seuls deux élèves n'ont pas réussi le niveau « moyen » des opérations de base. Un n'a pas fait l'exercice et un élève l'a fait faux. Les autres élèves ont effectué les exercices avec des erreurs ou entièrement justes.

Les erreurs les plus flagrantes étaient la mauvaise compréhension de la consigne, le manque de savoir comment poser des opérations de base avec les bons emplacements, l'oubli de la dizaine ou des retenues, ou alors à un faux emplacement, la confusion entre soustraction et addition dans un même calcul et les exercices à réflexion, comme les calculs à trous en addition et en soustraction.

Le niveau « moyen/avancé » (critères de divisibilité, noter des nombres décimaux ou comprendre les puissances) a posé des soucis considérables aux élèves.

Les critères de divisibilité n'ont pas été acquis et l'écriture des puissances n'a été comprise que par trois élèves seulement. Il n'y a que peu d'erreurs, car les élèves ont laissé les cases vides, en indiquant qu'ils ne connaissaient pas ou qu'ils ne savaient pas les résoudre.

Au niveau « difficile », la division semblait encore être l'opération la plus facilement acquise avec seulement deux élèves qui n'ont pas répondu. Ils ont écrit qu'ils n'avaient pas appris les divisions. Les autres élèves peinaient à poser le calcul correctement, surtout si le diviseur était à deux chiffres. Le vocabulaire mathématique n'a pas été acquis, sauf par un élève.

Le calcul avec les nombres décimaux (addition et soustraction) n'a pas été réalisé par cinq élèves. Les autres ont fait des calculs, parfois avec des difficultés. Les difficultés se situaient dans l'emplacement de la virgule, dans l'inversion du calcul dans le même calcul (soustraire, enlever le plus petit nombre du plus grand nombre) ou dans de simples erreurs d'addition ou de soustraction. L'élève 10, qui n'a pas de numéro dans le tableau, est retourné en classe ordinaire à la suite de ces prétests. Il ne figure donc pas dans les analyses.

Elève		5	1	7	4	3	6	8	9	2	
Age		13	13	14	13	13	14	13	14	13	
Question / Vitesse (durée)	Exercice	2	3	1,5	2	2	2	1,5	2	1,5	1,5
Construction du nombre No1 (facile)	1	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3
Nombres pairs et impairs No2 (facile)	2, 3, 4	3	2	1	2	3	2	2	0	3	3
Dénombrement No3, No4 (facile)	3, 4	3	3	3	3	3	0	3	0	3	3
Opérations de base + (moyen)	5, 6, 7, 8	3	2	2	3	2	1	2	2	3	3
Opérations de base - (moyen)	9, 10	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
Opérations de base x (moyen)	11, 12	3	2	0	3	3	3	3	3	3	3
Opérations de base (:) (difficile)	13, 14	2	2	0	2	2	2	0	2	2	2
Vocabulaire mathématique (difficile)	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Critères de divisibilité (moyen)	15	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Noter les nombres décimaux (moyen)	16	2	1	0	0	0	0	2	0	3	3
Calculer avec les nombres décimaux (difficile)	17, 18	2	0	0	0	0	2	0	2	2	3
Comprendre les puissances (moyen)	19	2	2	0	0	1	0	0	1	0	3

Tableau 4 - Synthèse des pré-tests

Légende	0	L'élève n'as pas effectué l'exercice
	1	L'élève a exprimé de ne pas comprendre l'exercice
	2	L'élève a compris l'exercice, mais fait encore des erreurs
	3	L'élève a bien compris l'exercice

Les post-tests

Les post-tests ont été conçus de la même façon que les pré-tests et les mêmes critères d'évaluation ont été appliqués. Le tableau 5 présente ces résultats. Un élève – intégré auparavant – n'a pas participé à ces tests.

J'ai pu constater que les élèves ont répondu sur un temps plus court (une demi-leçon à deux leçons).

Dans la catégorie « facile », seuls deux élèves n'ont pas pu répondre aux exercices pairs, impairs. Un élève, car il ne l'avait pas compris et donc même pas essayé. L'autre élève avait fait trois exercices sur les nombres pairs et impairs justes, mais ne savait pas les noter dans un tableau. Il avait noté qu'il n'avait jamais effectué ce travail.

Pour certains, ces exercices étaient ennuyeux et ils ne les faisaient par conséquent pas ou les faisaient mal.

Le niveau « moyen » (addition, soustraction et multiplication) a été acquis par tous les élèves. Certains ont encore commis des erreurs, mais ils ont réussi à poser les exercices et à les résoudre, au moins en partie.

Les erreurs se situent au niveau de l'écriture et de l'emplacement des opérations. Certains élèves arrivaient à les construire dans leur tête, en me les disant, mais n'arrivaient pas à les écrire sans erreur sur leur fiche. Un élève continuait à inverser les chiffres dans les soustractions. Certains les posaient justes, mais calculaient faux, en oubliant les retenues. Les exercices de réflexion (addition à trous) posaient encore des difficultés à certains.

Dans l'ensemble, les consignes étaient bien comprises.

Au niveau « moyen/avancé » (critères de divisibilité, noter des nombres décimaux ou noter des produits sous forme de puissances), les élèves, en dehors d'une exception qui connaissait tous les critères de divisibilité, ignoraient presque complètement ces critères.

Quant aux nombres décimaux, les élèves arrivaient – à l'exception de deux qui les posaient au hasard – à calculer avec les nombres décimaux et à les placer correctement sur un gradué.

Quatre élèves n'ont pas pu écrire un produit sous forme d'une puissance. Quatre élèves ont très bien compris et un élève a réussi à les poser, mais il a surtout essayé de faire les calculs.

Les erreurs les plus fréquentes se situaient encore au niveau de la compréhension de la consigne, c'est-à-dire de mettre le contenu de la consigne en lien avec leur savoir. Le calcul avec les nombres décimaux était acquis par tous, les erreurs se situaient à l'emplacement de la virgule et au niveau des additions et des soustractions simples.

Les divisions de la catégorie « difficile » n'étaient pas acquises. Quatre élèves ne les ont pas faits, un ne les a pas compris, deux les ont réalisées, mais ils ont commis des erreurs de calculs et seul un élève les a accomplies de manière juste. Deux difficultés distinctes émergent. Une partie des élèves savaient poser la division, mais ne pouvaient pas la calculer sur la fiche (toutefois dans leur tête) et l'autre partie des élèves savaient poser le calcul, mais se trompaient dans les calculs sur fiches. Deux élèves n'effectuaient aucun calcul.

Le vocabulaire mathématique n'était toujours pas acquis. Tous les élèves avaient réussi le calcul avec les nombres décimaux (addition et soustraction). La plupart des erreurs étaient dans les petits calculs et les emplacements.

Elève		5	1	7	4	3	6	8	9	2
Age		13	13	14	13	13	14	13	14	13
Question / Vitesse (durée)	Exercice	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1	1	1,5
Construction du nombre No1 (facile)	1	3	2	3	3	3	3	3	3	3
Nombres pairs et impairs No2 (facile)	2, 3, 4	3	2	3	2	3	2	3	0	3
Dénombrement No3, No4 (facile)	3, 4	3	2	3	0	3	2	3	0	3
Nombres pairs et impairs (facile)	2, 3, 4	3	2	3	0	3	3	3	0	3
Opérations de base + (moyen)	5, 6, 7, 8	3	2	2	3	3	3	2	2	3
Opérations de base - (moyen)	9, 10	2	2	2	2	3	2	3	2	3
Opérations de base x (moyen)	11, 12	3	2	3	2	3	3	3	3	3
Opérations de base (:) (difficile)	13, 14	0	0	2	0	2	3	0	1	3
Vocabulaire mathématique (difficile)	14	1	1	0	0	1	2	0	1	3
Critères de divisibilité (moyen)	15	1	0	0	0	2	0	0	0	2
Noter les nombres décimaux (moyen)	16	3	2	2	2	3	2	3	0	3
Calculer avec les nombres décimaux (difficile)	17, 18	3	2	2	2	2	2	3	2	2
Comprendre les puissances (moyen)	19	3	2	1	1	0	3	3	1	3

Tableau 5 - Synthèse de post-tests

Légende	0	L'élève n'as pas effectué l'exercice
	1	L'élève a exprimé de ne pas comprendre l'exercice
	2	L'élève a compris l'exercice, mais fait encore des erreurs
	3	L'élève a bien compris l'exercice

2.3.2. L'ÉVOLUTION ENTRE LES PRÉ- ET POST-TESTS

Le « Tableau 6 - Evolution entre les tests » présente les progressions, stagnations ou régressions des élèves. J'ai constaté que presque tous les élèves avaient répondu plus rapidement que lors des pré-tests, sauf deux qui étaient déjà parmi les plus rapides la première fois.

Lecture du tableau

Des codes couleurs facilitent leur lecture, les teintes vertes représentant des progrès, le bleu des stagnations ; les régressions sont, elles, représentées par des teintes rouges. Même si ces différences sont calculées, elles restent fondées sur des valeurs issues d'observations.

Les thèmes pour lesquels des élèves n'avaient pas effectué les exercices lors des deux tests sont indiqués en gris et avec une croix. De plus, dans certains cas, des élèves ont répondu lors du pré-test, mais plus lors des post-tests, ce qui est aussi indiqué en gris, mais avec un « ? »

Progression dans la vitesse d'exécution

La ligne des durées indique les améliorations entre les deux tests. Presque tous les élèves ont répondu plus rapidement, sauf deux qui étaient déjà parmi les plus rapides la première fois.

Progression globale

En comparant les pré-tests et les post-tests, je constate que pratiquement tous les élèves ont globalement progressé pendant les deux mois de recherche, en particulier l'élève 6 et l'élève 7, qui étaient assez faibles.

L'exception est l'élève 9. Celle-ci avait peu suivi le cours en structure de soutien et n'avait pas suffisamment eu l'occasion d'utiliser le matériel. Ses résultats n'ont pas progressé ; dans cinq thèmes, elle n'a répondu ni au pré-test ni au post-test. Aussi, l'élève 4 ne présente qu'une progression modérée.

La progression s'étend à tous les thèmes, hormis les soustractions (exercices 9 et 10) où trois élèves ont régressé.

Progression selon les niveaux de difficulté

Dans la catégorie « facile », les élèves ont principalement progressé, hormis ceux qui avaient déjà de la facilité lors des pré-tests (trois élèves) et un élève a régressé dans la construction du nombre et du dénombrement.

Au niveau de la catégorie « moyenne », les élèves ont progressé ou encore stagné au niveau des additions. Aucun élève n'a régressé, contrairement aux soustractions, où trois élèves semblaient avoir régressé. Les multiplications n'ont pas changé, sauf pour un élève qui avait considérablement progressé et un élève qui semblait avoir régressé un peu.

L'élève 7, qui a déjà progressé dans les multiplications, a également fait une grande progression dans les divisions, alors que ce thème posait visiblement des difficultés à cinq autres élèves.

Au niveau « moyen/avancé », peu d'élèves avaient répondu aux critères de divisibilité, mais les trois élèves ayant répondu avaient progressé.

Principalement, les élèves ont amélioré leur travail avec les nombres décimaux et la compréhension des puissances. Un élève a rencontré des difficultés dans chaque thème, tous les autres ont progressé. De plus, dans la catégorie « difficile », quatre élèves n'ont pas répondu à la nomenclature mathématique, tandis que les autres élèves ont progressé. Tous les élèves qui rencontraient des difficultés avec les nombres décimaux ont progressé entre les pré-tests et les post-tests.

L'élève 4 n'a pas répondu à trois thèmes (dénombrement, pair/impair, division) lors du post-test ; il a régressé sur deux thèmes (soustraction et multiplication) et n'a pas encore compris deux thèmes (vocabulaire mathématique et critères de divisibilité).

Elève		5	1	7	4	3	6	8	9	2
Utilisation du matériel		Régulière	Irrégulière	Régulière	Régulière	Irrégulière	Irrégulier	Régulière	Rarement	Irrégulière
Age		13	13	14	13	13	14	13	14	13
Question / Vitesse (durée)	Exercice	1	1,5	0	0,5	0,5	1	0,5	1	0
Construction du nombre No1 (facile)	1									
Nombres pairs et impairs No2 (facile)	2, 3, 4								x	
Dénombrement No3, No4 (facile)	3, 4				?				x	
Opérations de base + (moyen)	5, 6, 7, 8									
Opérations de base - (moyen)	9, 10									
Opérations de base x (moyen)	11, 12									
Opérations de base (:): (difficile)	13, 14	?	?		?			x		
Vocabulaire mathématique (difficile)	14			x	x			x		
Critères de divisibilité (moyen)	15		x	x	x		x	?	x	
Noter les nombres décimaux (moyen)	16								x	
Calculer avec les nombres décimaux (difficile)	17, 18									
Comprendre les puissances (moyen)	19					?				

Tableau 6 - Evolution entre les tests

- > 0 (teintes vertes) Lors du Post-test, l'élève a progressé
- 0 Lors du Post-test, pas de progression observée
- < 0 (teintes rouge) Lors du Post-test, l'élève a moins bien réussi
- x L'élève n'avait pas effectué l'exercice lors des deux tests.
- ? L'élève pouvait faire l'exercice dans le pré-test, mais exprimait lors du post-tests de ne pas l'avoir compris.

2.4. LES QUESTIONNAIRES SEMI-DIRECTIFS

J'ai mené les questionnaires semi-directifs à deux moments différents de la recherche. La première fois, après six semaines de travail avec le matériel et l'approche Montessori (tableaux 7, 8, 9) ; la deuxième fois, après trois mois et demi, à la fin de la période de la recherche.

Les élèves ont pu s'exprimer sur trois points différents :

- 1) Amélioration ou non après le travail avec le matériel Montessori
- 2) Amélioration ou non de la compréhension en groupe-classe
- 3) Appréciation du travail avec le matériel

Les élèves ont choisi parmi des réponses à choix multiples et ils ont également pu y ajouter un commentaire. De plus, j'ai noté mes propres observations pour chaque point abordé par les élèves ainsi que mon évaluation concernant la facilité de mise en place et d'exploitation du matériel, comme des observations complémentaires faites lors des cours.

Pour compléter, le tableau montre également l'exposition des élèves au travail avec le matériel Montessori.

Exemple			
Questions semi-directives	Elève x	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel – ressentie, observée ?	<input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input type="radio"/> Un peu	Je peux toucher, voir, je ne m'ennuie pas.	Est un peu perdu, cherche à faire avec mon aide. Semble emmagasiner les informations. N'est pas encore indépendant.
Est-ce que ta compréhension lors des cours s'est améliorée ?	<input type="radio"/> Oui, c'est mieux <input type="radio"/> Non, pas vraiment <input type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> Autre	J'arrive mieux à suivre les cours. Je ne sais pas pourquoi.	Sa compréhension et son attention en mathématiques se sont considérablement améliorées en cours. Il est capable de suivre un travail collectif, d'une façon lente, mais c'est possible. Il écoute et lit et participe de lui-même.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input type="radio"/> C'est facile (très bien) <input type="radio"/> Pas mal (bien) <input type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.	C'est facile à faire.	Il a considérablement de difficultés à se rappeler des étapes au début. Par la suite, quand il connaît mieux le matériel, il suit facilement la démarche.
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <input type="radio"/> Simple et rapide <input type="radio"/> Assez simple <input type="radio"/> Investissement moyen <input type="radio"/> Complexe	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <input type="radio"/> Très indépendant <input type="radio"/> Questions sporadiques <input type="radio"/> Questions courantes <input type="radio"/> Suivi constant nécessaire	Autres observations : Aime l'attention qu'il reçoit au moment de la présentation du matériel ou quand il peut poser des questions.

Tableau 7 - Exemple: questionnaire semi-directif

2.4.1. RÉPONSES ET OBSERVATIONS DE LA PREMIÈRE PHASE

Lors de la première phase, après un bon mois d'utilisation, la plupart des élèves ont confirmé que l'utilisation du matériel leur facilitait l'apprentissage des contenus mathématiques. Un seul élève, qui était déjà bon en mathématiques, ne le trouvait pas utile.

Les deux arguments principaux pour soutenir leur affirmation étaient la possibilité de toucher le matériel, donc d'apprendre en faisant et, en deuxième place, ils disaient ne pas s'ennuyer lors des apprentissages.

Ils aimaient utiliser le matériel, car il leur semblait simple et logique. Un élève trouvait toutefois que l'utilisation du matériel durait trop longtemps et un autre élève avait de la peine à comprendre son fonctionnement.

Lors des cours ordinaires, la plupart des élèves disaient mieux comprendre le contenu. Les cours n'étaient que partiellement en lien avec les apprentissages faits avec le matériel pendant les cours dans l'après-midi. Toutefois, la difficulté de visualiser sans expliquer et d'expliquer sans montrer était maintenue. Le travail en trois étapes était également maintenu.

D'abord, le thème était montré aux élèves en utilisant la terminologie mathématique correcte. Ensuite, les élèves décrivaient eux-mêmes ce qu'ils avaient compris. Dans une troisième étape, soit les élèves me dictaient des exercices en utilisant le bon vocabulaire soit ils les effectuaient eux-mêmes au tableau. Les plus avancés expliquaient à leurs camarades ce qu'ils avaient fait.

Seul l'élève bien avancé aurait préféré travailler en petit groupe.

En tant qu'enseignante, j'ai pu observer que la mise en place – soit l'introduction et l'explication du matériel – était assez simple, jusqu'à très simple et rapide pour la plupart des élèves. Seul un élève avait de plus grandes difficultés à se rappeler les processus à suivre et à les appliquer d'une façon autonome.

La plupart des élèves posaient en conséquence des questions sporadiques ; l'élève qui se sentait en difficulté nécessitait un suivi constant. L'élève qui trouvait le matériel inutile était très indépendant dans son utilisation.

J'ai aussi pu constater que les élèves ont en général apprécié l'attention particulière qu'ils ont reçue lors des présentations du matériel ou quand ils avaient des questions.

Presque la moitié des élèves avaient de la difficulté à se concentrer pendant le travail avec le matériel.

Questionnaire semi-directif 19.12.21

Elève	5	1	7	4	3	6	8	9	2
Utilisation du matériel régulier/irrégulier	régulier	irrégulier	régulier	régulier	irrégulier	irrégulier	régulier	rarement	irrégulier
Age	13	13	14	13	13	14	13	14	13
Evaluation par les élèves									
Amélioration ressentie/observée avec matériel ?	un peu	un peu	oui	oui	oui	oui	un peu	un peu	non
Compréhension en cours	oui, c'est mieux	oui, c'est mieux	oui, c'est mieux	oui, c'est mieux	oui, c'est mieux	oui, c'est mieux	oui, c'est mieux	oui, c'est mieux	non, pas vraiment
L'utilisation du matériel	Bof, c'est moyen	C'est facile	Pas mal	C'est facile	Pas mal	C'est facile	C'est facile		C'est facile
Evaluation par l'enseignante									
Mise en place (introduction, explications)	assez simple	simple et rapide	assez simple	simple et rapide	complexe	simple et rapide	assez simple		assez simple
Indépendance	Questions sporadiques	Questions sporadiques	Questions courantes	Très indépendant	Suivi constant nécessaire	Questions sporadiques	Questions sporadiques		Très indépendant
Aime l'attention lors de la présentation du matériel		x	x		x				
Aime l'attention quand il peut poser des questions		x	x		x		x		
Se surestime									x
Manque de concentration			x	x	x		x		

Tableau 8 - Synthèse des questionnaires semi-directifs 19.12.2021, partie A

Questionnaire semi-directif 19.12.21

Elève	5	1	7	4	3	6	8	9	2
Utilisation du matériel régulier/irrégulier	régulier	irrégulier	régulier	régulier	irrégulier	irrégulier	régulier	jamais	irrégulier
Age	13	13	14	13	13	14	13	14	13
Commentaires des élèves									
Je comprends comment ça marche en faisant			x	x		x	x		
Je peux toucher		x							
Je ne m'ennuie pas		x	x		x				
Je savais déjà le faire avant									x
Utile pour la compréhension en cours									
Je ne sais pas pourquoi, mais c'est plus facile		x					x		
Oui, mais avec des problèmes de concentration			x						
Non, je n'y arrive pas vraiment mieux									
Oui, quand j'entends et que je vois				x	x	x		x	
Oui, car je peux poser des questions									
Oui, mais seulement en petits groupes ou seul									x
Non, j'avais déjà compris avant									
L'utilisation du matériel									
J'aime, car c'est facile		x		x		x			
J'aime, mais je ne comprends pas toujours					x				
Cool, mais trop long			x						
Pas mal (bien)									
Bof (moyen)									
J'en ai pas besoin									x

Tableau 9 - Synthèse des questionnaires semi-directifs 19.12.2021, partie B

2.4.2. RÉPONSES ET OBSERVATIONS DANS LA DEUXIÈME PHASE

Lors de la deuxième passation des interviews semi-directives, les élèves étaient un peu plus tranchés dans leurs réponses. Six élèves sur neuf trouvaient le matériel encore très utile ; deux, un peu utile ; et un élève ne lui trouvait toujours pas d'utilité.

Un cadre sur le tableau du deuxième questionnaire semi-directif met en évidence les réponses divergentes par rapport au premier questionnaire.

En dehors de deux élèves, les élèves trouvaient convenable l'utilisation du matériel, car ils pouvaient apprendre en le manipulant. Un élève disait de nouveau qu'il avait de la peine à comprendre tout le matériel.

La plupart des élèves estimaient également mieux comprendre les cours ordinaires, qui se déroulaient toujours comme décrit dans la phase une.

Leurs arguments avaient néanmoins changé un peu. Quatre élèves ne savaient pas pourquoi ils arrivaient mieux à suivre, deux ont toujours dit qu'ils pouvaient voir et entendre en même temps et deux élèves auraient préféré travailler en petit groupe.

En observant de l'extérieur, j'ai pu constater que seuls quatre élèves pouvaient facilement suivre l'introduction et les explications du matériel. Ils étaient également très indépendants dans leur travail.

Deux élèves avaient besoin d'un peu plus d'explications et un élève avait besoin d'un suivi constant. Lors de cette deuxième passation, c'était le seul élève qui avait encore besoin d'une attention accrue lors de son travail.

La concentration des élèves lors du travail s'était considérablement améliorée.

Questionnaire semi-directif 28.02.22

Elève	5	1	7	4	3	6	8	9	2
Utilisation du matériel régulier/irrégulier	régulier	irrégulier	régulier	régulier	irrégulier	irrégulier	régulier	rarement	irrégulier
Age	13	13	14	13	13	14	13	14	13
Evaluation par les élèves									
Amélioration ressentie/observée avec matériel ?	un peu	un peu	oui	oui	oui	oui	un peu	un peu	non
Compréhension en cours	oui, c'est mieux	oui, c'est mieux	oui, mais ...	oui, c'est mieux	oui, c'est mieux	oui, c'est mieux	oui, c'est mieux	oui, c'est mieux	oui, mais ...
L'utilisation du matériel	Bof, c'est moyen	Pas mal	C'est facile	C'est facile	Pas mal	C'est facile	Pas mal		C'est facile
Evaluation par l'enseignante									
Mise en place (introduction, explications)	assez simple	Invest. moyen	assez simple	simple et rapide	complexe	simple et rapide	simple et rapide		simple et rapide
Indépendance	Questions sporadiques	Questions courantes	Très indépendant	Très indépendant	Suivi constant nécessaire	Questions sporadiques	Très indépendant		Très indépendant
Aime l'attention lors de la présentation du matériel					x				
Aime l'attention quand il peut poser des questions					x				
se surestime									
manque de concentration				x					

Tableau 10 - Synthèse des questionnaires semi-directifs 28.02.2022, partie A

Questionnaire semi-directif 28.02.22

Elève	5	1	7	4	3	6	8	9	2
Utilisation du matériel régulier/irrégulier	régulier	irrégulier	régulier	régulier	irrégulier	irrégulier	régulier	rarement	irrégulier
Age	13	13	14	13	13	14	13	14	13
Commentaires des élèves									
je comprends comment ça marche en faisant		x	x	x	x	x	x	x	
je peux mieux me concentrer						x	x		
peut toucher									
ne m'ennuie pas									
je peux faire comme ça	x								
non, je savais le faire avant									x
Compréhension en cours									
je ne sais pas pourquoi j'arrive mieux à suivre les cours	x	x					x	x	
oui, mais problème de concentration									
non, pas vraiment									
oui, quand j'entends et je vois				x	x				
oui, car je peux poser des questions									
oui, mais seulement en petits groupes ou seul			x						
non, j'ai déjà compris avant									x
L'utilisation du matériel									
J'aime, car c'est facile à manipuler	x		x		x				
J'aime, mais je ne comprends pas tjs				x					
Cool, mais trop long									
pas mal (bien)		x					x		
bof (moyen)									
J'en ai pas besoin									x

Tableau 11 - Synthèse des questionnaires semi-directifs 28.02.2022, partie B

2.5. ETUDE DE CAS PARTICULIERS

Après l'analyse des données récoltées lors des tests et des questionnaires, il était possible de trianguler certaines données (les résultats des pré- et post-tests, les questionnaires semi-directifs et les observations faites lors des cours) avec des profils d'élèves.

Pour illustrer le détail, j'ai choisi trois profils d'élèves différents :

- L'élève 7 a été exposé régulièrement au matériel
- L'élève 6 a été exposé irrégulièrement au matériel
- L'élève 9 a été exposé rarement au matériel

Ces trois élèves ont indiqué que le travail avec le matériel leur permettait une amélioration dans la compréhension des mathématiques.

2.5.1. ELÈVE 7

Situation de base

L'élève 7 est un garçon de 14 ans de langue maternelle portugaise, qui présente une dyslexie, une dyspraxie et un TDAH diagnostiqués. Il a de grandes difficultés de lecture et pour noter et organiser les informations reçues.

Il vit en famille recomposée ; son beau-père a des problèmes de santé. Il n'étudie que rarement à la maison. Cet élève a souvent changé d'école et a vécu des situations scolaires et privées difficiles. Actuellement, il est uniquement suivi en ergothérapie, malgré un diagnostic complet.

L'élève 7 avait de grandes difficultés à rester tranquille, à se concentrer sur un thème ou encore à faire une production. Ce garçon sensible se mettait facilement dans une situation de stress qui le bloquait. Il était estimé très faible en mathématiques depuis l'école primaire. Son estime de soi était assez basse. Il venait toujours triste à l'école, souriant rarement.

Après s'être demandé pourquoi il était en structure de soutien, il s'est peu à peu rendu compte que cela était dû à ses difficultés de concentration, d'organisation et à sa faible praxie. Toutefois, il réagissait bien sur le renforcement positif et se

montrait très vif d'esprit quand il arrivait à se concentrer. Cet élève n'était pas studieux, mais curieux et intéressé d'apprendre de nouvelles choses.

Progression

Il était donc intéressant de voir où l'élève se situait dans son apprentissage lors des pré-tests. Il était capable de résoudre les exercices faciles, mais il n'a pas su répondre aux questions considérées moyennes ou difficiles.

Question	Ex. / Durée	Elève 7		0
		PRE 1.5	POST 1.5	
Construction du nombre No1 (facile)	1	2	3	.
Nombres pairs et impairs No2 (facile)	2, 3, 4	2	3	.
Dénombrement No3, No4 (facile)	3, 4	3	3	.
Opérations de base + (moyen)	5, 6, 7, 8	2	2	.
Opérations de base - (moyen)	9, 10	2	2	.
Opérations de base x (moyen)	11, 12	0	3	.
Opérations de base (:) (difficile)	13, 14	0	2	.
Vocabulaire mathématique (difficile)	14	0	0	x
Critères de divisibilité (moyen)	15	0	0	x
Noter les nombres décimaux (moyen)	16	0	2	.
Calculer avec les nombres décimaux (difficile)	17, 18	0	2	.
Comprendre les puissances (moyen)	19	0	1	.

Tableau 12 – Progression de l'élève n° 7.

Pendant ces deux mois, cet élève a su consolider ses compétences mathématiques dans la construction du nombre, dans les nombres pairs et impairs, et dans le dénombrement. Ses compétences dans les opérations de base – additions et soustractions – sont restées équivalentes lors des tests. Les opérations avancées – multiplications et divisions – qui lui posaient problème, sont maintenant bien acquises. De même, noter les nombres décimaux et calculer avec des nombres décimaux ne lui pose plus un grand défi. Il a compris les puissances, mais n'est pas encore sûr de son approche et il fait des erreurs. Le vocabulaire mathématique et les critères de divisibilité ne sont pas encore acquis.

Déroulement et observations dans le travail mathématique avec le matériel

Son profil étant complexe, il s'agissait de trouver une approche positive avec le matériel pour le faire entrer en matière.

Tout d'abord, pour l'aider avec sa dyspraxie, j'ai commencé avec du matériel simple à manipuler, tel que les cubes dorés, avant de passer à des concepts et du matériel plus compliqués, comme le tableau des racines.

Ses forces en mathématiques

L'élève 7 possédait un grand sens de la déduction (annexe 5 : 14.01.22, déduit d'une simple division le processus jusqu'aux puissance ; 21.01.22, fraction, photos). Il comprenait très vite et mettait les exercices en lien avec la vie courante, à condition d'être détendu. Il apprenait avec de bonnes stratégies, avait des compétences de transfert et possédait une assez bonne mémoire à long terme. De plus, il était capable d'explicitier ses apprentissages à ses pairs.

Ses difficultés en mathématiques

Le rôle du zéro n'était pas clair (annexe 5 : 3.12.21). Il lui était difficile de noter des numéros écrits en tant que chiffres dans un tableau ou de les poser en tant que calcul sur papier.

Les emplacements des chiffres dans un nombre : unités, dizaines, centaines etc. ont été travaillés avec le damier, les feuilles Montessori, les cubes dorées utilisés sans support structuré. L'élève 7 se trompait facilement dans les échanges (annexe 5 : 16.12.21)

Il avait donc des difficultés à lire des nombres (annexe 5 : 09.01.22, cartes pour le grand boulier) ou à s'organiser sur une feuille et à poser un calcul.

La notion abstraite des retenues (annexe 5 : 19.11.21, les additions et soustractions dynamique) restait un travail difficile même avec les cubes dorés et le damier.

Cet élève présentait également des difficultés à comprendre une consigne.

Quand il était agité, il sautait des étapes et n'arrivait plus à se concentrer (annexe 5 : 03.12.21 et 17.12.21).

Ce qui aidait l'élève

L'élève 7 aimait travailler avec le matériel et le trouvait constructif (annexes 3 et 4). Il appréciait le retour immédiat du matériel autocorrectif (annexe 4 : 28.02.22 ; annexe 5 : photo 28.01.22, vidéo 04.02.22).

Pour lui, le matériel :

- était facile à manipuler (annexe 5 : 09.01.22, grand boulier) ;
- donnait des emplacements clairs (annexe 5 : 3.12.21, feuille Montessori) ;
- permettait de travailler avec un pair complémentaire (annexe 5 : 27.01.22 et 11.02.22) ;
- aidait à la compréhension du concept mathématique tout en manipulant du matériel.

L'élève disait « notre matériel » et il le percevait comme un privilège.

Pour cet élève, il était important de connaître les limites, par exemple du temps. Nous utilisions donc le Time-Timer/minuteur (annexe 5 : 26.11.21). Pour travailler efficacement, je respectais son rythme de concentration : environ 25 minutes. Il arrivait mieux à travailler dans un contexte calme (annexe 5 : 3.12.21) et il avait aussi besoin de pouvoir se déplacer librement dans la salle ou la quitter si nécessaire pour ne pas déranger les autres élèves et se calmer (annexe 5 : 21.01.22).

J'ai obtenu les meilleurs résultats avec lui quand j'ai respecté ses capacités de concentration et sa liberté de mouvement dans un contexte sans distraction (nécessité d'occulter la fenêtre sur l'extérieur).

Cet élève avait besoin de verbaliser son travail en l'expliquant à un pair (annexe 5 : 09.01.22), à l'enseignante ou à lui-même. Des gestes soulignaient ses propos.

Respecter sa personne et travailler avec un matériel introduit par l'enseignante lui donnaient un point d'attachement et d'appartenance. En résultaient une attitude plus positive, une volonté à ne pas perturber (il quittait la salle de son propre gré pour se calmer) et un vocabulaire positif et agréable.

Toutefois, l'élève 7 recherchait de petits défis dans son travail, car autrement il s'ennuyait assez facilement.

Ce qui a changé avec le matériel

Le travail avec le matériel et l'approche Montessori ont aidé l'élève 7 à gagner en confiance (annexe 5 : 17.12.21 et 4.02.22). Sa capacité de concentration a augmenté (annexe 5 : 21.01.22).

Concentré sur la manipulation du matériel, ses gestes ont gagné en précision. Il n'avait plus de difficulté à demander de l'aide (annexe 5 : 28.01.22).

Visualiser lui a permis de se projeter dans des idées mathématiques par déduction, ce qui a amélioré son estime de soi (annexe 5 : 21.01.22). Le matériel éveillait en lui des souvenirs et des associations à des exercices qu'il avait déjà faits. Cet élève posait les bonnes questions pour développer sa réflexion. Il est ainsi passé des multiples, aux diviseurs, aux fractions et même aux décimaux (annexe 5 : 28.01.22).

Le principe de travailler par palier avec une difficulté à la fois lui facilitait le travail. Il arrivait à réfléchir sur la matière (annexe 5 : 04.02.22).

Cela se remarquait, car il riait, aimait le matériel, demandait à l'utiliser. Une phrase typique était : « Ah ouais, pour ça, je suis chaud ! »

Très verbal dans son apprentissage, il arrivait à bien expliquer l'utilisation d'un matériel à ses camarades, ce qui lui donnait une certaine aisance par rapport au travail et par rapport à ses pairs.

Malgré sa dyspraxie, certains matériels l'aidaient à s'organiser dans l'espace (annexe 5 : 20.01.22). Il commençait à manipuler le matériel avec aisance grâce à la répétition des mouvements. La structuration répétitive du matériel Montessori l'aidait à aussi à structurer ses pensées. Il parvenait mieux à les transposer sur une feuille, à écrire lisiblement ses calculs. Il a ainsi réalisé peu à peu que le travail sur feuille était plus rapide ; et quand il avait compris le matériel, il essayait de passer à un travail sur fiche (annexe 5 : 11.02.22).

Limites du matériel

Même si le matériel a aidé l'élève 7 à améliorer sa motricité fine et son organisation, il lui restait difficile à manipuler en raison de sa dyspraxie. Un travail répétitif et le soutien d'un pair ou de l'enseignante étaient nécessaires pour l'encourager.

Même avec la motivation de progresser avec le matériel, cet élève connaissait des moments de grande fatigue où le matériel lui tombait parfois des mains. La pédagogie Montessori prévoit que l'élève puisse se reposer, se calmer et finalement réfléchir. Selon elle, un élève assis quelque part reste un élève actif, réfléchissant, écoutant ce qui se passe autour de lui.

Cette pédagogie préconise de considérer l'élève dans son ensemble et de lui laisser l'espace dont il a besoin pour apprendre. L'élève 7 se reposait avec plaisir sur le canapé de la classe.

Le matériel soutient l'élève pour mieux structurer ses informations, mais ne l'aide pas à mieux écrire.

Question de recherche et questions opératoires en relation avec cet élève

- Pour l'élève 7, il est possible de créer un environnement scolaire pédagogique actif pour l'utilisation du matériel (travail en petits groupes). Cela nécessite une flexibilité de la part de l'enseignant et une attention portée sur les difficultés de l'élève en matière de concentration et de manipulation du matériel.
- L'utilisation du matériel et de l'approche Montessori facilite l'apprentissage des mathématiques de cet élève en structure spécialisée en secondaire I, au regard de la progression pendant l'étude et de l'attitude positive de l'élève envers le matériel et l'approche Montessori.
- Il a été facile de mettre en place un contexte pour proposer le matériel et l'approche Montessori à l'élève 7, car il profitait de double leçons (après-midi) en petits groupes. J'ai pu lui consacrer du temps pour expliquer les matériels et créer un lien. Cela lui a permis de bien connaître le matériel et de le découvrir d'après les principes de Montessori. Les liens lors des cours ordinaires lui permettaient de constater d'autres apports possibles en développant un sens supplémentaire dans l'utilisation du matériel.
- En raison de son TDAH et de sa dyspraxie légère, l'élève 7 avait tendance à faire trop vite et à penser plus rapidement qu'il ne pouvait manipuler le matériel. Pendant le temps d'étude, l'utilisation du matériel et sa verbalisation ont peu à peu permis à l'élève de mieux se concentrer. J'ai pu observer à plusieurs reprises une polarisation de son attention.
- L'élève 7 est parvenu à transférer les notions apprises sur des feuilles préparées et mises à disposition lors du travail avec le matériel. Retrouver des exercices sur des fiches structurées de la même façon lui a permis de faire le lien et de se rappeler les exercices effectués. Dès qu'il comprenait le concept, il préférait effectuer les exercices directement sur fiche.

Situation à la fin de l'étude

Les défis majeurs de l'élève 7 restent : parvenir à transférer son savoir et à le fixer d'une façon scolaire ordinaire. Le transfert s'effectue bien vers des exercices clairs avec des feuilles préstructurées. Le travail avec du matériel préconçu semble donc nécessaire pour cet élève afin qu'il puisse passer à l'abstraction.

2.5.2. ELÈVE 6

Situation de base

L'élève 6 est un grand garçon de 13 ans de langues maternelles serbe et allemande. Il a grandi en Suisse, mais son français est lacunaire. Il vit avec ses parents et ses frères et sœurs. Malgré ses difficultés détaillées ci-après, sa famille semble vouloir qu'il progresse pour être intégré en classe ordinaire dans un maximum de matières. Il étudie régulièrement à la maison.

Diagnostiqué dyslexique et dysorthographique, cet élève montrait de grandes difficultés de lecture et d'écriture. Calme, il a dû se créer une place au sein de la structure de soutien : facilement exaspéré par les comportements des autres élèves, l'élève 6 aurait souhaité une ambiance de travail plus sérieuse, mais il s'efforçait de s'adapter. Il ne posait des questions que s'il pensait ne pas perturber le cours. Cet élève très studieux avait envie de réussir ses études. Il apprenait assez vite, mais sa mémoire à long terme restait à développer. Il manquait de stratégies d'apprentissage qu'il a semblé acquérir au long de l'année scolaire, passant plutôt par une approche concrète et par la manipulation d'objets. Il n'arrivait pas à transférer un savoir en compétence ou dans un autre domaine d'apprentissage.

L'élève 6 a suivi les cours ordinaires de mathématiques deux matinées par semaine et une à deux fois en petit groupe, l'après-midi, avec le matériel.

Progression

L'élève 6 a suivi les cours avec le matériel d'une façon irrégulière. Il était donc intéressant de voir son évolution entre les pré-tests et les post-tests.

Question	Ex. / Durée	Elève 6		1
		PRE	POST	
Construction du nombre No1 (facile)	1	2	3	1
Nombres pairs et impairs No2 (facile)	2, 3, 4	1	2	1
Dénombrement No3, No4 (facile)	3, 4	x	2	2
Opérations de base + (moyen)	5, 6, 7, 8	1	3	2
Opérations de base - (moyen)	9, 10	2	2	0
Opérations de base x (moyen)	11, 12	3	3	0
Opérations de base (:) (difficile)	13, 14	2	3	1
Vocabulaire mathématique (difficile)	14	0	2	2
Critères de divisibilité (moyen)	15	0	0	x
Noter les nombres décimaux (moyen)	16	0	2	2
Calculer avec les nombres décimaux (difficile)	17, 18	2	2	0
Comprendre les puissances (moyen)	19	0	3	3

Tableau 13 – Progression de l'élève n° 6

Lors du pré-test, l'élève 6 présentait des lacunes dans pratiquement tous les thèmes traités. Seules les multiplications, considérées de difficulté moyenne, semblaient acquises. Il pouvait effectuer des soustractions, des divisions et des calculs avec des nombres décimaux, mais encore avec des erreurs.

Après les deux mois de suivi, j'ai pu observer une progression nette dans la construction du nombre, les divisions et les puissances. En dehors des critères de divisibilité, les autres thèmes semblaient acquis, mais pas encore maîtrisés.

Globalement, le progrès mesuré est manifeste, mais ses nouvelles connaissances doivent encore être consolidées.

Déroulement et observations dans le travail avec le matériel

J'ai pu remarquer que l'élève 6 avait une grande aisance pour manipuler le matériel et qu'il avançait d'une manière autonome. L'élève avait remarqué seul qu'il arrivait mieux à se concentrer et à suivre les cours ordinaires à l'oral après avoir travaillé avec le matériel. Il appréciait l'utilisation de ce matériel qui lui permettait de voir et faire en même temps (annexe 4 : 19.04.21 et 28.02.22).

J'ai pu constater qu'il comprenait effectivement mieux les exercices après avoir utilisé le matériel qui retenait toute son attention. Durant son utilisation, il se

mettait dans un *flow* (polarisation de l'attention) qui lui permettait de se concentrer, même entouré d'élèves agités. L'élève 6 essayait aussi toujours de lier son savoir concret avec le savoir plus abstrait appris lors des cours ordinaires (annexe 5 : 2.12.21).

Ses forces en mathématiques

L'élève 6, très volontaire, voulait comprendre un travail proposé. Très consciencieux, en cas d'erreur, il recommençait.

Il arrivait bien à abstraire des contenus, même si le matériel l'aidait à la compréhension et surtout à la reproduction d'un contenu (annexe 5 : 17.02.22 et 27.01.22). Il a appris l'utilisation du matériel lors d'une présentation Montessori et ensuite, il suivait le schéma seul. Il arrivait à écrire les calculs sur une feuille. Il comprenait la notion du matériel.

Ses difficultés en mathématiques

L'élève 6 se trompait dans les échanges : dizaines, centaines, cubes dorés et timbres (annexe 5 : 16.12.21). Il avait encore des difficultés avec les petits calculs pour lesquels il demandait souvent une calculatrice. Il se trompait également dans le dénombrement et il avait besoin de beaucoup répéter un exercice pour s'en souvenir à moyen terme.

En raison de sa dyslexie et de son vocabulaire restreint, il rencontrait aussi des difficultés pour comprendre les consignes.

Il lui était encore difficile de visualiser un contenu, comme les nombres pairs et impairs. Il avait même demandé une fiche explicative avec des dessins, mais lors des post-tests, il ne se souvenait pas avoir vu les nombres pairs et impairs.

Il n'arrivait pas toujours à faire le lien abstrait. Élève studieux, il se posait facilement des questions, mais manquait encore de compréhension et de capacité de transfert.

Ce qui aide l'élève

L'élève 6 aime travailler avec le matériel. Il a dit plusieurs fois qu'il le trouvait concret et facile. Il comprenait vite et pouvait noter des petits calculs abstraits sur papier (annexe 5 : 27.01.22).

Un environnement calme et studieux lui permettait d'avancer plus vite, car il arrivait à inhiber son besoin d'interaction pendant les cours. Avec une bonne introduction d'un nouveau matériel, il arrivait à polariser son attention, même entouré d'autres élèves (annexe 5 : 17.12.22).

Question de recherche et questions opératoires en relation à cet élève

- Pour l'élève 6, il est possible de créer un environnement scolaire pédagogique actif pour l'utilisation du matériel, à condition de lui fournir de bonnes introductions et de lui laisser le temps de manipuler librement le matériel. Il l'utilise spontanément autant pour apprendre de nouvelles notions que pour appliquer celles déjà apprises.
- L'utilisation du matériel et de l'approche Montessori facilite visiblement l'apprentissage des mathématiques à cet élève en structure spécialisée en secondaire I. Il a progressé pendant l'étude et avait une attitude positive envers le matériel et l'approche Montessori.
- Il était possible de proposer le matériel et l'approche Montessori à cet élève l'après-midi, généralement pendant deux leçons et en petit groupe. Studieux, il était immédiatement intrigué et intéressé par le travail avec le matériel. Lors des introductions, il était attentif, car il savait que cela lui permettrait de continuer seul.
- L'éveil de la polarisation de l'attention de l'élève 6 a été aisé, car c'est un élève curieux et studieux.
- Sa dyslexie et sa dysorthographe gênent cet élève pour transférer ses nouvelles notions à plus long terme : il lui est difficile de structurer sur papier les informations de façon à pouvoir les relire lui-même. L'utilisation répétée du matériel lui a permis de découvrir la mémorisation des notions mathématiques à plus long terme. Le transfert de ces compétences vers le support papier est juste entamé et nécessite encore des feuilles structurées.

Situation à la fin de l'étude

L'élève 6 a gagné en confiance, car certains matériels lui sont bien connus et il peut même les expliquer à d'autres élèves ou à un·e enseignant·e.

Il se sent moins « submergé » par les chiffres et a découvert un sens et une utilité aux mathématiques.

Répéter l'utilisation du matériel utilisé l'a aidé à mémoriser à long terme et cette compétence est maintenant à transférer à d'autres supports pour consolider les notions mathématiques apprises.

2.5.3. ELÈVE 9

Situation de base

L'élève 9 est une fille de 14 ans, née en Suisse de parents albanais qui ont grandi en Allemagne. Elle parle couramment le français, avec quelques lacunes de vocabulaire. Cette élève est très lente en compréhension et montre un grand retard scolaire, mais aucun diagnostic officiel n'a été fait.

Comme l'élève 9 parle albanais et allemand à la maison, elle est intégrée en allemand dans les cours ordinaires. Elle vit avec ses parents, sa grande sœur et son grand frère. La situation familiale semble être stable. Les parents la soutiennent à leur niveau. Elle parvient à s'imposer dans la structure composée presque seulement de garçons.

Cette élève a bien commencé l'année scolaire. Elle était assez studieuse et s'appliquait dans son travail, sans pouvoir atteindre un standard qui aurait pu dépasser les attentes de la structure de soutien. Elle possédait certaines stratégies d'apprentissage, qu'elle ne savait pas toujours transposer dans d'autres domaines. Consciente de ses difficultés d'apprentissage, elle ne recherchait pas une intégration dans les classes ordinaires.

Elle avait l'impression de mieux comprendre en classe, car elle pouvait poser des questions (annexe 4 : 19.12.21). Malgré une exposition minime au matériel, elle considérait que le matériel lui avait apporté quelque chose et qu'elle avait appris davantage en classe (annexe 4 : 28.02.22)

Progression

L'élève 9 n'a jamais participé à un cours en petit groupe l'après-midi. Elle a juste quelquefois eu l'occasion d'utiliser du matériel lors des cours en commun le matin et uniquement parce que les autres élèves le lui ont proposé.

Question	Ex. / Durée	Elève 9		
		PRE	POST	1
Construction du nombre No1 (facile)	1	3	3	0
Nombres pairs et impairs No2 (facile)	2, 3, 4	0	0	x
Dénombrement No3, No4 (facile)	3, 4	x	0	x
Opérations de base + (moyen)	5, 6, 7, 8	2	2	0
Opérations de base - (moyen)	9, 10	3	2	-1
Opérations de base x (moyen)	11, 12	3	3	0
Opérations de base (:) (difficile)	13, 14	2	1	-1
Vocabulaire mathématique (difficile)	14	0	1	1
Critères de divisibilité (moyen)	15	0	0	x
Noter les nombres décimaux (moyen)	16	0	0	x
Calculer avec les nombres décimaux (difficile)	17, 18	2	2	0
Comprendre les puissances (moyen)	19	1	1	0

Tableau 14 – Progression de l'élève 9

L'élève 9 a pu améliorer la durée d'exécution du test. En revanche, ses résultats ne se sont pas améliorés. Le fait qu'elle n'ait utilisé que rarement le matériel est peut-être un facteur, mais il est à noter aussi que cette élève abandonnait rapidement lors de réflexions qu'elle ne comprenait pas tout de suite.

Déroulement et observations dans le travail avec le matériel

L'élève 9 était très peu présente aux leçons, car elle avait régulièrement des cours et des activités particulières et elle a été absente plusieurs fois pour raison de maladie. Sa présence était planifiée lors de deux leçons classiques par semaine, les matins. Elle était donc peu confrontée au matériel et a suivi principalement des cours frontaux.

Ses forces en mathématiques

L'élève 9 était studieuse, attentive lors des présentations et des explications. Elle arrivait à faire des exercices après beaucoup de répétitions. Elle apprenait donc par cœur.

Elle participait volontiers en classe et posait de nombreuses questions qui l'aidaient à mieux comprendre le contenu d'un thème (ex : opérations de base).

Ses difficultés en mathématiques

L'élève 9 éprouvait des difficultés à comprendre une consigne et les calculs correspondants.

Si elle ne structurait pas sa feuille, elle s'y retrouvait toutefois. Cependant, elle mélangeait également les emplacements des chiffres dans un nombre, surtout lors des additions ou soustractions, en oubliant les retenues. Elle avait besoin d'un temps de réflexion important, mais elle utilisait le matériel à bon escient (annexe 5 : 27.01.22).

Beaucoup de répétitions lui étaient nécessaires pour pouvoir se rappeler un calcul.

Ce qui aide l'élève

L'élève 9 intégrait bien de nouveaux contenus s'ils ne contenaient qu'une difficulté, comme dans l'approche Montessori. Les répétitions lui étaient essentielles pour mémoriser.

Le travail avec le matériel pourrait l'aider, si elle avait la possibilité de mieux l'explorer (annexe 4 : 19.12.21).

Ce qui a changé avec le matériel

Le travail avec le matériel et l'approche Montessori ont été une découverte pour l'élève 9. Fascinée par le matériel, elle l'a observé longtemps et avec attention, avant même d'entamer la présentation du concept mathématique. Les rares fois où elle a pu accéder au matériel, elle a été complètement absorbée par celui-ci et elle a mieux appréhendé les approches (annexe 5 : 27.01.22, division). Il lui faudrait du temps pour consolider ce nouveau concept en répétant les exercices avec le matériel.

Question de recherche et questions opératoires en relation à cet élève

- Pour l'élève 9, il est difficile de créer un environnement scolaire pédagogique actif pour l'utilisation du matériel, car elle n'a pas assez de leçons en présence dans la classe pour suivre le programme scolaire demandé et remédier à ses lacunes. Dans sa situation, il est plutôt difficile d'appliquer le matériel.
- Si elle avait plus de temps à disposition, le matériel et l'approche Montessori pourraient être une grande aide pour cette élève. Elle a affirmé que le matériel et la méthode lui permettaient d'oser poser des questions en classe.

- Le travail en commun est également fondé sur la méthode Montessori et demande en principe uniquement une difficulté à la fois, ce qui lui est favorable.
- L'utilisation du matériel et l'approche Montessori semblent pouvoir lui faciliter le travail, car l'élève 9 réagit très positivement à l'approche, mais dans le contexte de la recherche, cela n'a pas pu être vérifié.
- Par son vécu scolaire, cette élève commence plutôt avec une approche abstraite et passe ensuite à la découverte du matériel.

Situation à la fin de l'étude

Vers la fin de l'étude, un écart important s'était creusé entre les élèves qui avaient pu travailler avec le matériel et elle. Par exemple, tous les autres élèves avaient eu l'occasion de travailler avec le matériel pour les puissances (annexe 5 : 31.01.22). De ce fait, il lui était difficile de suivre les cours qui reprenaient ce thème.

Par conséquent, elle doit beaucoup travailler à la maison et elle n'a pas l'opportunité de changer d'approche ou de stratégie d'apprentissage.

3. DISCUSSION

Lors de cette analyse, je me suis interrogée de manière pragmatique à la question de recherche et aux questions opérationnelles. Je me suis permis d'y répondre aussi concrètement que possible sur la base de cette étude et sur le vécu et les observations réalisées pendant cette période.

Les éléments d'analyse issues de l'étude sont :

- Le pré- et post-tests
- Les questionnaires semi-directifs
- Les cas particuliers
- Le journal de bord

Au sein des analyses et interprétations de ces éléments, des tableaux et diagrammes ci-dessous permettaient de faciliter une vue d'ensemble en lien avec la question de recherche. Une synthèse des cas particuliers sélectionnés a permis d'illustrer les tendances observées.

Les réponses aux questions initialement posées dans cette recherche ont été traitées individuellement avec les différents résultats émergents de cette étude.

Pour clore cette analyse, un résumé regroupe les éléments essentiels observés.

3.1. ANALYSE DES ELEMENTS DE L'ÉTUDE

Les éléments de l'étude ont été analysés et interprétés et complétés par des observations, notamment en ce qui concerne l'application concrète de la méthode de travail.

3.1.1. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DES TESTS

Le premier indicateur d'analyse de la question de recherche est la progression des résultats entre les deux tests.

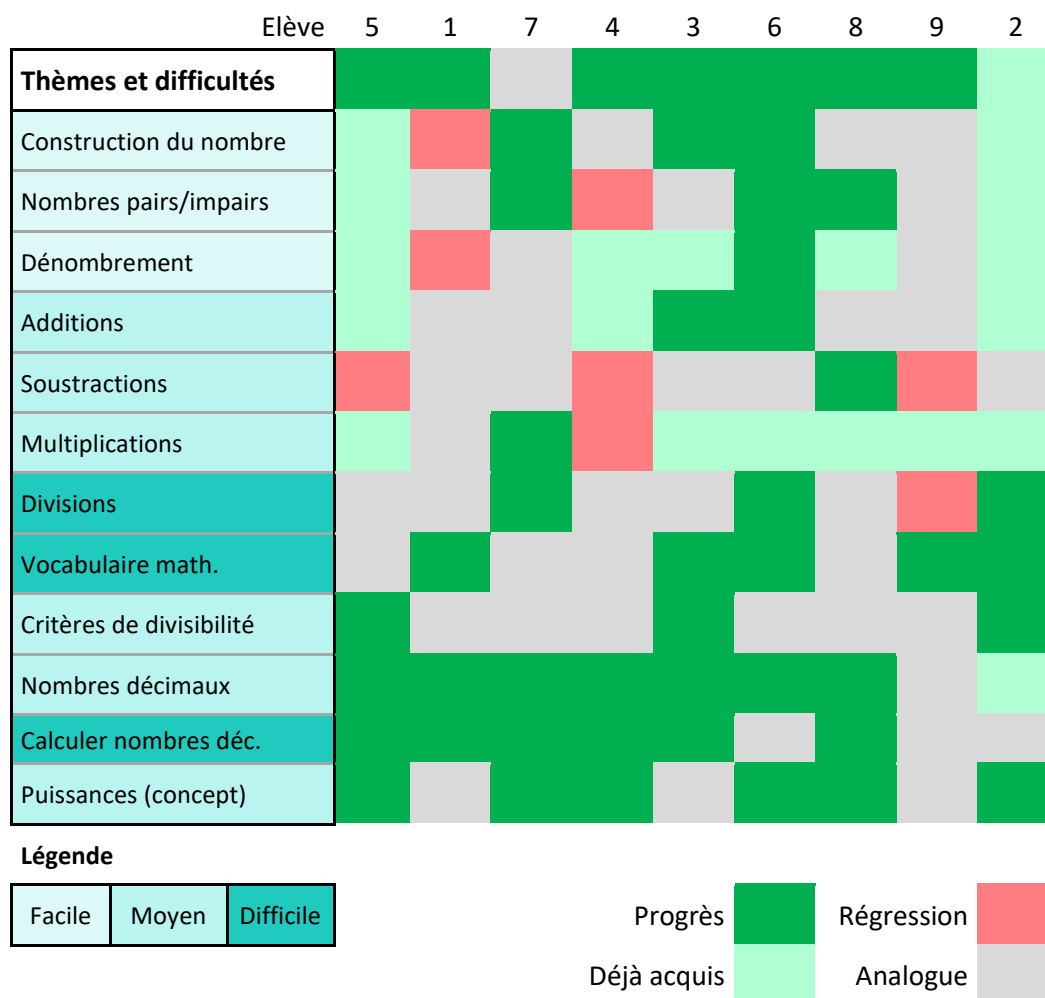


Tableau 15 – Vue d'ensemble simplifiée des progressions

Les progrès (représentés en vert) se trouvent majoritairement dans les thèmes traités plus récemment, comme noter les nombres décimaux, les calculer et comprendre les puissances.

Malgré les progrès, des difficultés observables semblent perdurer dans les opérations difficiles, le vocabulaire mathématique et les critères de divisibilité. Sur ces deux derniers, trois élèves ont bien progressé sur certains thèmes, alors que d'autres ne semblent pas encore avoir compris leurs concepts de base.

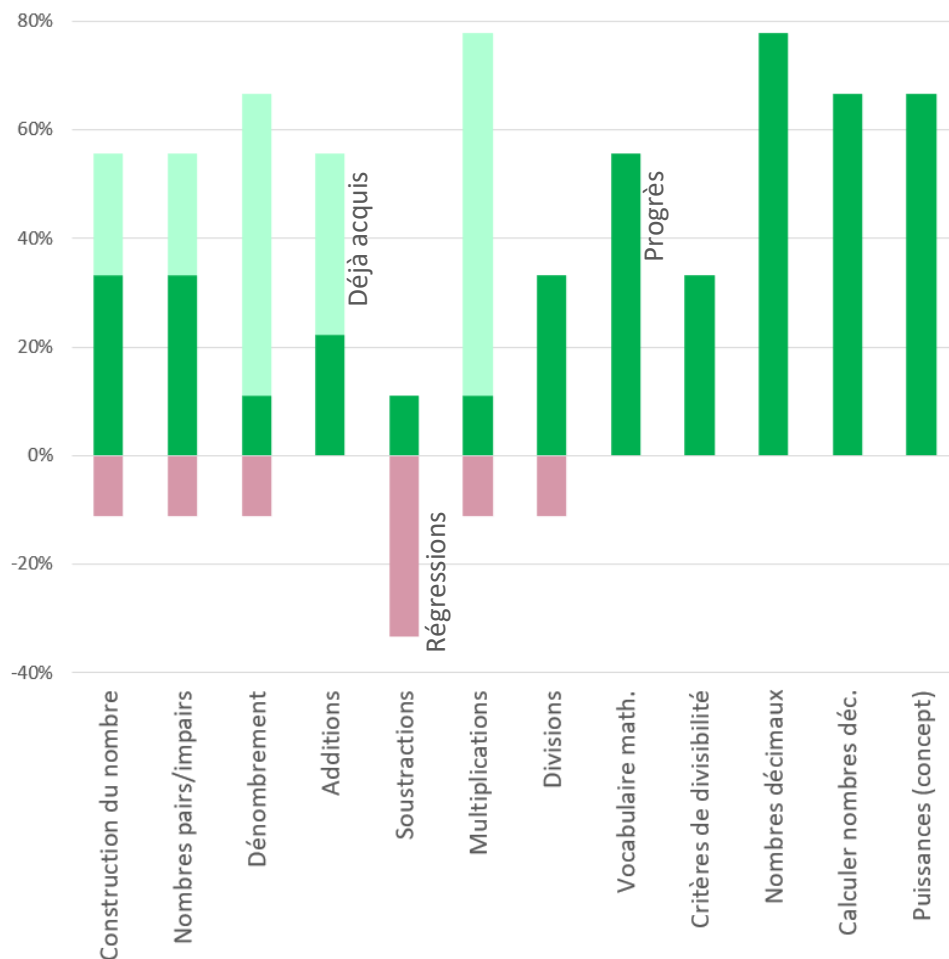


Diagramme 1 - Progrès et régressions par thèmes

Au regard progrès entre les deux tests dans les thèmes considérés de difficulté moyenne ou difficile, il semble que les méthodes et les matériels évalués ont soutenu l'apprentissage des élèves en mathématiques.

Les thèmes considérés faciles ont principalement été traités au début de l'étude, dans l'idée préalable de construire les nouveaux concepts. Dans ce contexte, les soustractions n'ont plus été traitées, car elles n'ont pas d'utilité directe pour construire les multiplications, divisions, nombres décimaux et puissances.

En conséquence, les élèves avec une difficulté de mémorisation à long terme ont répondu moins bien dans les questions traitant la soustraction lors des post-tests.

Un tiers des élèves a progressé dans la construction des nombres. L'élève qui avait régressé avait indiqué qu'il était fatigué et que ça l'ennuyait de refaire l'exercice auquel il avait répondu correctement la première fois.

À la lecture du tableau, les élèves 5, 3 et 2 ont principalement progressé dans les thèmes considérés plus difficiles.

Un cas particulier est le calcul des divisions, considérées difficiles, où trois élèves n'ont pas répondu aux post-tests (élèves 5, 1, 4), alors qu'ils avaient pu répondre aux pré-tests, même s'il y avait encore des erreurs.

L'élève 4 aurait oublié certaines notions au post-test. Après questionnement, il a répondu qu'il l'avait simplement oublié à ce moment-là. Régulièrement, cet élève semble avoir oublié des concepts déjà appris, mais des notions pourraient revenir après une certaine remise en contexte.

Les critères de divisibilité n'ont pas été traités suffisamment dans le cadre de l'étude pour que les élèves puissent en tirer profit. L'apprentissage de ce concept nécessiterait plusieurs semaines de travail avec le matériel Montessori, car il s'effectue en plusieurs étapes (planche à racine), multiples et plus petits multiples communs.

Il en va de même pour le vocabulaire mathématique qui a été traité en dehors de l'approche Montessori ; avec Montessori, la construction du vocabulaire se fait au fur et à mesure de l'introduction des nouveaux thèmes. Il semble donc que les élèves n'ont par conséquent pas eu suffisamment de temps pour assimiler les nouveaux termes. Le progrès observé dans le diagramme ne serait donc que partiel.

En général, les élèves ont acquis plus de connaissances dans la construction du nombre, donc dans les emplacements des chiffres, dans la compréhension et l'application des opérations de base, sauf pour la soustraction, et dans les nombres décimaux et la compréhension des puissances. Peut-être ont-ils progressé dans ces domaines, car ils se succédaient dans la construction des cours et leur permettaient donc d'ancrer leur savoir acquis dans l'étape précédente pour en faire une compétence. Les thèmes qui n'étaient plus réellement en lien ont été moins travaillés ce qui expliquerait la régression de ceux-ci chez certains. Il serait donc nécessaire de poursuivre et reprendre régulièrement le travail sur la construction du nombre, les emplacements, le dénombrement, les opérations de base, ainsi que le vocabulaire adéquat afin que les élèves puissent progresser dans des apprentissages mathématiques plus avancés.

Suite aux pré- et post-tests, trois élèves (élève 10, 2 et 8) ont pu être intégrés dans les cours ordinaires. Il est également envisagé que l'élève 4 puisse être intégré vers la fin de l'année scolaire.

La progression des élèves et les observations semblent donc indiquer que le matériel et la méthode soutiendraient concrètement les élèves dans l'apprentissage des mathématiques.

3.1.2. INTERPRÉTATION DES QUESTIONNAIRES SEMI-DIRECTIFS

Deux questionnaires semi-directifs ont été soumis à la mi-décembre et fin février.

En dehors d'un élève qui a quitté le soutien en mathématiques entre-temps, tous les élèves ont indiqué que le matériel leur avait facilité l'apprentissage des mathématiques et qu'ils ont progressé dans les thèmes abordés (voir Annexe 4, tableaux des questionnaires semi-directifs).

Les arguments principaux pour l'utilisation du matériel étaient une amélioration de la compréhension en touchant le matériel et en le manipulant. Le deuxième argument était une augmentation de la concentration avec le matériel. Seul un élève pensait pouvoir apprendre les mathématiques sans matériel et un élève était de l'avis qu'il savait déjà effectuer les exercices auparavant.

La plupart des élèves étaient de l'avis que le matériel leur permettait de mieux comprendre les cours ordinaires, même s'ils ne savaient pas forcément l'argumenter. L'observation externe a permis de constater que la concentration des élèves s'était considérablement améliorée et que l'effort à fournir pour cette concentration semblait avoir diminué. Cette évolution positive était peut-être due au fait que j'ai maintenu l'approche Montessori en trois étapes et en ne présentant qu'une difficulté à la fois, même lors du travail en groupe-classe, plus frontal.

Les élèves se mettaient plus à l'aise lors des cours, se permettant de poser des questions sans gêne ni peur d'être jugé.

3.1.3. INTERPRÉTATION DES CAS PARTICULIERS

J'ai choisi d'étudier les cas particuliers de trois élèves qui présentaient des problèmes mathématiques récurrents semblables : les retenues, les emplacements des nombres, les nombres dans les opérations de base et l'organisation sur une feuille ; qui avaient eu des expositions très différentes au matériel (fréquent, moyen, rarement) ; et qui montraient au final des associations positives face au matériel.

Leur intérêt pour celui-ci était perceptible, même si cet intérêt apparaissait de façons différentes. Si l'élève 7 s'exclamait régulièrement qu'il était « chaud » pour un matériel, l'élève 6 réagissait très positivement à l'auto-évaluation et l'élève 9 était fascinée et très focalisée les rares fois où elle a eu l'occasion d'utiliser le matériel.

Les aspects pratiques du matériel semblaient les aider à visualiser des concepts mathématiques, notamment le lien entre des aspects géométriques, graphiques, les nombres et les fractions.

Selon mes observations, l'élève 7 commençait à s'ennuyer à la troisième répétition d'un exercice, alors que l'élève 6 pouvait effectuer plus de cinq répétitions avec attention, et l'élève 9 passait beaucoup plus de temps sur le matériel et nécessiterait probablement encore plus de répétitions pour pouvoir intégrer un concept. Ainsi, la vitesse et le nombre nécessaire de répétitions pour construire une autonomie semblent varier selon l'élève et ses difficultés.

Les deux élèves qui ont le plus pu travailler avec le matériel ont manifestement progressé en mathématiques.

L'élève qui n'a eu que peu d'opportunités de s'exercer a montré une grande attention à l'égard du matériel. Toutefois, la rareté de son utilisation ne permet pas de s'exprimer sur son impact ni sur la méthode de son apprentissage.

Même si les trois élèves ont des difficultés mathématiques similaires, leurs difficultés scolaires et comportementales sont très différentes. Après la démonstration du matériel, le comportement des trois élèves avec celui-ci variait considérablement.

L'élève 9 observait avec beaucoup de passion et de patience, l'élève 7 peinait à manipuler le matériel, mais développait une capacité d'analyse surprenante et l'élève 6 avait besoin de répéter à plusieurs reprises les mêmes gestes pour les comprendre et les intégrer.

Et pourtant, la manipulation du matériel a semblé faire naître des compétences insoupçonnées chez ces trois élèves. L'élève 7 a commencé à développer de nouvelles notions spontanément et assez rapidement. L'élève 6, qui présente de sérieux problèmes de mémorisation à long terme, a commencé à se rappeler les résultats antérieurs en revoyant le matériel avec lequel il les avait calculés. Et l'élève 6 a montré un très vif intérêt, inédit jusqu'ici dans le contexte scolaire.

Ainsi, il semble que la manipulation des matériels permettrait d'éveiller des compétences par les associations qu'ils suscitent à travers le toucher, la manipulation, les formes ou encore les couleurs.

L'observation de ces compétences pourrait donc peut-être permettre à un·e enseignant·e de les utiliser et d'investir aussi dans d'autres branches pour soutenir ces élèves dans leur apprentissage.

Auprès de ces trois élèves en difficulté, le matériel et l'approche Montessori semblent visiblement faciliter l'enseignement des mathématiques. Toutefois, la rareté de son utilisation par l'élève 9 ne permet pas de s'exprimer sur son impact ni sur la méthode de son apprentissage.

La proposition du matériel en petits groupes après une introduction et une sensibilisation à cette méthode me semble la bonne approche pour ces élèves. Si l'élève 9 a été introduite au matériel par d'autres élèves lors des cours classiques, elle serait certainement motivée à utiliser le matériel au sein d'un petit groupe.

J'ai pu observer la polarisation de l'attention auprès de chacun des trois élèves, motivée par des raisons qui me semblent individuelles à chacun.

Le transfert de ces nouvelles compétences vers le travail scolaire ordinaire est entamé auprès des élèves 7 et 6. Chez eux, le transfert a paru facilité avant tout par des feuilles préparées mises à disposition pendant l'utilisation du matériel, une fois que celui-ci avait été compris.

En observant ces élèves, j'ai constaté l'importance de soutenir le transfert des étapes et d'interrompre l'exercice si une notion n'était pas encore pleinement comprise.

Ainsi, si la notion de retenue n'était pas encore claire, alors qu'elle pouvait déjà être effectuée sur le matériel, par exemple un boulier, son transfert sur papier n'était pas toujours possible. J'en déduis que la notion devrait d'abord être internalisée avec le matériel avant d'entamer à nouveau le transfert (une difficulté à la fois).

3.1.4. INTERPRÉTATION DU JOURNAL DE BORD

Lors de l'analyse inductive des données transcrites (voir « Méthode de collecte des données ») du journal de bord, il était possible de distinguer les données en deux classes majeures. Une classe se focalisait sur les difficultés observées et les compétences à développer, l'autre classe explorait les observations pendant l'utilisation du matériel.

La classe « difficultés observées et les compétences à développer » se focalisait sur les problématiques majeures qui émergeaient des données empiriques. Elles pourraient être divisées en trois grandes catégories : difficultés méthodologiques, difficultés mathématiques et difficultés des fonctions exécutives. La classe « observations concernant le matériel » pourrait être divisée en intégration du matériel en cours ordinaire, facilitateurs et obstacles.

Les difficultés observées et les compétences à développer semblent tout d'abord d'un ordre de compétences plus général, comme la construction de la pensée, incluant la réflexion séquentielle et structurée par étapes.

Difficultés observées & compétences à développer		
Méthodologique	Mathématiques	Fonctions exécutives
Construction de la pensée	Manque de vocabulaire mathématique (par exemple : mélange entre addition, multiplication, soustraction et division)	Se font facilement distraire par des événements extérieurs, comme ce qu'ils peuvent regarder par la fenêtre au rdc.
Séquentielle difficile et importante	Différence entre multiplication et division	Motricité fine les empêche de manipuler le matériel, cela doit s'apprendre d'abord – manque d'entraînement dans le passé
Structuration des étapes	Construction du nombre, emplacement des chiffres	Vitesse d'avancement liée à la capacité de concentration => ils sont impatients avec eux-mêmes
Structuration de la pensée	Les calculs de base	Il faut tenir compte de leur état général pour utiliser le matériel : fatigue, faim, bien-être, énervement, etc.
		Troubles de l'attention – besoin de beaucoup de temps et de répétition pour pouvoir suivre des étapes séquentielles, pour pouvoir créer des groupes, travail lent et répétitif nécessaire
		La corpulence de certains ne leur permet pas de bouger librement et donc d'utiliser le matériel par terre comme prévu et parfois nécessaire. Il faut donc improviser Problème avec dyspraxie reste aussi avec le matériel.

Tableau 16 – Difficultés observées et compétences à développer

La construction de la pensée et sa structuration semblent être proches dans les répercussions mathématiques. Les élèves n'étaient pas encore capables de distinguer de quelle opération mathématique il s'agissait, ni quelle nomenclature pourrait leur donner des indices. Par conséquent, ils mélangeaient facilement les opérations de base, comme les additions, multiplications, soustractions et divisions. Ils mélangeaient également des étapes de travail, ce qui semble être lié à la structuration de la pensée et donc à la construction de celle-ci.

Plusieurs facteurs, dus à certains troubles de l'apprentissage, semblaient interférer avec les fonctions exécutives dans cette construction de la pensée. La construction de la pensée et sa structuration auraient donc des répercussions proches en mathématiques.

Les élèves se laissaient facilement distraire par des événements extérieurs et présentaient un manque d'inhibition des besoins de base, comme la fatigue, le besoin de bouger ou la faim. Leur capacité de concentration étant ainsi réduite, ils ne parvenaient pas assez rapidement au but de leurs efforts. Il semble que cette frustration les poussait à abandonner plus rapidement.

Pour que l'utilisation du matériel permette une construction de la pensée, il me paraît donc important que les élèves présentant des difficultés, comme un trouble de l'apprentissage, une dyspraxie ou encore une réduction de mobilité, puissent marier ces inhibiteurs à l'apprentissage avec l'utilisation du matériel.

Pour cela, une analyse préalable des fonctions exécutives nécessaires pour l'utilisation de chaque matériel pourrait être nécessaire avant de le proposer à un élève spécifique et il s'agirait également d'entraîner d'abord les gestes nécessaires pour aborder le travail mathématique avec le matériel. Une fois cette première étape passée, l'apprentissage ou l'affinement de ces fonctions exécutives se ferait en utilisant le matériel.

Il me paraît primordial de permettre maintes erreurs dans l'utilisation et dans l'obtention des résultats, le processus étant plus important que les résultats mathématiques.

Une fois le processus internalisé, les nombres, les opérations et leur désignation gagnaient en intérêt pour l'élève dans une troisième étape.

Ainsi, l'intégration du matériel en cours ordinaire pourrait dépendre fortement de l'expérience que les élèves ont vécu avec le matériel lors de son introduction et l'utilisation en petits groupes. Quand un élève a eu de bonnes expériences et assez de temps pour s'entraîner avec le matériel, il semble qu'il aura plus facilement tendance à l'utiliser en classe.

Observations concernant l'utilisation du matériel		
Intégration en cours ordinaire	Facilitateurs	Obstacles
Intégration du matériel par les élèves dans les cours ordinaires, s'ils ont vécu une réussite la veille avec le matériel	L'auto-correction est bien accueillie	Manque de possibilité de s'entraîner
L'intégration du matériel au cours passe par les élèves précurseurs qui l'ont appris en petits groupes ou seul	Le travail répétitif et varié semble ancrer les notions de base	Par manque de temps, peu de leçons, il est parfois difficile de mettre le contenu et la compréhension du matériel dans un contexte
Marche bien quand les mêmes thèmes sont traités avec le matériel et dans les cours ordinaires (pour pouvoir retenir les contenus, ils doivent donc être en phase)	Le côté visuel du matériel aide certains élèves (ig. Le code couleurs)	Ils veulent souvent effectuer les exercices trop rapidement
L'insécurité fait qu'ils n'osent pas toujours sortir le matériel en cours ordinaire	Intégration, mémorisation par le matériel plus rapide qu'à l'écrit – attendre avec l'abstrait	Répétition nécessaire, avec le même matériel ou un matériel qui traite le même thème
Difficile si manque de lien avec le travail en groupe-classe	Les élèves remarquent eux-mêmes que le matériel est palpable – ils amènent parfois des réflexions mathématiques qui vont au-delà de ce qu'ils sont en train d'apprendre	
Les élèves aiment bien s'instruire ensemble	Le côté visuel incite les élèves à verbaliser et à parler de ce qu'ils voient et font. Cela peut inciter des échanges et la co-construction.	
	Certains arrivent à se concentrer sur un thème (polarisation de l'attention) et ils sortent contents de leur travail.	
	Toujours mettre du matériel supplémentaire à disposition afin qu'ils puissent choisir si un matériel les ennuie.	
	Mettre du matériel à disposition qui leur permet de travailler plus vite comme un tableau de multiplication/division	
	Répéter régulièrement les calculs de base avec le matériel, permet également de visualiser	
	Le matériel démontre bien les différents savoirs et compétences des élèves	
	Important de mettre d'autres matériels auto-correcteurs à disposition. Cela augmente la valeur du matériel mathématique aux yeux des élèves	

Tableau 17 – Observation concernant l'utilisation du matériel

Pour utiliser le matériel en classe, l'enseignant·e pourrait mettre à disposition plusieurs matériels, en créant des groupes harmonieux susceptibles de travailler avec ceux-ci. Il ou elle pourrait aussi permettre aux élèves de sortir spontanément le matériel et de s'entraîner.

Les élèves les plus à l'aise dans la manipulation d'un matériel auraient le rôle de précurseur et sortiraient le matériel pendant un cours. Cela impliquerait de nouveau qu'ils aient eu le temps nécessaire pour s'approprier le matériel lors des cours en petits groupes.

Il semble que les élèves étaient considérablement plus motivés à utiliser le matériel en petits groupes et lors des cours quand ils pouvaient faire la connexion entre les thèmes traités lors de l'année scolaire, leur propre problématique et l'apprentissage que le matériel leur apportait.

Le matériel semblait permettre aux élèves de mémoriser en manipulant et en apprenant à visualiser, donc à structurer leur production. Certains, étant trop pressés dans leur travail, remarquaient que le processus et le résultat étaient faux. Leur offrir un matériel avec une seule difficulté à la fois paraissait être la bonne méthode pour garder leur motivation et les inciter à réessayer.

Maintes répétitions avec des matériels différents et autocorrectifs traitant le même thème aidaient visiblement les élèves à intégrer des processus. Ils pouvaient alors les reconstruire et les transférer en groupe-classe.

Un bel effet positif observé est que les élèves montraient l'utilisation du matériel à leurs pairs au sein du groupe-classe. L'apprentissage était alors double : les uns consolidaient leurs compétences et les autres construisaient leur savoir.

3.2. RÉPONSES AUX QUESTIONS

Après l'analyse des éléments individuels de l'étude, il est possible d'apporter des éléments de réponses non exhaustives aux questions de recherche.

3.2.1. LA QUESTION PRINCIPALE

La réponse à la question de recherche principale n'est pas sans nuance ; elle est liée à des conditions. Je me suis donc demandé « **comment procéder dans une structure spécialisée en secondaire I avec des matériels et l'approche Montessori pour faciliter l'apprentissage des mathématiques aux élèves en difficultés d'apprentissage ?** »

Les résultats encourageants des pré- et post-tests, liés à l'approche et au matériel Montessori employé pendant le temps de travail, laissent supposer que les élèves en difficulté d'apprentissage en structure spécialisée en secondaire I de cet échantillon ont pu profiter de l'approche et du matériel Montessori.

Toutefois, dans une structure ordinaire, où les élèves n'ont pas d'expérience antérieure avec l'approche et le matériel Montessori, le succès semble être lié à certaines conditions à respecter, telles que :

- le travail se fait à deux niveaux ; des leçons plutôt traditionnelles le matin et des leçons en petits groupes utilisant le matériel lors des après-midi ;
- s'il est possible, il faudrait dispenser des double-leçons, afin que les élèves puissent rentrer dans une polarisation de l'attention ;
- l'enseignant·e devient accompagnateur·rice formé·e, afin de pouvoir appliquer la pédagogie autant la présentation du matériel ;
- répétitions fréquentes, temps de travail libre ;
- matériel sélectionné ;
- une difficulté à la fois ;
- lien avec le programme ordinaire ;
- aucun jugement ;
- phases de travail sans interventions ;
- matériel spécifique pour le transfert ;
- sensibilisation à la notion de respect Montessori ;

- respect de leur besoins fondamentaux ;
- environnement structuré, sécurisant et agréable.

Ces conditions sont décrites ci-dessous dans le contexte des questions opératoires.

Selon « Codage des données » dans « 2.2.3, Méthode de Collecte des données » les observations ont été regroupées selon des catégories. En conséquence, les conditions énumérées et explicitées ci-dessous se retrouvent dans ces analyses, sans exemples individuels.

La recherche portait sur la possibilité d'appliquer la méthodologie et du matériel Montessori dans le contexte de la structure du soutien d'une part, et sur a recommandation ou non de cette démarche en fonction des résultats obtenus d'autre part.

En conséquence, cette recherche peut s'exprimer sur l'application des principes individuels de la méthodologie selon les observations qui ont été regroupées dans « Interprétation du journal de bord ». Les exemples ci-dessous illustrent certaines situations sans pour autant constituer des preuves des modalités décrites

3.2.2. LA QUESTION OPÉRATOIRE 1

Dans quelles limites et quel contexte proposer ces matériels et leurs méthodes ?

Le contexte pour proposer le travail avec le matériel de façon efficace a d'abord dû être créé.

Le travail a eu lieu à deux niveaux, clairement distingués. Le matin, en groupe-classe, où les élèves travaillent les mêmes thèmes *a priori* (sentiment d'appartenance à un groupe) et l'après-midi en petits groupes de travail, où les élèves pouvaient s'approprier l'approche, l'utilisation et le sens du matériel Montessori (meilleure différenciation pédagogique possible).

Afin que le matériel et l'approche Montessori puissent être acceptés par les élèves, certaines conditions semblaient être nécessaires :

- L'enseignant·e devenait l'accompagnateur·trice lors du travail et aidait chaque élève au niveau de ses difficultés individuelles, tantôt lors du travail avec le matériel, tantôt lors des cours en commun.
- La possibilité de répéter une même notion avec des matériels différents paraissait primordiale. Cette répétition du travail des compétences de base comme la construction du nombre, les emplacements des chiffres, les opérations de base et leurs vocabulaires associés créerait la base pour toutes les autres approches mathématiques. Cette répétition serait donc nécessaire tout au long de l'année ou des années afin de maintenir le niveau des compétences de base.
- Afin que les élèves s'intéressent par eux-mêmes au matériel, il a paru nécessaire de créer des plages horaires de temps de travail libre, avec un cahier d'exercices à choix. Ce cahier pourrait impliquer plusieurs branches afin qu'il y ait un véritable choix. Quand les élèves arriveraient à un stade où ils connaîtraient le matériel, mais n'arriveraient pas à répondre aux exercices du dossier, il est probable que l'envie leur viendrait de l'exploiter par eux-mêmes. Finalement, l'enseignant·e devrait se former suffisamment pour pouvoir présenter le matériel correctement, pouvoir aider les élèves à faire le transfert entre le matériel et l'abstrait, travailler seulement une difficulté à la fois, même dans une classe à multiples niveaux, et poursuivre une pédagogie positive sans jugement quelconque.

Dans la mesure du possible, la mise en place d'un nouveau matériel et de son utilisation était effectuée lors de double-leçons pour éviter de devoir interrompre le travail des élèves.

L'activité d'accompagnement se différenciait de l'enseignement par une posture observatrice et de soutien après la présentation du matériel, ce qui permettrait aux élèves de développer et d'avancer à leur propre rythme. Selon les élèves, l'assistance nécessaire pouvait être plus importante (voir élève 7 et ses problèmes de dyspraxie) ou réduite, tel qu'avec l'élève 6, studieux et assez indépendant. Un exemple concret peut être observé dans la vidéo (<https://photos.app.goo.gl/Crdq9HUqkSqKcyD76>) du plus petit multiple commun, sous 04.02.2022 du journal de bord.

Tous les élèves auraient besoin de répétitions avec le matériel pour consolider des notions. J'ai constaté (Tableau 16 - Difficultés observées et compétences à développer) que ces répétitions ou au moins le rappel d'associations était encore plus important pour les enfants avec des troubles de l'attention.

La nécessité de temps de travail libre, un fondement de la méthodologie, a été confirmée par les observations générales avec tous les élèves.

3.2.3. LA QUESTION OPÉRATOIRE 2

L'utilisation du matériel permet-elle la polarisation de l'attention des élèves ?

Avec les élèves du secondaire, j'ai pu observer qu'une bonne présentation d'un nouveau matériel à un élève seul ou à un petit groupe semblait être la clé permettant aux élèves de s'approprier le matériel, de développer une indépendance et de se focaliser sur celui-ci.

Il a été observé que pour optimiser les probabilités que les élèves parviennent à une polarisation de l'attention, il serait important :

- que le matériel soit sélectionné selon les besoins et les difficultés spécifiques de l'élève pour que celui-ci puisse s'épanouir ;
- que l'enseignant·e veille à ce qu'un élève n'affronte qu'une seule difficulté à la fois. Cela prendrait d'autant plus de sens si un élève dyspraxique manipulait le matériel. Il devrait d'abord apprendre la manipulation du matériel à son niveau, avant de pouvoir apprendre les notions mathématiques ;
- que l'enseignant·e observe la capacité de l'élève à manipuler le matériel et son implication dans le travail. Au besoin, elle ou il proposerait une nouvelle démonstration, un autre matériel ou une autre activité quand cela semblerait être indiqué. Tel que décrit dans « 2.2.2, Déroulement pédagogique de l'étude », le matériel avait été sélectionné pour chaque élève selon ses résultats aux pré-tests et, ensuite, selon sa progression individuelle. Par exemple, l'élève 4 a pu commencer par les multiplications avec les cubes dorés, alors que l'élève 7 a commencé par les additions avec le damier ;

- que l'enseignant·e clarifie le lien avec le programme ordinaire. Les élèves comprendraient ainsi que leur travail avec le matériel serait étroitement lié aux cours ordinaires, ce qui les rassurerait certainement. Cela pourrait tout aussi être vrai dans le cadre d'un exercice avec un matériel pour les additions qu'avec un matériel qui travaille les puissances ou les racines. Seul le matériel à utiliser et sa méthode préalablement acquise permettraient aux élèves d'avancer ;
- qu'aucun jugement négatif ou positif ne soit porté sur l'élève et son travail, pour que l'élève puisse se sentir en pleine sécurité et se féliciter lui-même, quand il réussirait l'exercice et aurait compris le concept. Le matériel est autocorrectif pour permettre ce principe important. Pour exemple, l'élève 3, diagnostiqué avec un TDAH, avait toujours de la difficulté à faire un lien entre œil et main. Pour lui, il était très compliqué de remplir le tableau des cents lors du cours du 11.01.2022. Il n'arrivait pas à se concentrer. Toutefois, il refusait toute aide, car il pouvait voir par lui-même s'il avait dénombré correctement jusqu'à 100 ;
- que l'élève ne soit pas dérangé dans sa découverte du matériel et d'un nouveau concept pour qu'il puisse s'immerger dedans, même en cas d'erreurs. La confrontation de l'élève à son erreur et sa gestion seraient un apprentissage important. L'élève devrait avoir la possibilité de se focaliser sur le matériel et de s'isoler mentalement des événements autour de lui ;
- que l'élève dispose de suffisamment de temps pour s'approprier le matériel et l'approche Montessori, et pour qu'il puisse se focaliser sur le matériel et développer sa compréhension ; la polarisation de l'attention. La polarisation de l'attention avec le matériel serait donc issue de la motivation intrinsèque de découvrir, d'apprendre quelque chose de nouveau et de maîtriser l'exercice. Une condition *sine qua non* serait que l'élève se sente en pleine sécurité, soutenu et accepté tel qu'il est. Par exemple, le 11.01.22, l'élève 5 travaillait avec le matériel des perles pendant que ses camarades faisaient tout à fait autre chose. Elle découvrait les multiples. Elle était fascinée par son travail. Elle entraînait dans une répétition sans fin, interrompue par la fin de la leçon. Sa concentration était si forte qu'elle ne s'était pas laissée interrompre

par les élèves 8 et 3 qui n'arrivaient pas du tout à se concentrer sur leur travail respectif.

Le lien avec le programme ordinaire a été exprimé avant d'engager l'apprentissage avec le matériel. Progressivement, les élèves ont remarqué par eux-mêmes les correspondances.

3.2.4. LA QUESTION OPÉRATOIRE 3

Comment faciliter le transfert des savoirs et des compétences enseignés avec le matériel vers le travail scolaire ordinaire ?

Le matériel et sa présentation au secondaire I semblaient souvent montrer des évidences aux élèves. Ils comprenaient en général très vite le fonctionnement d'un matériel.

Dès que le matériel demandait de retenir des nombres, certains élèves se heurtaient à une limitation à se rappeler d'informations à court terme. En leur proposant de noter les résultats intermédiaires, un premier pas vers l'abstrait était fait.

Après s'être approprié le processus du matériel, des feuilles structurées (voir « Annexe 8 : Matériel Montessori sur fiches ; Feuilles structurées ») leur étaient proposées afin de bien noter les calculs effectués en parallèle. Il paraissait important que les élèves aient bien internalisé le processus du matériel avant de commencer à écrire, pour respecter le principe d'une difficulté à la fois.

Le processus sur papier étant plus facile, les élèves pourraient rapidement passer d'eux-mêmes vers un travail plus abstrait. Cette étape leur ferait peut-être réaliser qu'ils effectuent les mêmes exercices que leurs pairs intégrés en classes ordinaires en C. Ici, ils exprimaient souvent le constat suivant : « Mais finalement, nous faisons la même chose que les autres. » Leur motivation intrinsèque de passer du matériel aux supports scolaires classiques semblait donc éveillée ainsi.

Encore faudrait-il que les élèves aient bien compris le matériel, car le transfert ne serait pas efficace autrement. Les élèves devraient intégrer l'idée que le processus du calcul est plus important que le résultat obtenu.

Est-il possible d'intégrer un environnement de pédagogie active dans la structure spécialisée pour permettre l'application de l'approche Montessori et l'utilisation spontanée du matériel ?

Sur le plan pédagogique, je n'étais pas confrontée à de difficultés particulières à la mise en place de l'environnement nécessaire, même si j'ai dû toutefois m'adapter aux particularités décrites dans le chapitre 3.1.5, Observations des différences par rapport à une école Montessori.

Cette préparation m'a semblé la base permettant d'introduire l'approche, le matériel discuté et la mise à disposition libre de celui-ci :

- Les élèves devraient pouvoir apprendre d'après les principes Montessori, c'est-à-dire avoir le droit à la liberté de mouvement, de parole, du choix de leurs activités ou non-activités en classe, le droit de satisfaire leurs besoins fondamentaux (manger, boire, se rafraîchir, se reposer). Ils devraient également apprendre le sens des mots « respect » et « ordre », respect envers eux-mêmes ou leurs pairs, envers le personnel enseignant. Le mot « respect » a été clairement défini, ainsi que le mot travail, car chaque action, y compris une réflexion passive, utiliserait de l'énergie et représenterait par définition un travail.
- Lors des cours en commun, l'enseignant·e devrait faire référence aux matériels ayant été utilisés par les élèves. Au besoin, le matériel proposé permettrait à un élève de faire une démonstration à ses pairs.
- L'environnement serait structuré et organisé pour inciter l'élève à travailler et à se structurer.
- L'environnement de travail serait agréable et plaisant, aussi aux yeux des élèves. La salle de travail et l'enseignant·e contribueraient à une ambiance calme et paisible, pour que les élèves puissent se sentir en sécurité.
- Afin que les élèves s'intéressent par eux-mêmes au matériel, il serait nécessaire de créer des plages horaires de temps de travail libre, avec un cahier d'exercices à choix. Ce cahier pourrait impliquer plusieurs branches afin qu'il y ait un véritable choix possible. Quand les élèves arriveraient à un stade où

ils connaîtraient le matériel, mais n'arriveraient pas à répondre aux exercices du dossier, ils s'intéresseraient par eux-mêmes à l'exploiter.

L'organisation peut être un défi, car les salles sont originellement conçues et organisées pour un autre type d'enseignement, les collègues enseignant·e·s peuvent être perturbé·e·s par cet environnement qui ne leur est pas habituel. Par ailleurs, le matériel et le mobilier représentent un investissement non négligeable.

3.3. DISCUSSION

La discussion se divise en trois parties. La première partie traite les résultats résumés en lien avec les théoriciens rencontrés dans la problématique. La deuxième partie spécifie les observations faites entre structure de soutien dans une école secondaire I et la troisième partie discute finalement des améliorations à envisager dans le futur.

3.3.1. DISCUSSION DES RESULTATS

Les résultats – fondés sur les pré-tests, les post-tests, des questionnaires et des observations portent sur les méthodes d'enseignement Montessori et sur le matériel utilisé pendant le travail – indiquent que les élèves de cet échantillon en difficulté d'apprentissage dans la structure professionnelle du secondaire I ont pu utiliser les méthodes et le matériel Montessori avec succès.

Dans la mesure du possible, l'introduction et l'utilisation du nouveau matériel se faisait en double-leçons pour éviter d'interrompre le travail des élèves. D'après Chevallard et Bosch (2014), cela permettait également la déconstruction des méthodes et des savoirs avant l'appropriation de nouvelles méthodes.

Tous les élèves devaient répéter l'utilisation du matériel pour renforcer les concepts, même si le matériel et sa présentation semblaient souvent présenter l'évidence aux élèves.

Piaget (Fondation Piaget, 1972) argumente qu'une des raisons de nombreuses difficultés scolaires se trouvent dans les méthodes d'enseignement verbales et frontales, non appropriées à l'apprentissage des matières scientifiques. Un des piliers de la pédagogie Montessori, la répétition régulière, se trouve donc appuyé par les résultats de cette recherche ainsi que par la théorie de Piaget.

Quand le matériel nécessitait la mémorisation de nombres, certains élèves éprouvaient des difficultés à se rappeler les informations à court terme. Après le processus d'appropriation du matériel, il était donc bien de leur fournir une fiche structurée afin qu'ils puissent noter les calculs et entamer le transfert vers l'abstrait. Cependant, il était important que les élèves aient intériorisé préalablement le processus du matériel avant de commencer à écrire, pour respecter le principe

d'une difficulté à la fois. Cela reflète Piaget, qui suggérait en 1950 une pédagogie en deux étapes, avec l'action et sa compréhension en premier lieu, avant d'aborder les notions abstraites.

Piaget préconisait aussi une façon d'enseigner non théorique, non abstraite et moins verbale pour l'apprentissage des mathématiques, permettant de préparer les enfants à une utilisation ultérieure de ses compétences. Aussi, il semble nécessaire que l'enseignant puisse couvrir le suivi de la progression psychologique de l'enfant pour l'aider à développer une pensée mathématique et un savoir spontané.

La répétition du travail avec le matériel et la construction de la pensée et des compétences de base – comme la construction du nombre, les emplacements des chiffres, les opérations de base et leurs vocabulaires associés – ont été la base pour toutes les autres approches mathématiques pendant la recherche. Je suis partie du principe que cette répétition est nécessaire tout au long de l'année ou des années, afin de maintenir le niveau des compétences acquises.

En analysant les résultats des tests, des questionnaires, des observations et des cas individuels, je réalise que je n'ai jamais remis en question une particularité importante de la méthode et du matériel : sa flexibilité. En effet, Piaget suggère de toujours se focaliser sur la compréhension de l'action et de l'opération avant de conduire ce savoir vers la théorie. La psychologie et les mécanismes de compréhension individuels à chaque enfant sont alors à la base de la réussite de l'enseignement.

En imposant généralement un encadrement relativement strict, l'approche Montessori donne aux élèves une souplesse importante au sein de leur apprentissage. Les élèves jouissaient de beaucoup de liberté temporelle qu'ils investissaient dans la découverte et la compréhension d'un matériel. Ils recevaient des indications données par une démonstration et ils pouvaient les interpréter selon leur fonctionnement. Cette liberté et cette indépendance sont rendues possibles par un encadrement et une démarche similaire avec chaque matériel. Les élèves comprenaient rapidement qu'en respectant ces règles et cette démarche, ils gagnaient en indépendance et en liberté.

La plus-value intrinsèque est une très grande flexibilité par rapport au profil de l'élève. En effet, c'est l'élève lui-même qui donne le rythme et qui participe activement au choix du procédé qui lui permettra de comprendre les principes mathématiques du matériel. Comme mentionné par Meirieu (2016, p. 178) dans la problématique, l'enseignement différencié est indispensable à l'apprentissage réussi.

Bien entendu, cette micro-recherche trouve rapidement ses limites en raison du faible nombre de participants, par mon implication et par l'infrastructure mise à disposition.

Néanmoins, les résultats émergents sont encourageants et permettent une vision possible d'une intégration de l'approche et du matériel Montessori dans une école publique. Cela dit, il est intéressant de faire un focus sur les différences observées entre une école ordinaire et une école Montessori.

3.3.2. OBSERVATIONS DES DIFFÉRENCES PAR RAPPORT À UNE ÉCOLE MONTESSORI

Le travail avec le matériel dans une structure de soutien se différencie du travail dans un environnement Montessori, car dans une structure de soutien, il est nécessaire de guider davantage les élèves, de leur apprendre leurs libertés et que ces mêmes libertés amènent à des lois de respect de l'utilisation du matériel et des relations avec leurs pairs et les équipes enseignantes.

Selon mes observations, les élèves du soutien, au contraire des élèves d'une école Montessori, ne sont pas habitués à suivre des présentations pour pouvoir travailler d'une façon autonome sans être jugé. Dans les écoles Montessori, les élèves travaillent depuis la petite enfance d'une façon autonome, libres de leur choix du travail et de leurs occupations dans la journée.

Les élèves du soutien n'allaient pas, *a priori*, entrer dans la salle et se chercher un matériel pour s'occuper. C'est un processus d'apprentissage lent et toujours en cours. Lorsqu'ils entrent en classe de soutien, les élèves ne se sentent pas encore assez en sécurité émotionnelle et physique pour pouvoir le faire.

J'ai dû émettre des règles claires de comportement lors de leur arrivée en classe. Ces règles étaient émises afin d'augmenter leur autonomie. Ils doivent par exemple regarder leur horaire/planning, sortir leurs affaires correspondantes et ensuite, soit s'engager dans une discussion calme avec un autre élève, soit aller se chercher un livre ou un matériel et commencer un travail.

Il n'était pas non plus évident pour les élèves de comprendre qu'ils avaient le droit, voire parfois le devoir de ne rien faire, de laisser poser les choses apprises afin de pouvoir les assimiler entièrement.

Par la pédagogie active, le contact en cours était plus proche comparé à l'enseignement frontal, ce à quoi les élèves n'étaient pas forcément habitués. Cette proximité a induit plus de respect mutuel et une collaboration plus étroite.

J'ai remarqué que les élèves sont devenus plus ouverts et collaboratifs, car la démarche répond aux besoins fondamentaux des élèves et ils ont la possibilité de s'exprimer librement. Pour ces élèves, cette approche représentait aussi une courbe d'apprentissage.

Dans une école Montessori, la notion de respect est couramment thématisée, car le respect est à la base du bon fonctionnement de la méthodologie. En raison de la différence de contexte et de l'âge des élèves, j'ai dû travailler très concrètement et explicitement cette notion de respect en utilisant des exemples. Comme cette question a été soulevée régulièrement, les élèves se sont montrés au fur et à mesure capables de m'expliquer et de m'indiquer comment ils se comportaient d'une façon respectueuse envers leurs pairs, le personnel enseignant, le matériel et la salle.

Les élèves respectaient le matériel. Ils l'utilisaient uniquement pour son but initial. Plus que cela, ils le considéraient peu à peu comme un privilège, alors qu'au début, travailler différemment et avec un « matériel pour des petits » les mettait mal à l'aise. Les élèves se sont également intéressés à la provenance du matériel et ils étaient impressionnés d'apprendre que je me l'étais procuré par mes propres moyens. Cela le rendait encore plus précieux à leurs yeux. Il était clair pour les élèves qu'ils devaient traiter le matériel avec soin. Il a été plus difficile de transmettre cette notion aux cours quand je n'étais pas en salle de classe moi-même.

J'ai observé que les apprentissages implicites (par observation et imitation) ne se faisaient pas rapidement. En conséquence, j'ai rendu les apprentissages explicites, et ce, régulièrement. J'expliquais les différentes façons de procéder, les gestes, les matériels, leurs emplacements, comment il faut soigner le matériel, comment se comporter avec les autres élèves, etc.

Tel que défini par la méthodologie Montessori, j'utilisais toujours les termes précis (par exemple « Addition » au lieu de « plus », « Division » au lieu de « partager ») et je motivais les élèves à faire de même. La communication devenait ainsi plus claire et il s'est avéré qu'après un premier apprentissage, les élèves l'appréciaient, car cela leur donnait subjectivement un meilleur statut social – ce sont des expressions d'experts.

Mon niveau de langage oral était souvent celui utilisé par un adolescent, sans omettre toutefois un vocabulaire soutenu. En tant qu'enseignante, je recherche une collaboration amicale, en gardant toujours une posture d'enseignante digne. Le but est que les élèves apprécient l'échange et aspirent à devenir adultes, à développer un comportement adéquat.

Les présentations ont pu être effectuées de la même manière que dans une école Montessori, si possible lors d'une double-leçon, mais de façon plus explicite.

Lors des premières introductions, j'ai sensibilisé les élèves à la nécessité de rester calmes et de regarder seulement. Je leur ai expliqué pourquoi cela était nécessaire. Ils pouvaient poser des questions après la présentation. Au besoin, je la répétais. Chaque matériel étant présent seulement une fois dans la salle (principe Montessori), les élèves devaient apprendre à collaborer, à attendre, à s'occuper autrement si le matériel était utilisé.

La plupart des élèves savaient utiliser le matériel de manière autonome après une ou deux présentations. Dans une école Montessori, le matériel est utilisé constamment et perçu comme outil de travail, alors que dans la situation présente, j'ai pu observer que le matériel était une nouveauté et l'emploi de celui-ci devait d'abord être ancré. Autrement dit, son bon emploi devait encore être rafraîchi après une pause d'utilisation, par exemple après les vacances. Certains élèves utilisaient

du papier pour noter des résultats intermédiaires, pour éviter de les oublier à court terme (voir p. ex. « Annexe 6 : Journal de bord », 9.12.21, élèves 7, 2 ; 11.1.22, élève 8).

Le même matériel est aussi utilisé avec des enfants plus jeunes, mais en secondaire, le processus d'acquisition était plus rapide. Cependant, un encodage plus efficace nécessiterait encore de l'entraînement avec le matériel.

Contrairement à la démarche Montessori classique, j'ai intégré le travail sur la construction du nombre comme une étape supplémentaire dans le travail avec tous les matériels. J'estimais qu'un travail extensif et étendu sur ce thème, avant d'aborder les autres matériels, ennuerait les élèves de cet âge.

Dans le cadre du soutien, je devais rappeler aux élèves qu'ils ne devaient travailler qu'une difficulté à la fois et qu'ils devaient m'informer s'ils se trouvaient confrontés à plus de difficultés. Dans ce cas, j'intervenais tout de suite pour y remédier.

Comme dans une école Montessori, je leur laissais le plus de temps possible dans le cadre de l'horaire pour faire leurs exercices et j'essayais de créer une ambiance sécurisante. En revanche, comme ils arrivaient d'autres cours et d'expériences quotidiennes avant la salle de soutien, parfois, les élèves avaient besoin de parler de leur quotidien avant de pouvoir se mettre au travail.



Image 6 – Ambiance en classe ordinaire

En raison du court laps de temps à disposition et contrairement à la méthodologie Montessori, je devais intervenir par moments dans le travail des élèves pour leur éviter de petites erreurs et pour qu'ils arrivent à un résultat concluant avant la fin d'une leçon. Pour éviter de porter un jugement à leur production, je me permettais de leur donner des indices méthodologiques (par exemple, de recompter des billes).

Il m'arrivait éventuellement les erreurs sur-le-champ, mais je le faisais généralement plus tard, pour ne pas embarrasser ou déranger l'élève dans la construction de sa pensée.

En fin de leçon, les élèves devaient parfois s'arrêter alors qu'ils étaient au beau milieu d'une phase de polarisation de l'attention. Je les aidais régulièrement à ranger leur matériel pour ne pas empiéter sur leur temps de travail.

Malgré ces quelques défis et l'effort requis pour la mise en place, je suis très satisfaite de cet investissement. Après la phase d'introduction, les élèves sont devenus plus curieux, me disant qu'ils osaient maintenant poser des questions, qu'ils faisaient un lien entre le travail avec le matériel et le curriculum scolaire ordinaire, ainsi qu'avec la vie quotidienne.

Cet encadrement positif et le gain d'autonomie a motivé les élèves et il était plaisant d'observer leur enthousiasme pendant les cours.

3.3.3. AMÉLIORATIONS ENVISAGEABLES ET DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

Une difficulté majeure était la gestion des absences des élèves. Très régulièrement, des absences imprévues empêchaient des travaux ou des présentations en groupe. En outre, le suivi conséquent par élève était entravé. La situation sanitaire avec la Covid-19 en était un facteur important. L'exemple le plus marquant est celui de l'élève 9 qui n'a jamais pu participer à un cours de groupe pendant toute la durée de l'étude.

Avant l'étude, j'avais commencé à réaliser une brochure avec des explications du matériel et des exercices selon les notions mathématiques à plusieurs niveaux. Ce travail nécessitait un investissement temps conséquent, ce qui m'a empêché de finir cette brochure avant le début de l'étude. La brochure n'était pas indispensable, mais si elle avait été à disposition, j'aurais pu l'adapter individuellement par élève, ce qui aurait encore accru leur indépendance.

Avant l'avancement de l'étude, j'ai réalisé que les supports de suivi et de prise de notes n'étaient pas tous pratiques sous la forme que j'avais préparée. J'avais préparé un suivi sur ordinateur des matériels utilisés par élève. Celui-ci s'est avéré trop fastidieux à remplir sur la durée et empiétait sur ma disponibilité auprès des élèves. Par ailleurs, les élèves de cet âge étaient facilement perturbés par les prises de notes et curieux d'en connaître le contenu.

En conséquence, je suis passée à une prise de notes manuscrite, rapide et aisée en cours, mais nettement moins pratique lors de la structuration de celles-ci. J'ai alors effectué la transcription vers un journal chaque soir après les cours.

Pour un travail similaire, j'aurais maintenant tendance à créer en amont une structure de saisie (probablement sous forme de base de données) la plus simple possible et préstructurée. Elle permettrait aussi de réduire les redondances entre les notes, le journal et le suivi de l'utilisation du matériel.

3.4. SYNTHÈSE DE L'ANALYSE

L'étude a démontré que la plupart des principes développés par Maria Montessori peuvent être applicables au sein de la structure de soutien analysé, en s'adaptant aux besoins et circonstances spécifiques d'une telle structure et ses élèves, comme mentionné dans « Observations des différences par rapport à une école Montessori ».

Ces adaptations restent modérées par rapport à la méthodologie dans son ensemble, mais sont nécessaires pour permettre l'acceptation par les élèves et le transfert des nouvelles connaissances dans le contexte de l'enseignement classique.

L'analyse du journal de bord, des observations et des questionnaires semi-directifs démontre qu'il était possible de créer un environnement scolaire de pédagogie active dans la structure de soutien impliquée dans cette étude.

L'analyse du progrès des élèves (comparaison entre pré- et post-test) prouve que l'utilisation du matériel et de l'approche Montessori a facilité l'apprentissage des mathématiques aux élèves.

Mais il serait vain d'espérer pouvoir transférer l'approche Montessori, tel que pratiquée dans une école créée à cette fin, sans adaptation dans une structure spécialisée d'une école publique classique du canton du Jura.

La plus grande différence sont les élèves, qui, dans une école Montessori connaissent les us et coutumes. Depuis leur petite enfance, ils sont sensibilisés à la notion de respect et de responsabilité, mais aussi de pouvoir bouger librement, de choisir leurs activités et de comprendre l'intérêt d'être attentifs lors des présentations.

L'emploi du matériel Montessori, avec ses libertés et contraintes, constitue initialement un apprentissage en soi pour les élèves.

Les élèves de la structure de soutien sont confrontés à une nouvelle approche, mais certains aussi à des problèmes comportementaux.

En conséquence, l'utilisation de l'approche et du matériel a nécessité des prérequis, dont les plus importants sont :

- Une alternance avec des cours plus classiques, pour éviter de désécuriser les élèves ;
- L'adaptation de l'environnement de travail (la salle de classe) ;
- Le focus sur les processus au lieu des résultats ;
- Une adaptation importante lors des cours avec le matériel, tel que la liberté de mouvement, de la parole, du choix des activités pour inciter les élèves à une prise de responsabilité ;
- Des références vers l'utilisation du matériel lors des cours classiques pour inciter au transfert et inversement clarifier le lien avec le programme ordinaire ;
- La définition et un travail sur la notion de respect ;
- Si possible, des doubles leçons pour donner assez de temps aux élèves ;
- Le strict respect des concepts Montessori, comme celui de ne porter aucun jugement et de laisser travailler un élève en restant spectateur, aussi et surtout quand celui-ci fait des erreurs.

La polarisation de l'attention, tel que définie par Maria Montessori, a pu être observée à maintes reprises auprès des élèves dans le travail avec le matériel. Pour ce faire, les concepts de la méthodologie Montessori sont applicables tel quel, le choix du bon matériel, le déroulement de la présentation, la réduction à une seule difficulté à la fois, sécuriser l'espace de travail, l'élève et l'observation de son travail sans aucun jugement. Mais dans le contexte de la structure de soutien, il convient aussi de clarifier le lien avec le programme ordinaire.

Si ce lien est bien compris, les élèves sont implicitement motivés à transférer leur nouveau savoir. Car, à leur âge, ils souhaitent aussi pouvoir se comparer et se mesurer aux autres élèves de la structure ordinaire. Le transfert leur semble donc une étape logique, qu'ils ne remettent pas en question.

CONCLUSION

Ce mémoire avait pour ambition de vérifier si l'utilisation du matériel et de l'approche Montessori pouvait faciliter l'apprentissage des mathématiques aux élèves en difficultés d'apprentissage dans une structure spécialisée dans une école de secondaire I. Une condition sous-jacente était qu'il est possible de créer un environnement scolaire de pédagogie active dans une structure spécialisée, de sorte que les élèves acquièrent les compétences d'usage du matériel Montessori et l'utilisent spontanément pour apprendre.

Les élèves impliqués dans cette étude présentent des profils avec des difficultés individuelles. Considérant leur progrès, les réponses en majorité positives des élèves aux questionnaires semi-directifs et les observations pendant l'étude, on peut conclure que l'utilisation du matériel et de l'approche Montessori a facilité l'apprentissage des mathématiques de ce groupe d'élèves en difficultés d'apprentissage.

Contrairement à des élèves plus jeunes, la population impliquée dans cette étude a montré une motivation intrinsèque à transférer les nouveaux concepts vers les supports classiques, dans le but concret d'une intégration dans une classe ordinaire. En dehors d'un élève qui n'a pratiquement pas pu utiliser le matériel, tous ont pu progresser. Trois élèves ont pu être intégrés dans les cours ordinaires suite aux pré- et post-tests.

Selon les observations quotidiennes, c'était l'introduction soignée du matériel et le cadre sécurisant qui permettaient de provoquer la polarisation de l'attention des élèves. On peut en conclure, que le matériel seul, aussi développé soit-il, ne suffirait pas.

Ce cadre était assuré par le respect scrupuleux des principes de la méthode, à savoir : que les élèves étaient toujours respectés en tant que personne, n'étaient dans aucun cas jugés, qu'ils avaient du temps à disposition pour faire leurs expériences personnelles et qu'ils n'étaient pas dérangés.

Comme il a été énoncé dans la problématique de Schaefer et al (2014), les élèves ressentent un fort besoin d'autonomie, d'apprentissage par exploration, la

reconnaissance des besoins divers des adolescents, la promotion de l'engagement des élèves, l'éducation morale et l'apprentissage coopératif. Cette démarche incertaine, de lâcher le plan de travail préconçu, en favorisant la confiance en les élèves comme déjà énoncé selon Lundqvist et al (2012), « donne une forme et une direction caractéristiques aux pratiques d'enseignement et il peut influencer l'apprentissage et la socialisation des élèves en classe ». Un principe Montessori est l'idée de la vraie responsabilité – ne pas faire une tâche assignée, mais répondre à un besoin. Le jeune adolescent a besoin de se sentir utile.

Dans le futur, afin de permettre davantage d'autonomie aux élèves, je leur préparerai en avance des brochures avec des explications du matériel et des exercices. Dans tous les cas, je garderai les pré- et post-tests, quitte à augmenter leur fréquence à quatre fois par année scolaire.

Dorénavant, j'optimiserai l'organisation des notes du journal de bord, en réduisant les notes manuscrites aux commentaires, en utilisant un ordinateur pour le suivi des exercices. Et finalement, il me semble très important d'inclure la direction et les collègues directs avant et pendant le travail de recherche.

En employant une pédagogie active avec des préadolescents, j'ai retenu qu'il est primordial de se connaître, connaître ses propres valeurs et convictions, avoir une ligne claire et respectueuse envers soi-même et envers les élèves, en somme, être un modèle humain. Montrer vaut souvent plus que dire. Il est essentiel de laisser la liberté aux élèves et de faire confiance en leurs capacités d'arriver à bon port. Un but réel pourrait être de réduire les objectifs communs à un minimum et favoriser les objectifs individuels.

La réussite de l'application de la méthodologie semble dépendre de certaines conditions majoritairement issues directement de la méthode appliquée. Dans le cadre de cette étude, il n'était pas possible de les vérifier individuellement.

L'étude présente a été réalisée par une enseignante secondaire I & II ayant une formation et une expérience étendue avec la pédagogie Montessori. Elle a été effectuée à une petite échelle et les résultats ne peuvent être qu'indicatifs. Une étude à plus grande échelle pourrait les confirmer ou infirmer.

Pour élargir l'étude, il serait également intéressant d'effectuer une recherche impliquant des enseignant·e·s avec une formation classique pour évaluer quel degré de formation complémentaire leur serait nécessaire, pour qu'ils puissent apporter une aide supplémentaire aux élèves de soutien avec du matériel et les méthodes décrites. Cela amènerait à une étude plus large, dans laquelle il conviendrait de former des enseignant·e·s ordinaires en partie dans l'approche Montessori et donc de pouvoir faire une étude comparative à plus grande échelle. Une vérification approfondie de cette hypothèse dépasserait le cadre de cette étude.

En somme, la question plus large est de savoir si l'adoption d'une pédagogie active et positive, connue avant la standardisation de l'apprentissage, pourrait moderniser le système éducatif pour offrir des opportunités d'inclusion à chaque élève d'une école et à la société dans son ensemble.

SITOGRAPHIE

Alexander, A. P. (2019). LINCOLN AND GUBA'S QUALITY CRITERIA FOR TRUSTWORTHINESS. *IDC International Journal*, 6(4). Consulté le 28 juin 2021 sur https://idcinternationaljournal.com/0ct-2019/Article_6_manuscript_IDC_August_October_2019_Dr_Annie_full.pdf

Alvarez, C. (2015, 13 décembre). *Pour une éducation respectueuse du fonctionnement humain. Les lois naturelles de l'enfant*. Consulté le 27 juin 2021 sur <https://www.celinealvarez.org/>

Alvarez, C. [Les Arènes du Savoir]. (2016, 20 janvier 2016). *Céline Alvarez, les lois naturelles de l'enfant* [Video]. YouTube. Consulté le 27 juin 2021 sur <https://www.youtube.com/watch?v=x0xqqiboARs>

Alvarez, C. [TEDx Talks]. (2014, 7 avril). *Pour une refondation de l'école guidée par les enfants: Céline Alvarez at TEDxIsèreRiver* [Video]. YouTube. Consulté le 27 juin 2021 sur <https://www.youtube.com/watch?v=nwVgsaNQ-Hw>

Hackso, V. (2017, 18 décembre). *La méthode Montessori réactualisée : l'expérience de Céline Alvarez* [Review of *La méthode Montessori réactualisée : l'expérience de Céline Alvarez*]. *Hacking Social*. Consulté le 24.02.2022 sur <https://www.hacking-social.com/2017/12/18/pdf-la-methode-montessori-reactualisee-l'experience-de-celine-alvarez/>

Balslev, K., Saada-Robert, & Tominska, E. (2009, 1^{er} janvier). Balslev, K., Saada-Robert, M. & Tominska, E. (2009). Une analyse microgénétique didactique des processus inter/intrasubjectifs de construction des connaissances dans une situation de Dictée à l'adulte. *Actes du troisième colloque « Constructivisme et éducation » : Construction intra-intersubjective des connaissances et du sujet connaissant*. Service de la recherche en éducation (SRED), Cahier N°15, 451-458. Consulté le 27 juin 2021 sur https://www.researchgate.net/publication/278677194_Balslev_K_Saada-Robert_M_Tominska_E_2009Une_analyse_microgenetique_didactique_des_processus_interintrasubjectifs_de_construction_des_connaissances_dans_une_situation_de_Dictee_a_l%27adulte_Actes_du_troi

- Bitter, G. (2011). Vidéos de Gabriele Bitter. DailyMotion. <https://www.dailymotion.com/IndemSein>
- Cadière, J. (2017). Praxeologie et connaissances. Forum, H.-S., 77-84. <https://doi.org/10.3917/forum.hs01.0077>
- Chabrun, C. (2010, 13 janvier). Savoir, connaissance, compétence | Coop'ICEM. Coop'ICEM. Consulté le 10 octobre 2021 sur <https://www.icem-pedagogie-freinet.org/node/3593>
- Chevallard, Y. (1988). On Didactic Transposition Theory: Some Introductory Notes. Paper presented at the International Symposium on Research and Development in Mathematics Education, Bratislava, Czechoslovakia. Consulté le 9 mars 2021 sur http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/On_Didactic_Transposition_Theory.pdf
- Chevallard, Y. (1988). MÉDIATIONS ET INDIVIDUATION DIDACTIQUES. IREM d'Aix-Marseille Faculté des Sciences de Luminy. Consulté le 9 mars 2021 sur http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Mediations_et_individuation_didactiques.pdf
- Claude, G. (2019b, 4 décembre). La méthode de l'observation pour vos recherches : définition, types et exemple. Scribbr. Consulté le 27 juin 2021 sur <https://www.scribbr.fr/methodologie/observation/>
- Conférence internationale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin. Plan d'études romand – PER (2021). Consulté le 27 juin 2021 <http://www.plandetudes.ch/>
- Conférence intercantonale de l'instruction publique (CIP) de la Suisse romande et du Tessin. (2008) Plan d'études romand. Consulté le 27 juin 2021 sur https://www.snes.edu/wp-content/uploads/PER_complet.pdf
- D'esclaibes, N. (2016, novembre 18). La méthode Montessori avec Noémie d'Esclaibes : les multiplications. Consulté le 1 avril 2022 sur <https://youtu.be/wWmqSfkQsK4>
- Description des Capacités transversales. (2014, 30 avril). Conférence Intercantonale de l'instruction Publique de Suisse Romande et Du Tessin: Plan d'Études Romand. Consulté le 12 mars 2022 sur <https://www.plandetudes.ch/capacites-transversales1>

Driollet, E. (2015, 12 octobre). Rémi Brissiaud—Apprentissage du nombre et nouveaux programmes de maternelle. DDEC 64. Consulté le 11 octobre 2021 sur <https://www.ddec64.net/remi-brissiaud-apprentissage-du-nombre-et-nouveaux-programmes-de-maternelle>

École Montessori internationale (2012, 22 juillet). Le matériel pédagogique. Consulté le 10 octobre 2021 sur <http://ecole-montessori-internationale.com/12-le-materiel-pedagogique.html>

Eissler, T. [Vanessa3671]. (2011, 5 septembre). Montessori, c'est fou [Video]. Vidéo YouTube. Consulté le 27 juin 2021 sur https://www.youtube.com/watch?v=_Hvk7ZYMq44

Fondation Jean Piaget - Pédagogie - Des suggestions pour l'éducation intellectuelle. (2022, 10 février). Fondation Jean Piaget. Consulté le 31 octobre 2021 sur https://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/ModuleFJP001/index_gen_page.php?IDPAGE=221

Flüeler, R. (2014). *Modèle de Coire – ChurerModell. Une possibilité de différenciation interne pour l'enseignement.* Consulté le 27 juin 2021 sur http://www.churermodell.ch/images/sampledData/Literatur/Beschreibung-Churermodell_franzoesisch.pdf

Gardes, M.-L., Croset, M.-C., Courtier, P., & Prado, J. (2021). Comment la didactique des mathématiques peut-elle informer l'étude de la cognition numérique ? L'exemple d'une étude collaborative autour de la pédagogie Montessori à l'école maternelle. *Raisons éducatives*, 25(1), 237-259. [en ligne] <https://www.cairn.info/revue-raisons-educatives-2021-1-page-237.htm>

Jambon, C. (2018, 11 octobre). Les étapes du développement des enfants de 0 à 18 ans (par Maria Montessori). *Apprendre à éduquer*. Consulté le 1^{er} novembre 2021 sur <https://apprendreaeducer.fr/etapes-developpement-enfant-montessori/>

Meirieu, P. (2010, 5 juin). *L'adolescent explorateur Réflexions sur la pédagogie des adolescents à la lumière des apports de Maria Montessori* [Présentation]. Conférence donnée pour l'Association Montessori de France, Paris-Sorbonne, France. Consulté sur https://meirieu.com/ARTICLES/conference_montessori.htm

Meirieu, P. (2018, 5 août). *Entretien Enrico Bottero – Philippe Meirieu : La « pédagogie Montessori » en France : le sens d'un succès.* Philippe Meirieu : Accueil et Actualité

de La Pédagogie. Consulté le 13 janvier 2022 sur <https://meirieu.com/ACTUALITE/Montessori-en-France-bottero-meirieu.pdf> et sur <http://meirieu.com/EDUCATION%20EN%20QUESTION/montessori.mp4>

Parent, S. et Deschênes, M. (2020). *L'analyse de données d'apprentissage pour soutenir les interventions pédagogiques*. Québec : Livres en ligne du CRIRES. En ligne. Consulté le 10 octobre 2021 sur https://lel.crires.ulaval.ca/sites/lel/files/parentdeschenes_modlebernhardtrevu_17_juin_2020.pdf

Piaget, J. (1950). *Introduction à l'épistémologie génétique*. Tome III: *La pensée biologique. La pensée psychologique et la pensée sociologique*. Paris : Puf. Consulté le 10 octobre 2021 sur https://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/textes/VE/JP50_IEGIII_Idx_et_Tdm.pdf

Piaget, J. (1972). *Où va l'éducation ? : des suggestions pour l'éducation intellectuelle*. In *Où va l'éducation/ Le droit à l'éducation dans le monde actuel* (Bibliothèque Médiations, 100) (French Edition). DENOEL, Paris. Consulté le 11 octobre 2021 sur http://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/presentation/index.php?PRESMO_DE=1&DOCID=1245

République et Canton du Jura (2011, 15 mai) : *École primaire*. Jura.ch. Consulté le 17 octobre 2021 sur <https://www.jura.ch/DFCS/SEN/Ecole-jurassienne/Ecole-primaire/Ecole-primaire.html>

République et Canton du Jura (n.d.). *Ecole secondaire*. Wwww.jura.ch. Consulté le 12 mars 2022 sur <https://www.jura.ch/DFCS/SEN/Ecole-jurassienne/Ecole-secondaire/Ecole-secondaire.html>

Pédagogie spécialisée - Une école pour tous! (2018, November 22). Jura.ch. Consulté le 10 octobre 2021 sur <https://www.jura.ch/DFCS/SEN/Ecole-jurassienne/Pedagogie-specialisee/Pedagogie-specialisee-Une-ecole-pour-tous.html>

Schaefer, M. B., Malu, K. F., & Yoon, B. (2016). An Historical Overview of the Middle School Movement, 1963–2015. *RMLE Online*, 39(5), 1–27. Consulté le 10 octobre 2021 sur <https://doi.org/10.1080/19404476.2016.1165036>

Tout aide (2020, 1 novembre). MONTESSORI, MARIA MD (1870 – 1850). Consulté le 31 octobre 2021 sur <http://www.tout-aide.info/maria-montessori-md-1870-1952-n2/>

[Toutin, F. \(2018, mai 16\). L'adolescent, comment l'accompagner avec Montessori ? -. En confiance avec Montessori. Consulté le 31 octobre 2021 sur https://enconfianceavecmontessori.com/adolescent-montessori/](#)

BIBLIOGRAPHIE

Barbier, J.-M., & Galatanu, O. (2000). *Signification, sens, formation*. PUF

Bedin, V., & Aussel, L. (2020). Le rapport final de recherche-intervention à l'épreuve des visées heuristique, praxéologique et critique—Vers l'élaboration d'une grille d'analyse textuelle. *Questions Vives. Recherches en éducation*, N° 33, Article N° 33.

Blais, M., & Martineau, S. (2006). L'analyse inductive générale : Description d'une démarche visant à donner un sens à des données brutes. *Recherches qualitatives*, 26(2), 1-18.

Brissiaud, R. (2003). *Comment les enfants apprennent à calculer*. Retz.

Cadière, J. (2017). Praxeologie et connaissances. *Forum*, 4, 77-84.

Catroux, M. (2002). Introduction à la recherche-action : Modalités d'une démarche théorique centrée sur la pratique. *Recherche et pratiques pédagogiques en langues de spécialité. Cahiers de l'Apliut*, XXI(3), 8-20.

Charnay, R. (2013). *Comment enseigner les nombres entiers et la numération décimale ? De la PS au CM2*. Hatier.

- Chevallard, Y. (1985). *La Transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*. La pensée sauvage.
- Chevallard, Y. (1985/1991). *La Transposition Didactique: Du Savoir Savant Au Savoir Enseigné* [The Didactic Transposition: From Knowledge to Knowledge Taught]. 3rd edition. La Pensée Sauvage. [In French.].
- Chevallard Y., Bosch M. (2014, 31 juillet). *Didactic Transposition in Mathematics Education*. In: Lerman S. (eds) *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer, Dordrecht.
- Coulange, L.; Drouhard, J. ; Dorier, J.-L.; Robert, A. (2012). *Enseignement de l'algèbre élémentaire, Bilan et perspectives*. La Pensée Sauvage.
- D'Esclaibes, S. (2017). *Montessori au Collège*. Balland.
- Deschesnes, M., Demers, S., Finès, P. (2006). Prevalence and Characteristics of Body Piercing and Tattooing Among High School Students. *Canadian Journal of Public Health*, 97(4), 325–329.
- Gannett, C., & Brereton, J. (2013). La recherche-action et les analyses de l'écrit au niveau universitaire. *Recherches en didactiques*, 15(1), 151-173.
- Greene, P. K. (2005). Dear Maria Montessori. *Kappa Delta Pi Record*, 41(4), 164–166.
- Jay, F.(2015). *La méthodologie utilisée pour débiter la numération chez les élèves entre 4 et 8 ans a-t-elle une incidence sur leurs résultats scolaires dans ce domaine ? : comparaison de deux courants méthodologiques : le groupe ERMEL et Rémi Brissiaud – Volée 12/15*. [Mémoire de master spécialisé non-publié]. Haute École pédagogique BEJUNE.
- Jenicek M. (2014). *Writing, reading, and understanding in modern health sciences*. London: Routledge.
- Larousse. (2020). Enseigner. Dans *Dictionnaire*.
- Lardé, M. (2019). *La pédagogie active* (1^{ère} édition). Evidence Editions.
- Loh, J. (2013). Inquiry into Issues of Trustworthiness and Quality in Narrative Studies: A Perspective. *The Qualitative Report*, 18(33), 1–15.

- Lundqvist, E. et al. (2012) Institutional traditions in teachers' manners of teaching. *Cultural Studies of Science Education* 7(1), 111–127.
- Malu, K. F., & Schaefer, M. B. (Éds.). (2015). *Research on Teaching and Learning with the Literacies of Young Adolescents*. Information Age Publishing.
- Meirieu, P. (2016). *L'école, mode d'emploi. Des « méthodes actives » à la pédagogie différenciée*. EFS Editeur.
- Montessori, M. (1958). *Pédagogie scientifique. La découverte de l'enfant*. Éditions Desclée De Brouwer.
- Montessori, M. (2010). *L'esprit absorbant de l'enfant*. Ed Desclée de Brouwer.
- Montessori, M (2016). *De l'enfant à l'adolescent*. Desclée de Brouwer.
- Montessori, M (2018). *L'enfant*. Editions Desclée de Brouwer.
- Östman, L. (1996). Discourses, discursive meanings and socialization in chemistry education. *Journal of Curriculum Studies*. 28(1), 37–55.
- Östman, L. (1998). How companion meanings are expressed by science education discourse. In: Roberts DA and Östman L (eds) *Problems of Meaning in Science Curriculum*. Teachers College Press, pp.57–70.
- Paquet, P. (2018). *Le mémoire de fin d'études. Méthodes et outils pour une rédaction à forte valeur ajoutée*. E-book amazon.com.
- Perrenoud, P. (1998). La transposition didactique à partir de pratiques: Des savoirs aux compétences. *Revue des sciences de l'éducation (Montréal)*, XXIV(3), 487–514.
- Piaget, J. (1950). *Introduction à l'épistémologie génétique*. Tome III: *La pensée biologique. La pensée psychologique et la pensée sociologique*. Puf.
- Roberts, D. A. (2007). Opening Remarks. In C. Linder, L. Östman, & P.-O. Wickman (Eds.), *Proceedings of the Linnaeus Tercentenary Symposium* (pp. 9–17). Uppsala University.

Roberts, D.A. (2007b). Scientific literacy/science literacy. In: Abell SK and Lederman NG (eds) *Handbook of Research on Science Education*. Lawrence Erlbaum Associates: 729–780.

Robert, P. (Ed.). (2018). *Le Petit Robert : dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française* (nouv. éd.). Paris : Le Robert.

Roberts, D. A. (2010). Competing Visions of Scientific Literacy : The Influence of a Science Curriculum Policy Image. In C. Linder, L. Östman, D. A. Roberts, P.-O. Wickman, G. Ericksen, & A. MacKinnon (Éds.), *Exploring the Landscape of Scientific Literacy* (p. 11-27). Routledge.

Schmidt, W. H., Houang, R. T., Cogan, L., Blömeke, S., Tatto, M. T., Hsieh, F. J., Santillan, M., Bankov, K., Han, S. I., Cedillo, T., Schwille, J., & Paine, L. (2008). Opportunity to learn in the preparation of mathematics teachers : Its structure and how it varies across six countries. *ZDM*, 40(5), 735–747.

Thomas, D. R. (2006). A General Inductive Approach for Analyzing Qualitative Evaluation Data. *American Journal of Evaluation*, 27(2), 237-246.

A	Annexe 1 : Vignettes cliniques : La population d'élèves	P. 122
B	Annexe 2 : Position de l'approche Montessori dans les grandes théories de l'apprentissage	P. 134
C	Annexe 3 : Pré-test & Post-test	P. 137
D	Annexe 4 : Questionnaire et évaluation sur l'expérience, 19.12.2021	P. 146
E	Annexe 5 : Questionnaire et évaluation sur l'expérience, 28.02.2022	P. 155
F	Annexe 6 : Journal de bord	P. 164
G	Annexe 7 : Le matériel Montessori sélectionné	P. 209
H	Annexe 8 : Matériel Montessori sur fiches	P. 243

A. ANNEXE 1 : VIGNETTES CLINIQUES : LA POPULATION D'ÉLÈVES

La population d'élèves impliquée dans l'étude est assez hétérogène.

Elève	Age	Genre	Langues	Maîtrise	Situation familiale	Nation.	Niv.sco.	Difficultés d'appr.	Cours en commun	Cours pt groupes
1	13	M	<u>Français</u>	Fluide	Foyer	Suisse	Structure de soutien	Dyslexie, Dyspraxie soupçonné Problème de l'attachement	3	1
2	13	M	<u>Français</u>	Fluide	Foyer	Suisse	Maintenant intégré en math	Phobie scolaire	Au début 3 2	1
3	13	M	<u>Français</u>	Fluide	Famille d'accueil	Suisse Iraq	Structure de soutien	TDAH	3	2
4	13	M	<u>Portugais</u> Français	Fluide	Parents	Portugal Suisse	Intégrée en allemand	TDAH, Dyslexie	2	2 à 4
5	13	F	<u>Fulfulde</u> Français	Fluide	Mère	Suisse Cameroun	Intégrée en allemand	Dyslexie, Dyscalculie soupçonnée	3	2
6	14	M	<u>Serbe</u> Allemand Français	Lacunes, le mieux en Serbe	Parents	Suisse Serbe	Intégré en allemand	Dyslexie, Dysorthographe	2	1 à 2
7	14	M	<u>Portugais</u> Français	Fluide	Parents	Portugal Suisse	Structure de soutien	TDAH, Dyspraxie, Dyslexie	2	2 à 4
8	13	M	<u>Espagnol</u> Français	Fluide	Garde alternée	Espagne Suisse	Maintenant intégré en math	TDAH	3	2
9	14	F	<u>Allemand</u> <u>Albanais</u> Français	Français fluide	Parents	Albanie Suisse	Intégrée en all	Retard de l'apprentissage	2	0
10	13	M	<u>Arabe</u> <u>Français</u>	Fluide	Parents	Suisse	Maintenant intégré	Aucun diagnostic	/	/

Tableau 18 – Vue d'ensemble des élèves

Ci-dessous, vous trouvez des traces d'observations que l'enseignante spécialisée a pu prendre pendant les cours dispensés. Ce sont donc des notes professionnelles de la praticienne, afin de mieux connaître ses élèves.

Le terme « visuel » est utilisé en réception quand un élève demande à maintes reprises de voir ou de lire un contenu pour l'absorber. En évocation, le terme « visuel » est utilisé quand l'élève se renferme sur soi et peut expliquer une image sur

demande. En restitution, le terme « visuel » est utilisé, quand un élève regarde, souvent devant lui, et dit : je sais, je vois comment faire.

Le terme « auditif » est utilisé en réception quand un élève « prête l'oreille ». Quand il peut parfaitement assimiler un contenu sans regarder un support ou une personne. En évocation, le terme « auditif » est utilisé quand l'élève ressent le fort besoin de remuer les lèvres, de parler à haute voix ou quand il a besoin de silence et qu'il dit qu'il n'entend rien quand les élèves sont bruyants. En restitution, le terme « auditif » est synonyme de verbal, c'est-à-dire qu'un élève ressent le besoin de verbaliser sa réponse et qu'il est plus performant à l'oral qu'à l'écrit.

Finalement, le terme « kinesthésique » est utilisé en réception, si un élève ressent le besoin de manipuler du matériel pour comprendre le thème abordé. Il est utilisé en évocation, si un élève manipule des objets afin de se rappeler d'une réponse. Et pour finir, il est utilisé en restitution, si l'élève préfère de montrer une réponse physiquement. Un mélange de ses voies est toutefois possible et même souvent le cas.

Garçon de 13 ans

- Langue maternelle française, nationalité Suisse
- 2 à 3 cours de mathématiques ordinaires le matin
- 1 cours en après-midi avec le matériel
- Apprentissage assez lent, surtout en double tâche
- Grandes lacunes de motricité fine et dans l'organisation de l'espace
- Bonne mémoire à long terme, mais peine à transférer son savoir en compétences
- Dyslexie diagnostiquée
- Suspicion de dyspraxie
- Semble être
 - o auditif en réception et en évocation ;
 - o verbal en restitution.

Cet élève avec un grand besoin d'attachement vit en foyer depuis sa petite enfance. Il a cinq sœurs et ses parents vivent au Jura (Franches montagnes). En cours, il est devenu plus insolent ces derniers mois, même déranger pour les autres élèves. Alors qu'à la base il était un élève très calme et agréable, malgré son besoin de se balancer sans cesse sur sa chaise.

Il a une tendance littéraire avec peu d'intérêt pour les thèmes purement scolaires, mais favorisant les thèmes à discussion, comme des thèmes sociales, politiques ou autres.

Garçon de 13 ans

- Langue maternelle française, nationalité Suisse
- 2 à 3 cours de mathématiques ordinaires le matin
- 1 cours en après-midi avec le matériel
- Aucune difficulté d'apprentissage particulière
- Bonne mémoire à long terme
- Transfère facilement son savoir d'un domaine à un autre
- Certaine lenteur et manque de motivation pour l'école
- Peine à créer de véritables compétences.
- Semble être
 - o Visuel en réception et auditif en évocation ;
 - o Verbal en restitution.

Depuis l'année passée, cet élève vit dans un foyer à la suite d'une phobie scolaire.

Il ne parle que peu de sa famille ou de son passé ; toutefois il évoque de façon régulière l'appartement de sa mère qui est proche de son foyer. Son tonus musculaire semble être très relâché, donnant régulièrement l'impression d'absentéisme. Ses mouvements sont que peu coordonnés.

Il a besoin de calme et de détente afin de pouvoir déployer ses capacités. Ce garçon s'ennuie facilement lors des cours. Il est très attiré par les thèmes scientifiques et mathématiques et peut passer considérablement de temps à travailler silencieusement dans sa tête, sans bouger du tout.

Suite à ses bonnes capacités en mathématiques et en compréhension de consigne, ainsi que son véritable intérêt en la matière, il a pu être intégré en cours mathématiques ordinaires à la suite des post-testss effectués.

Garçon de 13 ans

- Langue maternelle française, Nationalité Suisse
- 2 à 3 cours de mathématiques ordinaires le matin
- 1 cours en après-midi avec le matériel
- Grandes lacunes dans toutes les matières scolaires
- TDAH diagnostiqué, sans suivi régulier
- Difficultés en double tâche (par exemple formuler et noter)
- Bonne mémoire visuelle
- Très bonnes capacités d'observation.
- Il semble être
 - o Auditif en réception, en évocation ainsi qu'en restitution.

Cet élève a un grand besoin d'attachement et de reconnaissance, son estime de soi étant très basse. Depuis sa naissance, il vit dans une famille d'accueil avec plusieurs enfants d'accueil ou d'accueil de jour. Il est sous curatelle. Il connaît toutefois sa mère biologique, Suisse. Son père est dans une situation précaire en Irak. Par cette situation, il est émotionnellement déchiré.

Pendant les cours, il dérange en permanence. D'abord par des actes difficilement gérables (jeter des objets, embêter ses camarades, paroles déplacées) et ensuite par des actes qui dérangent plutôt au niveau du cours, comme poser en permanence des questions hors sujet.

Il est très intéressé par toutes interactions sociales et s'intéresse également aux événements politiques et sociales de sa communauté, ainsi qu'aux événements mondiaux. Lors de situations sérieuses, il tient à révéler les faits purs, sans embellir les actions. Il a une très bonne oreille pour les langues et arrive facilement à répéter des phrases en anglais et en allemand.

Garçon de 13 ans

- Langue maternelle portugaise, Origine Portugaise
- Vit avec ses parents en Suisse depuis sa naissance
- 2 à 3 cours de mathématiques ordinaires le matin
- 2 à 4 cours en après-midi avec matériel
- TDAH diagnostiqué, sous médicaments
- Dyslexie associée, mais arrive très bien à effectuer son travail
- Généralement très lent en compréhension et exécution
- Lucide par moments, il arrive à faire des calculs complexes
- Intégré en cours ordinaire en allemand
- En structure de soutien pour les autres cours
- Semble être
 - o Visuel en réception ;
 - o Auditif en évocation ;
 - o Kinesthésique en restitution.

Cet élève est assez équilibré et il est parfaitement intégré dans la société et dans la structure. Toutefois, il se fait facilement oublier, restant dans un coin ou assis sur le canapé ou une chaise. Il comprend facilement les interactions sociales et semble en rire en douceur.

Il peut être étonnant dans sa compréhension et sa volonté à faire seul, autant que dans sa capacité d'oublier des savoirs d'une fois à l'autre. Il ne transfère pas forcément le savoir en compétences. Il recherche l'indépendance dans son travail.

Fille de 13 ans

- De langue maternelle fulfulde, Originaire du Cameroun et venue en Suisse à quatre ans
- Parle le français avec un accent africain.
- 2 à 3 cours de mathématiques ordinaires le matin
- 2 cours en après-midi avec matériel
- Dyslexie diagnostiquée
- Dyscalculie soupçonnée
- Grandes difficultés à comprendre un texte ou d'en produire un
- Très studieuse avec l'envie de réussir ses études, malgré ses difficultés.
- Semble être
 - o Visuelle en réception et en évocation ;
 - o Kinesthésique en restitution.
- Assez bonne mémoire à long terme
- Peine à transférer son savoir en compétences

Cette fille vit avec sa mère et son beau-père, ainsi qu'avec sa petite sœur. Elle arrive souvent fatiguée à l'école, probablement dû à une situation familiale souvent conflictuelle. Après un début tumulte, elle semble avoir trouvé sa place dans la structure du soutien. Etant souvent seule avec les garçons, elle a trouvé un équilibre où elle s'efface et où elle arrive à s'imposer. Elle pose volontiers des questions et elle connaît bien les règles de vie dans cet environnement.

Elle manque des stratégies d'apprentissage qu'elle semble acquérir au fur et à mesure pendant l'année scolaire. Elle ne transfère pas forcément son savoir d'un domaine à un autre et elle doit être amenée pour le traduire en compétences.

Garçon de 13 ans

- De langue maternelle serbe, né en Suisse
- Peine à parler un français sans erreurs grammaticales et de prononciation
- 2 cours de mathématiques ordinaires le matin
- 1 à 2 cours en après-midi avec matériel
- Dyslexie diagnostiquée
- Dysorthographe diagnostiquée
- Grandes difficultés à comprendre un texte
- Grandes difficultés à écrire lisiblement
- Compréhension de nouveaux contenus limitée
- Oublie très facilement ce qu'il a déjà appris
- Travaille pour l'école à la maison
- Il semble être
 - visuel en réception ;
 - auditif en évocation ;
 - visuel en restitution.

Ce garçon vit avec ses parents, ainsi qu'avec ses frères et sœurs.

Il est un élève calme qui a dû se créer sa place au sein de la structure de soutien. Il est un élève très studieux avec l'envie de réussir ses études. Il apprend assez vite sur le moment, mais sa mémoire à long terme reste à développer. Il manque de stratégies d'apprentissage qu'il semble acquérir au fur et à mesure pendant l'année scolaire, passant plutôt par une approche concrète et par la manipulation d'objets. Il est facilement exaspéré par les attitudes comportementales des autres élèves en structure de soutien. Il souhaiterait une ambiance de travail plus sérieuse. Toutefois, il s'adapte finalement dans une certaine mesure à ses camarades. Il ne pose des questions que s'il pense que cela ne dérangerait pas la fluidité du cours. Il n'arrive pas à transférer un savoir en compétences ou dans un autre domaine d'apprentissage. Malgré ses difficultés, sa famille semble vouloir le pousser à avancer et d'être intégré en classe ordinaire dans un maximum de branches.

Garçon de 14 ans

- De langue maternelle portugaise
- Né en Suisse
- Plusieurs déménagements en petite enfance entre la Suisse et le Portugal
- 2 cours de mathématiques ordinaire le matin
- 2 à 4 cours en après-midi avec le matériel
- Dyslexie, Dyspraxie et TDHA diagnostiqués
- Grandes difficultés de lecture
- Hors situations de stress
 - o bonnes stratégies d'apprentissage ;
 - o bon transfert de savoir en compétences ;
 - o assez bonne mémoire à long terme.
- Semble être
 - o auditif en réception, en évocation et en restitution.

Il vit avec sa mère et son beau-père, ainsi qu'avec la grande sœur du premier mariage de son beau-père. Il est très attaché à son beau-père, grièvement malade. Le père biologique vit une situation pénale au Portugal et sa mère doit entretenir toute la famille.

Très sensible, ce garçon se sent vite rabaissé. Quand il a l'impression de ne pas pouvoir réussir, il ne participe plus aux cours. Il n'étudie jamais à la maison. Il semble venir à l'école pour s'amuser et d'apprendre parfois une chose à côté.

Il s'agit d'un élève qui a commencé son année scolaire d'une façon triste, presque abattu. Au fur et à mesure que l'année avance, il commence à comprendre que son comportement et sa capacité d'attention l'empêchent d'être intégré dans des cours ordinaires. Il a toutefois le souhait de pouvoir acquérir à un statut d'un « élève normal ».

Il est souvent très fatigué ou stressé. Mais quand ce n'est pas le cas, il montre son potentiel. Il pose alors volontiers des questions et connaît bien les règles de vie dans l'environnement de la structure du soutien pour établir de conditions de travail agréables. Il transfère facilement son savoir d'un domaine à un autre et découvre facilement ce qu'il peut utiliser en tant que compétences.

Garçon de 13 ans

- De langue maternelle espagnol
- Né en Suisse, ayant un fort lien à la culture espagnole
- Parle couramment le français
- 3 cours de mathématiques ordinaire le matin
- 2 cours en après-midi avec le matériel
- TDAH diagnostiqué
- De grandes difficultés de concentration
- Assez bonne mémoire à long terme
- Gère bien le stress, tel que lors d'épreuves
- Développe des stratégies d'apprentissage personnelles tout au long de l'année
- Semble être
 - visuel en réception ;
 - auditif en évocation ;
 - kinesthésique en restitution.

Ce garçon vit en alternance une semaine avec sa mère et une semaine avec son père.

Il semble bien vivre cette situation familiale.

Il s'agit d'un élève avec une bonne confiance en lui et qui est bien intégré depuis le début de l'année scolaire. Il est conscient de ses impulsions et des difficultés de son comportement. Néanmoins il réagit favorablement quand il lui est rappelées. Il est capable de se concentrer sur un sujet et de travailler de façon autonome. De même, il est capable de transférer ses savoirs d'une matière à une autre et de les transposer en compétences.

Fille de 14 ans

- De langue maternelle albanaise et allemande
- Née en Suisse
- Parle couramment le français, avec peu de lacunes de vocabulaire.
- 2 cours de mathématiques ordinaire le matin (sans le matériel)
- Grand retard scolaire
- Compréhension très lente
- Aucun diagnostique connu
- Intégrée en allemand
- Difficultés à transférer son savoir en compétences
- Elle semble être
 - o visuel en réception et en évocation ;
 - o kinesthésique en restitution.

Elle vit avec ses parents, ainsi qu'avec sa grande sœur et son grand frère. La situation familiale semble être stable. Les parents la soutiennent à leur niveau. Il s'agit d'une élève qui a bien commencé son année scolaire. Elle arrive bien à s'imposer dans la structure composée presque seulement de garçons.

Elle est assez studieuse et s'applique dans son travail, sans pouvoir atteindre un standard qui dépasse les attentes de la structure du soutien.

Elle possède certaines stratégies d'apprentissage, qu'elle ne sait pas toujours transposer dans d'autres domaines. Elle est consciente qu'elle présente des difficultés d'apprentissage et ne tend pas à une intégration dans les classes ordinaires.

Garçon de 13 ans

- De langue paternelle française et de langue maternelle arabe.
- Par erreur d'orientation, il était dans la structure de soutien. Très vite, il s'est rendu compte, qu'il n'y avait pas sa place.

Il s'agit d'un garçon qui vise haut, il aimerait être médecin. Ses parents le soutiennent dans ses décisions. Il est également très studieux à la maison, négligeant également ses loisirs.

Après les pré-tests en mathématiques, tous les enseignant·e·s se sont mis d'accord de l'intégrer entièrement en structure ordinaire.

B. ANNEXE 2 : POSITION DE L'APPROCHE MONTESSORI DANS LES GRANDES THÉORIES DE L'APPRENTISSAGE

Théories d'apprentissage				
Béhaviorisme	Cognitivisme	Constructivisme	Socio-constructivisme	Connectivisme
<p>Apprentissage comportemental</p> <p>Stimulus => récompense</p> <p>Répétitif</p> <p>Renforcement positif</p> <p>Motivation</p> <p>Etapes</p> <p>Montrer des stratégies d'apprentissage</p> <p>Question/réponse – en augmentant le niveau</p> <p>Entraînement guidé</p> <p>Examen régulier</p> <p>Renforcement positif</p>	<p>Apprentissage depuis l'intérieur, connexions au cerveau qui ont lieu pendant l'apprentissage</p> <p>Boîte noire</p> <p>L'apprenant comme processeur d'information</p> <p>Connaissance = schéma</p> <p>Ou construction mentale symbolique</p> <p>L'apprentissage = changement de schéma</p> <p>Elèves sont actifs</p> <p>Utilisent stratégies différentes pour apprendre.</p> <p>Participants actifs des apprentissages.</p>	<p>Construire activement son propre savoir.</p> <p>La réalité se construit par les expériences en tant qu'apprenant. Le savoir antérieur sert comme base pour des nouveaux apprentissages. => Assimilation (des structures antérieures) + accommodation (modification des schèmes du sujet en fonction des données)</p> <p>La connaissance se construit.</p> <p>L'apprentissage continue. Personne fait forcément la même chose.</p>	<p>L'apprenant au centre de l'apprentissage, car il construit ses connaissances sur ce qu'il sait déjà.</p> <p>Travail coopératif pour être plus constructif, motivant et valorisant (socialement).</p> <p>L'enseignant en tant que guide, facilitateur => définit l'objectif, mais ne guide pas pas à pas.</p> <p>L'apprentissage se fonde sur l'autonomie. Rythme, répartition, organisation pour arriver aux objectifs.</p> <p>Actions réelles avec une stratégie – permettent un meilleur apprentissage.</p>	<p>Technologies pour apprendre et partager des informations sur internet et entre les gens.</p> <p>(navigateurs Web, emails, forum, discussions en ligne, réseaux sociaux.</p> <p>Apprendre et partager des informations avec d'autres.</p> <p>Apprentissage à travers des réseaux avec des pairs en ligne.</p> <p>L'enseignant guidera les élèves vers les informations et répondra si besoin aux questions.</p> <p>Elèves cherchent les informations par eux-</p>

Théories d'apprentissage				
Béhaviorisme	Cognitivisme	Constructivisme	Socio-constructivisme	Connectivisme
		<p>Apprendre le sens des choses – ig. Apprendre une chronologie historique => en même temps apprendre le sens d'une chronologie.</p> <p>Apport sensoriel pour construire un sens.</p> <p>Faire pour apprendre – apprentissage = activité. On ne peut pas simplement s'asseoir et attendre qu'on vous apprenne. S'engager dans des discussion, des lectures, des activités. L'apprentissage = activité sociale et contextuelle. Ceux qui nous entourent influencent nos apprentissages.</p> <p>Apprendre dans un contexte – avec les croyances existantes.</p>	<p>Tâche- projet – à long terme.</p> <p>L'erreur fait partie de l'apprentissage => autocorrection.</p> <p>L'enseignant crée des situations-problèmes, documents authentiques (vrais problèmes)</p>	<p>mêmes – leur apprendre le discernement.</p> <p>Crée souvent une communauté autour des résultats.</p>

Théories d'apprentissage				
Béhaviorisme	Cognitivism	Constructivisme	Socio-constructivisme	Connectivisme
		Connaissance personnelle = Engager l'esprit pour apprendre Motivation comme clé – engager et motiver les apprenants.		
Théories de				
Pavlov Skinner	Gardner	Piaget Perry	Vygotsky Brunner	George Siemens Stephen Downes
		Montessori Praticienne, travail empirique et inductif (par observation)		

Basé sur : Bien enseigner (2022) <https://www.bienenseigner.com/les-5-grandes-theories-de-lapprentissage/>

1. Ecris les nombres suivants en chiffres :

Dans la bibliothèque, il y a sept cent-trente-neuf livres de grammaire, sept cent treize livres en anglais, deux cent vingt-deux romans français, huit cent quarante-sept livres de mathématiques, cinq cent dix-neuf

livres d'histoire, cinq cent trente et un livres de chimie, trois cent quarante-quatre livres de biologie, neuf cent sept livres de cuisine, quatre cent cinquante-et-un magazines, deux cent-et-une BD, sept-cent quatre-vingt-un dictionnaires, quatre cents vingt-neuf livres pour enfants, huit cent septante-deux recueils de poèmes et sept-cent trente dessins.

En tout il y a huit mille quatre-vingt-cinq livres dans la bibliothèque.

2. Relie les phrases justes :

Les nombres pairs	est impair car il finit par le chiffre 1
Les nombres impairs	est pair car il finit par le chiffre 6
Le nombre 123456	finissent par 0, 2, 4, 6, 8
Le nombre 353351	on regarde les chiffres des unités
Pour savoir si un nombre est pair ou impair	Finissent par 1, 3, 5, 7, 9

3. Note les nombres pairs de 0 à 50 dans le tableau.

4. Note les nombres impairs de 150 à 200 dans le tableau.

A vos
marques !
Prêts !
Calculez !



5. Entoure les additions qui auront une ou des retenue(s).

	2	2	2				2	8				2	7	3			3	2	1
+	3	7	4		+	2	4	0			+		4	8		+	1	7	9

6. Complète les additions suivantes. Pense à compter les retenues !

C	D	U		C	D	U		C	D	U	
	2	1		.....	.....	.....		.....	4	9	
+	.....	.....	.....	+		8	5	+	2	.....	5
<hr/>				<hr/>				<hr/>			
	3	1	0		4	1	2		4	0	.....

7. Pose les additions suivantes puis calcule la somme._____

198 + 57 = 136 + 244 = 68 + 273 =

8. Le résultat de ces opérations est faux : corrige-les, note les retenues.

	C	D	U
		8	7
+		4	6
<hr/>			
	2	2	3

	C	D	U
	1	2	8
+	2	6	6
<hr/>			
	3	8	4

	C	D	U
	3	5	7
+	1	0	8
<hr/>			
	4	5	6

9. Calcule ces soustractions.

$$300 - 200 = \dots\dots$$

$$870 - 40 = \dots$$

$$500 - 7 = \dots\dots\dots$$

$$900 - 20 = \dots\dots$$

$$156 - 20 = \dots\dots\dots$$

$$420 - 13 = \dots\dots\dots$$

•

10. Calcule ces soustractions en colonne.

	c	d	u
	4	5	8
-	2	2	6

	c	d	u
	8	9	2
-		7	9

	m	c	d	u
	2	1	2	5
-		5	3	4

	m	c	d	u
	1	0	0	0
-				4

11. Calcule les multiplications suivantes :

	d	u
	2	4

	d	u
	3	2

	d	u
	2	1

	c	d	u
	1	3	4

x		2
=		

x		3
=		

x		4
=		

x			2
=			

	Dividende	Diviseur	Quotient	Reste
197 : 4	•	•	•	•
6 391 : 873				
34 253 : 787				

12. Pose et calcule les multiplications suivantes :

$$13 \times 5$$

$$45 \times 3$$

$$124 \times 3$$

13. Effectue les divisions suivantes en colonne :

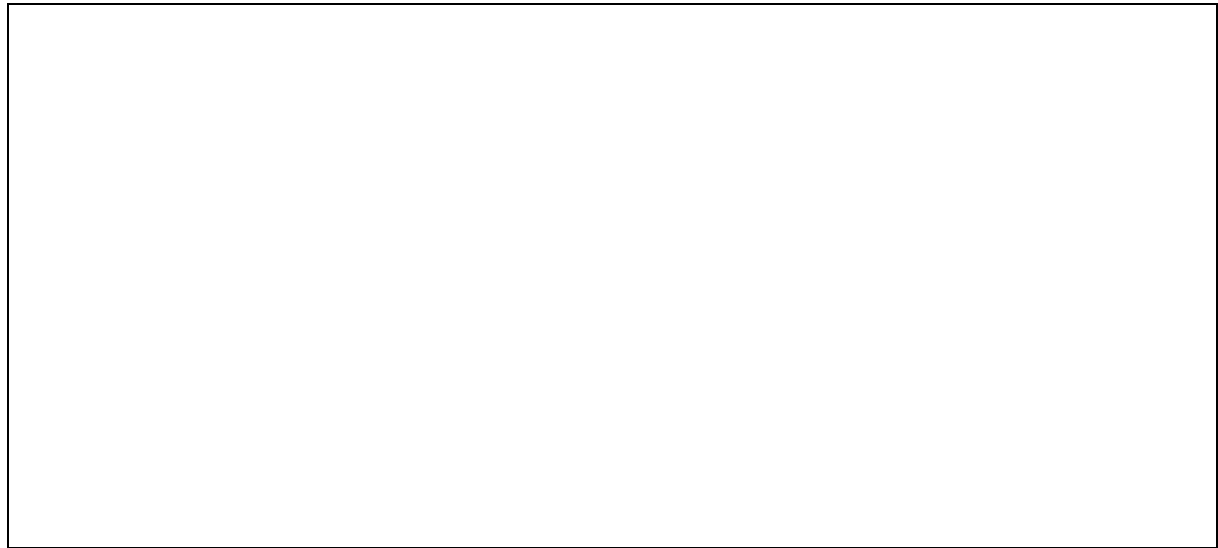
•

• 673 divisé par 5

423 divisé par 18

1520 divisé par 63

14. Complète le tableau. Tu peux poser les opérations en-dessous :



15. Note les critères de divisibilité :

- Un nombre est divisible par 2 s'il se termine par
.....
- Un nombre est divisible par 5 s'il se termine par
- Un nombre est divisible par 3 si
.....
- Un nombre est divisible par 9 si
.....

16. Intercale dans chaque cas un nombre. Place-le ensuite sur la droite numérique.

$$5 < \dots\dots\dots < 6$$



$$9,5 < \dots\dots\dots < 10,5$$



$$3,2 < \dots\dots\dots < 3,3$$



$$7,48 < \dots\dots\dots < 7,49$$



17. Pose et effectue ces opérations.

•

- $7087,23 + 501,76 =$
- $457 + 58,45 =$
- $659,124 + 0,014 + 2,078 =$

--

18. Pose et effectue ces soustractions.

millier	centaine	dizaine	unité	,	dixième	centième	millième

$$603,409 - 39,78 =$$

$$3708,4 - 68,537 =$$

$$4897,37 - 3798,34 =$$

--

19. Ecris les nombres suivants sous la forme d'une puissance d'un nombre.

- $5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 =$
- $(-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2) =$
- $1,8 \times 1,8 \times 1,8 \times 1,8 =$
- $(-1) \times (-1) \times (-1) \times (-1) \times (-1) \times (-1) =$

Le Post-test contient la même structure et questions, mais avec d'autres chiffres.

D. ANNEXE 4 : QUESTIONNAIRE ET ÉVALUATION SUR L'EXPÉRIENCE, 19.12.2021

Elève : 1 Date : 19.12.2021			
Questions semi-directives	Réponse	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel - ressentie, observée ?	<input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input checked="" type="radio"/> Un peu	Je peux toucher, voir, je ne m'ennuie pas.	Est un peu perdu, cherche à faire avec mon aide. Semble emmagasiner les informations. N'est pas encore indépendant
Est-ce que ta compréhension lors des cours s'est amélioré ?	<input checked="" type="radio"/> Oui, c'est mieux <input type="radio"/> Non, pas vraiment <input type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> autre	J'arrive mieux à suivre les cours. Je ne sais pas pourquoi.	Sa compréhension et son attention en mathématiques se sont considérablement améliorées en groupe-classe. Il est capable de suivre un travail collectif, d'une façon lente, mais c'est possible. Il écoute et lit et participe de lui-même.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input checked="" type="radio"/> C'est facile (très bien) <input type="radio"/> Pas mal (bien) <input type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.	C'est facile à faire.	Il a considérablement de difficultés à se rappeler des étapes au début. Par la suite, quand il connaît mieux le matériel, il suit facilement la démarche.
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <input checked="" type="radio"/> Simple et rapide <input type="radio"/> Assez simple <input type="radio"/> Investissement moyen <input type="radio"/> Complexe	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <input type="radio"/> Très indépendant <input checked="" type="radio"/> Questions sporadiques <input type="radio"/> Questions courantes <input type="radio"/> Suivi constant nécessaire	Autres observations : Aime l'attention qu'il reçoit au moment de la présentation du matériel ou quand il peut poser des questions.

Elève : 2 Date : 19.12.2021			
Questions semi-directives	Réponse	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel – ressentie, observée ?	<input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Non <input type="radio"/> Un peu	Non, car je savais déjà le faire avant, sans matériel.	Cela dépend du matériel. L'élève arrive très bien, mais se surestime sur certain plan.
Est-ce que ta compréhension en cours s'est améliorée ?	<input type="radio"/> Oui, c'est mieux <input checked="" type="radio"/> Non, pas vraiment <input type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> autre	Non, parce que j'ai déjà compris avant.	En groupe-classe, l'élève est de toute façon plus avancé que les autres élèves et n'avance donc pas à son rythme.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input checked="" type="radio"/> C'est facile (très bien) <input type="radio"/> Pas mal (bien) <input type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input checked="" type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.	Je voudrais plutôt avancer plus vite et travailler dans ma tête.	Il dit qu'il n'aime pas, mais il reste fasciné devant et fait surtout des grandes divisions avec une grande concentration.
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <input type="radio"/> Simple et rapide <input checked="" type="radio"/> Assez simple <input type="radio"/> Investissement moyen <input type="radio"/> Complexe	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <input checked="" type="radio"/> Très indépendant <input type="radio"/> Questions sporadiques <input type="radio"/> Questions courantes <input type="radio"/> Suivi constant nécessaire	Autres observations : Pourrait éventuellement être intégré en mathématiques

Elève : 3 Date : 19.12.2021			
Questions semi-directives	Réponse	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel – ressentie, observée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input type="radio"/> Un peu	Je ne sais pas. C'est plus facile. Je comprends mieux quand je le fais.	Il comprend très lentement et surtout quand il fait quelque chose en le commentant. Le lien entre l'acte de faire et la verbalisation est fort. Après il peut parfaitement expliquer ce qu'il a fait.
Est-ce que ta compréhension lors des cours s'est améliorée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui, c'est mieux <input type="radio"/> Non, pas vraiment <input type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> autre	Je comprends bien pendant les cours quand je le vois au tableau et je l'entends.	Il arrive à mieux suivre en mathématiques, pour autant qu'il n'est pas dérangé par ces troubles de comportement ou de l'attention.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input type="radio"/> C'est facile (très bien) <input checked="" type="radio"/> Pas mal (bien) <input type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.	C'est bien. C'est parfois difficile pour moi de comprendre, mais après c'est bon.	Il a beaucoup de peine à tenir les étapes et en plus, il se trompe dans l'ordre quand il fait une démarche, cela malgré lui.
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Simple et rapide <input type="radio"/> Assez simple <input type="radio"/> Investissement moyen <input checked="" type="radio"/> Complexe 	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Très indépendant <input type="radio"/> Questions sporadiques <input type="radio"/> Questions courantes <input checked="" type="radio"/> Suivi constant nécessaire 	Autres observations : Il n'est pas indépendant, a besoin d'être aidé et suivi dans toutes les étapes de son travail. Cela me semble dû à son manque de concentration en général. S'il est seul avec moi, il arrive à mieux se concentrer.

Elève : 4 Date : 19.12.2021			
Questions semi-directives	Réponse	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel – ressentie, observée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input type="radio"/> Un peu	Je comprends comment ça marche quand je le fais.	Oui, il comprend mieux les calculs après l'utilisation du matériel. Il est capable de calculer, mais pas encore à faire des calculs dans l'ordre.
Est-ce que ta compréhension lors des cours s'est améliorée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui, c'est mieux <input type="radio"/> Non, pas vraiment <input type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> autre	Oui, je comprends ce que nous faisons ensemble au tableau.	Il semble de bien comprendre et il pose facilement des questions, s'il ne suit pas. Il s'applique vraiment dans son travail.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input checked="" type="radio"/> C'est facile (très bien) <input type="radio"/> Pas mal (bien) <input type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.	Le matériel est trop facile. C'est cool à faire quoi.	Il essaie souvent trois ou quatre fois seul . Il aime le côté autocorrectif du matériel ou vérifie de lui-même avec la calculatrice.
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Simple et rapide <input type="radio"/> Assez simple <input type="radio"/> Investissement moyen <input type="radio"/> Complexe 	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Très indépendant <input type="radio"/> Questions sporadiques <input type="radio"/> Questions courantes <input type="radio"/> Suivi constant nécessaire 	Autres observations : Il a beaucoup de peine à se rappeler d'une procédure ou d'une structure. Il a tendance à sauter les étapes. Il ne remarque pas quand il se trompe, car il semble avoir l'habitude de sauter les étapes.

Elève : 5 Date : 19.12.2021			
Questions semi-directives	Réponse	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel – ressentie, observée ?	<input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input checked="" type="radio"/> Un peu		L'élève arrive très bien à suivre la logique du matériel et est très motivé à faire tous les travaux qui demandent de la concentration. C'est l'élève qui se plonge le plus dans l'utilisation du matériel.
Est-ce que ta compréhension lors des cours s'est améliorée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui, c'est mieux <input type="radio"/> Non, pas vraiment <input type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> autre		Non, il a de la peine à suivre en groupe-classe, car cela n'est pas concret. Il faut à chaque fois concrétiser, afin qu'il comprenne.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input type="radio"/> C'est facile (très bien) <input type="radio"/> Pas mal (bien) <input checked="" type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.		Il s'en sort très bien et peut aussi l'expliquer. Très bon travail.
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <input checked="" type="radio"/> Simple et rapide <input type="radio"/> Assez simple <input type="radio"/> Investissement moyen <input type="radio"/> Complexe	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <input checked="" type="radio"/> Très indépendant <input type="radio"/> Questions sporadiques <input type="radio"/> Questions courantes <input type="radio"/> Suivi constant nécessaire	Autres observations : A vraiment besoin de pouvoir se concentrer et de plonger dans un travail.

Elève : 6 Date : 19.12.2021			
Questions semi-directives	Réponse	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel – ressentie, observée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input type="radio"/> Un peu	J'aime regarder le matériel et le poser correctement. J'arrive mieux à me concentrer.	Il comprend mieux les exercices après avoir utilisé le matériel. L'utilisation du matériel demande toute sa concentration et il arrive à se mettre dans un flow, même au plein milieu des autres élèves.
Est-ce que ta compréhension lors des cours s'est améliorée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui, c'est mieux <input type="radio"/> Non, pas vraiment <input type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> autre	Oui, j'arrive mieux à suivre les cours.	Il arrive à se concentrer et essaie de mettre les contenus appris avec le matériel en lien avec ce qu'il apprend en cours.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input checked="" type="radio"/> C'est facile (très bien) <input type="radio"/> Pas mal (bien) <input type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.	C'est bien parce que je peux le faire et le voir en même temps.	Il semble être bien absorbé, concentré et il est très content quand il peut vérifier un résultat et il est juste. S'il n'est pas juste, il est prêt à recommencer pour trouver l'erreur.
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <input checked="" type="radio"/> Simple et rapide <input type="radio"/> Assez simple <input type="radio"/> Investissement moyen <input type="radio"/> Complexe	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <input type="radio"/> Très indépendant <input checked="" type="radio"/> Questions sporadiques <input type="radio"/> Questions courantes <input type="radio"/> Suivi constant nécessaire	Autres observations : L'élève est très indépendant dans son travail. Il aime avancer et comprendre, mais semble être bloqué ou avoir un manque de compréhension à certain moment. Très studieux et pose facilement des questions.

Elève : 7 Date : 19.12.2021			
Questions semi-directives	Réponse	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel – ressentie, observée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input type="radio"/> Un peu	Je me trompe et après je n'ai plus envie. Après ça marche et c'est cool.	Il arrive à mieux se structurer et à avancer dans son travail.
Est-ce que ta compréhension lors des cours s'est améliorée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui, c'est mieux <input type="radio"/> Non, pas vraiment <input type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> autre	Oui, disons que je comprends un peu mieux, oui, en fait, je comprends ce qui se passe en cours, mais je n'arrive pas trop à me concentrer.	Il participe plus facilement au cours et sait souvent ce que nous faisons. Il craint moins de se tromper.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input type="radio"/> C'est facile (très bien) <input checked="" type="radio"/> Pas mal (bien) <input type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.	Parfois, c'est trop cool comme avec les nombres pairs, impairs. Parfois, c'est nul, car il faut tout faire et c'est long à faire.	Il aime beaucoup d'investir dans le matériel qui lui permet de bouger dans toute la salle, de parler en même temps et d'effectuer son travail.
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Simple et rapide <input checked="" type="radio"/> Assez simple <input type="radio"/> Investissement moyen <input type="radio"/> Complexe 	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Très indépendant <input type="radio"/> Questions sporadiques <input checked="" type="radio"/> Questions courantes <input type="radio"/> Suivi constant nécessaire 	Autres observations : Vue qu'il fait beaucoup de chose en même temps, il se trompe souvent dans les timbres ou les cubes dorés.

Elève : 8 Date : 19.12.2021			
Questions semi-directives	Réponse	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel – ressentie, observée ?	<input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input type="radio"/> Un peu	Je ne sais pas. J'arrive aussi comme ça.	Il ne s'investit pas vraiment dans le travail avec le matériel. Il a besoin de temps pour rentrer dans le travail. Ensuite, il y arrive bien.
Est-ce que ta compréhension lors des cours s'est améliorée ?	<input type="radio"/> Oui, c'est mieux <input type="radio"/> Non, pas vraiment <input type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> autre	Oui, cela me va bien.	Il travaille moyennement bien en groupe-classe, mais comprend la plupart des choses. Il participe facilement.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input type="radio"/> C'est facile (très bien) <input type="radio"/> Pas mal (bien) <input type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.	Je m'amuse avec. On peut rire. C'est cool.	Il est dispersé, car il cherche surtout à discuter avec ses copains. Mais il arrive quand même à avancer et à comprendre ce qu'il faut faire, bien qu'il se trompe par son inattention.
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <input type="radio"/> Simple et rapide <input type="radio"/> Assez simple <input type="radio"/> Investissement moyen <input type="radio"/> Complexe	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <input type="radio"/> Très indépendant <input type="radio"/> Questions sporadiques <input type="radio"/> Questions courantes <input type="radio"/> Suivi constant nécessaire	Autres observations : Il lui manque la concentration et la persévérance. Il pose facilement des questions et refuse d'avancer, s'il ne comprend pas.

Elève : 9 Date : 19.12.2021			
Questions semi-directives	Réponse	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel – ressentie, observée ?	<input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input type="radio"/> Un peu	Je ne suis jamais là.	En effet, elle n'est pratiquement jamais là, quand nous utilisons le matériel.
Est-ce que ta compréhension lors des cours s'est améliorée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui, c'est mieux <input type="radio"/> Non, pas vraiment <input type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> autre	Je comprends mieux, car je peux poser des questions.	Elle est très lente, mais studieuse.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input type="radio"/> C'est facile (très bien) <input type="radio"/> Pas mal (bien) <input type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.	Je ne sais pas	
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <input type="radio"/> Simple et rapide <input type="radio"/> Assez simple <input type="radio"/> Investissement moyen <input type="radio"/> Complexe	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <input type="radio"/> Très indépendant <input type="radio"/> Questions sporadiques <input type="radio"/> Questions courantes <input type="radio"/> Suivi constant nécessaire	Autres observations : Comme elle a très peu de leçon avec les autres, elle a de la peine à suivre.

E. ANNEXE 5 : QUESTIONNAIRE ET ÉVALUATION SUR L'EXPÉRIENCE, 28.02.2022

Entretien semi-directif après utilisation du matériel.

Elève : 1 Date : 28.2.2022			
Questions semi-directives	Réponse	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel – ressentie, observée ?	<input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input checked="" type="radio"/> Un peu	Oui, j'aime bien. Je peux faire quelque chose. C'est facile.	Il a de la facilité de l'utiliser, mais est assez désinvolte.
Est-ce que ta compréhension lors des cours s'est améliorée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui, c'est mieux <input type="radio"/> Non, pas vraiment <input type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> autre	Oui, je trouve.	Quand il utilise le matériel le travail abstrait au tableau ou sur fiche l'ennuie. Il pourrait déjà continuer.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input type="radio"/> C'est facile (très bien) <input checked="" type="radio"/> Pas mal (bien) <input type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.	C'est bien.	Il le fait, mais discute sans cesse d'autre chose
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <input type="radio"/> Simple et rapide <input type="radio"/> Assez simple <input checked="" type="radio"/> Investissement moyen <input type="radio"/> Complexe	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <input type="radio"/> Très indépendant <input type="radio"/> Questions sporadiques <input checked="" type="radio"/> Questions courantes <input type="radio"/> Suivi constant nécessaire	Autres observations : Il fait très facilement le transfert intellectuel vers l'abstrait.

Elève : 2 Date : 28.2.2022			
Questions semi-directives	Réponse	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel - ressentie, observée ?	<input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Non <input type="radio"/> Un peu	Non, car je savais déjà le faire avant, sans matériel.	Cela dépend du matériel. L'élève arrive très bien, mais se surestime sur certain plan.
Est-ce que ta compréhension lors des cours s'est améliorée ?	<input type="radio"/> Oui, c'est mieux <input type="radio"/> Non, pas vraiment <input checked="" type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> autre	Je sais déjà tout, donc j'avance mieux en petit groupe.	L'élève est intégré maintenant.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input checked="" type="radio"/> C'est facile (très bien) <input type="radio"/> Pas mal (bien) <input type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input checked="" type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.	Je voudrais plutôt avancer plus vite et travailler dans ma tête.	Il aime le matériel qui le fait avancer. Les bases mathématiques sont déjà bien ancrées dans son savoir.
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <input checked="" type="radio"/> Simple et rapide <input type="radio"/> Assez simple <input type="radio"/> Investissement moyen <input type="radio"/> Complexe	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <input checked="" type="radio"/> Très indépendant <input type="radio"/> Questions sporadiques <input type="radio"/> Questions courantes <input type="radio"/> Suivi constant nécessaire	Autres observations : Est maintenant intégré en mathématiques

Elève : 3 Date : 28.2.2022			
Questions semi-directives	Réponse	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel - ressentie, observée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input type="radio"/> Un peu	Idem que la première fois Je ne sais pas. C'est plus facile. Je comprends mieux quand je le fais.	Idem. Mais il a de la peine à se concentrer sur le matériel. Il comprend très lentement et surtout quand il fait quelque chose en le commentant. Le lien entre l'acte de faire et la verbalisation est fort. Après il peut parfaitement expliquer ce qu'il a fait.
Est-ce que ta compréhension lors des cours s'est améliorée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui, c'est mieux <input type="radio"/> Non, pas vraiment <input type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> autre	Idem que la première fois Je comprends bien en cours quand je le vois au tableau et je l'entends.	Il arrive à suivre en mathématiques pour autant qu'il ne doit pas écrire en même temps. Il ne peut pas rester longtemps en double-tâche.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input type="radio"/> C'est facile (très bien) <input checked="" type="radio"/> Pas mal (bien) <input type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.	C'est bien. C'est parfois difficile pour moi de comprendre, mais après c'est bon.	L'observation du début tient toujours. Il aurait besoin de plus de répétitions afin de pouvoir les intégrer. Il a beaucoup de peine à tenir les étapes et en plus, il se trompe dans l'ordre quand il fait une démarche, cela malgré lui.
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Simple et rapide <input type="radio"/> Assez simple <input type="radio"/> Investissement moyen <input checked="" type="radio"/> Complexe 	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Très indépendant <input type="radio"/> Questions sporadiques <input type="radio"/> Questions courantes <input checked="" type="radio"/> Suivi constant nécessaire 	Autres observations : Idem Il n'est pas indépendant, a besoin d'être aidé et suivi dans toutes les étapes de son travail. Cela me semble dû à son manque de concentration en général. S'il est seul avec moi, il arrive à mieux se concentrer.

Elève : 4 Date : 28.2.2022			
Questions semi-directives	Réponse	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel - ressentie, observée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input type="radio"/> Un peu	Je comprends uniquement comment ça marche quand je le fais. Après, je l'oublie.	Oui, il comprend mieux les calculs après l'utilisation du matériel. Il est capable de calculer, mais pas encore à faire des calculs dans l'ordre.
Est-ce que ta compréhension lors des cours s'est améliorée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui, c'est mieux <input type="radio"/> Non, pas vraiment <input type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> autre	Oui, je comprends ce que nous faisons ensemble au tableau.	Il semble de bien comprendre et il pose facilement des questions, s'il ne suit pas. Il s'applique vraiment dans son travail.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input checked="" type="radio"/> C'est facile (très bien) <input type="radio"/> Pas mal (bien) <input type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.	Le matériel est trop facile. C'est cool à faire quoi.	Il essaie souvent trois ou quatre fois seul . Il aime le côté autocorrectif du matériel ou vérifie de lui-même avec la calculatrice.
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Simple et rapide <input type="radio"/> Assez simple <input type="radio"/> Investissement moyen <input type="radio"/> Complexe 	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Très indépendant <input type="radio"/> Questions sporadiques <input type="radio"/> Questions courantes <input type="radio"/> Suivi constant nécessaire 	Autres observations : Il a beaucoup de peine à se rappeler d'une procédure ou d'une structure. Il a tendance à sauter les étapes. Il ne remarque pas quand il se trompe, car il semble avoir l'habitude de sauter les étapes.

Elève : 5 Date : 28.2.2022			
Questions semi-directives	Réponse	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel – ressentie, observée ?	<input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input checked="" type="radio"/> Un peu	Je peux aussi le faire comme ça.	Elle applique le matériel très soigneusement. Elle plonge dans le travail et ne suit plus ce qui se passe autour d'elle. Elle comprend des contenues mieux que sans le matériel. Elle profite d'une difficulté à la fois.
Est-ce que ta compréhension lors des cours s'est améliorée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui, c'est mieux <input type="radio"/> Non, pas vraiment <input type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> autre	Je comprends toujours bien.	Elle ne fait pas le lien directe entre le travail avec le matériel et le travail traditionnel. Il est nécessaire de lui montrer les liens, afin qu'elle puisse les voir.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input type="radio"/> C'est facile (très bien) <input type="radio"/> Pas mal (bien) <input checked="" type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.	J'aime bien le manipuler, ça change.	Elle est très partante quand le matériel est proposé.
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Simple et rapide <input checked="" type="radio"/> Assez simple <input type="radio"/> Investissement moyen <input type="radio"/> Complexe 	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Très indépendant <input checked="" type="radio"/> Questions sporadiques <input type="radio"/> Questions courantes <input type="radio"/> Suivi constant nécessaire 	Autres observations : Etant très visuelle, elle a besoin voir les liens entre le matériel et l'abstrait. Elle ne fera pas le saut intellectuel par elle-même.

Elève : 6 Date : 28.2.2022			
Questions semi-directives	Réponse	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel - ressentie, observée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input type="radio"/> Un peu	Idem que la première fois J'aime regarder le matériel et le poser correctement. J'arrive mieux à me concentrer.	Idem ; Il comprend mieux les exercices après avoir utilisé le matériel. L'utilisation du matériel demande toute sa concentration et il arrive à se mettre dans un flow, même au plein milieu de ses camarades.
Est-ce que ta compréhension lors des cours s'est améliorée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui, c'est mieux <input type="radio"/> Non, pas vraiment <input type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> autre	C'est un peu la même chose que le matériel.	Idem Il arrive à se concentrer et essaie de mettre les contenus appris avec le matériel en lien avec ce qu'il apprend lors des cours.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input checked="" type="radio"/> C'est facile (très bien) <input type="radio"/> Pas mal (bien) <input type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.	Idem que la première fois C'est bien parce que je peux le faire et le voir en même temps.	Idem Il semble être bien absorbé, concentré et il est très content quand il peut vérifier un résultat et il est juste. S'il n'est pas juste, il est prêt à recommencer pour trouver l'erreur.
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <input checked="" type="radio"/> Simple et rapide <input type="radio"/> Assez simple <input type="radio"/> Investissement moyen <input type="radio"/> Complexe	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <input checked="" type="radio"/> Très indépendant <input type="radio"/> Questions sporadiques <input type="radio"/> Questions courantes <input type="radio"/> Suivi constant nécessaire	Autres observations : L'élève est très indépendant dans son travail. Il aime avancer et comprendre, mais semble être bloqué ou avoir un manque de compréhension à certain moment. Il se trompe dans son travail, mais il ne le remarque pas. Il continue ainsi et se le remémore faux. Il faut faire attention à ce phénomène. Très studieux et pose facilement des questions.

Elève : 7 Date : 28.2.2022			
Questions semi-directives	Réponse	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel - ressentie, observée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input type="radio"/> Un peu	Je m'en fiche si je me trompe. Je fais de nouveau. C'est cool de trouver.	Il arrive bien à se structurer et à avancer dans son travail. Le transfert à l'écrit reste difficile.
Est-ce que ta compréhension lors des cours s'est améliorée ?	<input type="radio"/> Oui, c'est mieux <input type="radio"/> Non, pas vraiment <input checked="" type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> autre	Oui, j'arrive mieux. Mais je préfère d'être seul avec mon camarade. Je comprends mieux.	Idem. Il participe plus facilement au cours et sait souvent ce que nous faisons. Il craint moins de se tromper.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input checked="" type="radio"/> C'est facile (très bien) <input type="radio"/> Pas mal (bien) <input type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.	J'arrive à faire des trucs que je n'arrive pas à faire sinon.	Idem Il aime beaucoup s'investir dans le matériel qui lui permet de bouger dans toute la salle, de parler en même temps et d'effectuer son travail.
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <input type="radio"/> Simple et rapide <input checked="" type="radio"/> Assez simple <input type="radio"/> Investissement moyen <input type="radio"/> Complexe	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <input type="radio"/> Très indépendant <input type="radio"/> Questions sporadiques <input type="radio"/> Questions courantes <input type="radio"/> Suivi constant nécessaire	Autres observations : Il pense plus vite qu'il arrive à poser le matériel. Il fait facilement le saut entre le concret et l'abstrait. Il a surtout peur d'appliquer son savoir en tant que compétence lors des cours en commun.

Elève : 8 Date : 28.2.2022			
Questions semi-directives	Réponse	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel – ressentie, observée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input type="radio"/> Un peu	Je comprends assez bien le matériel. C'est facile. Si je me trompe, je peux refaire.	Il arrive facilement à employer le matériel. Il s'y plonge et comprend ce qu'il doit faire. Il est nécessaire qu'il l'écrive directement après son travail pour pouvoir l'abstraire.
Est-ce que ta compréhension lors des cours s'est améliorée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui, c'est mieux <input type="radio"/> Non, pas vraiment <input type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> autre	Oui, je comprends ce qu'il faut faire. C'est facile à faire.	Il comprend très bien et vite en groupe-classe. Il fait beaucoup de lien. Quand il ne comprend pas, il pose des questions.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input type="radio"/> C'est facile (très bien) <input checked="" type="radio"/> Pas mal (bien) <input type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.	Je m'en sors bien.	Il est toujours très motivé pour participer et apprendre autre chose. Il n'aime pas refaire des choses qu'il pense avoir compris.
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <input checked="" type="radio"/> Simple et rapide <input type="radio"/> Assez simple <input type="radio"/> Investissement moyen <input type="radio"/> Complexe	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <input checked="" type="radio"/> Très indépendant <input type="radio"/> Questions sporadiques <input type="radio"/> Questions courantes <input type="radio"/> Suivi constant nécessaire	Autres observations : Il s'est tellement amélioré,x que j'aimerais aussi le proposer pour une intégration en mathématiques.

Elève : 9 Date : 28.2.2022			
-------------------------------	--	--	--

Questions semi-directives	Réponse	Explications de l'élève	Observations de l'enseignant(e)
Y-a-t-il une amélioration après l'utilisation du matériel – ressentie, observée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input type="radio"/> Un peu	J'aime bien le toucher. J'arrive mieux à comprendre.	Quand elle a l'occasion de l'utiliser, elle le fait avec plaisir. Comme elle n'a pratiquement pas de cours lors des après-midi, elle en profite seulement sporadiquement en groupe.
Est-ce que ta compréhension lors des cours s'est améliorée ?	<input checked="" type="radio"/> Oui, c'est mieux <input type="radio"/> Non, pas vraiment <input type="radio"/> Oui, mais seulement en petit groupe ou seul <input type="radio"/> autre	Oui, il y a beaucoup de choses que je comprends mieux.	Elle est lente en compréhension, mais elle suit mieux les contenus. Elle les apprend par cœur et ne comprend pas de quoi il s'agit.
Comment tu trouves le travail avec ce matériel ?	<input type="radio"/> C'est facile (très bien) <input checked="" type="radio"/> Pas mal (bien) <input type="radio"/> Bof (Moyen) <input type="radio"/> Je ne l'aime pas <input type="radio"/> Je n'en ai pas besoin.	Je ne peux pas souvent l'utiliser.	Quand elle l'utilise, elle est très consciencieuse. Elle l'emploie correctement, mais elle ne fait pas le lien avec l'abstrait.
Evaluation par l'enseignante	Facilité de mise-en-place (introduction, explications...) <input checked="" type="radio"/> Simple et rapide <input type="radio"/> Assez simple <input type="radio"/> Investissement moyen <input type="radio"/> Complexe	Facilité d'exploitation par l'élève (indépendance) <input type="radio"/> Très indépendant <input checked="" type="radio"/> Questions sporadiques <input type="radio"/> Questions courantes <input type="radio"/> Suivi constant nécessaire	Autres observations : Elle fait plutôt un lien depuis l'abstrait vers le matériel. Donc, quand elle a utilisé le matériel et elle fait un travail abstrait par la suite, elle peut se rappeler de sa manipulation et faire le lien.

F. ANNEXE 6 : JOURNAL DE BORD

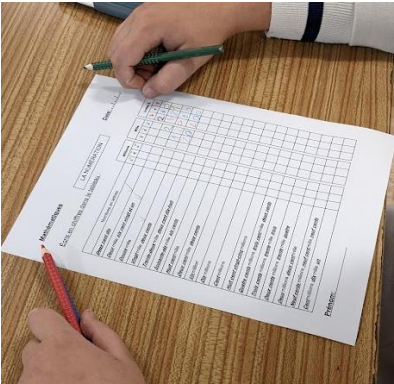
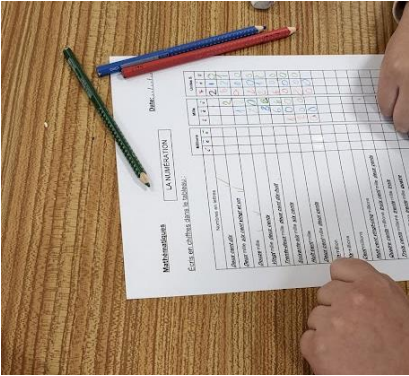
La transcription des observations dans le journal de bord a été simplifiée (réduite) dans l'intérêt de cette analyse.

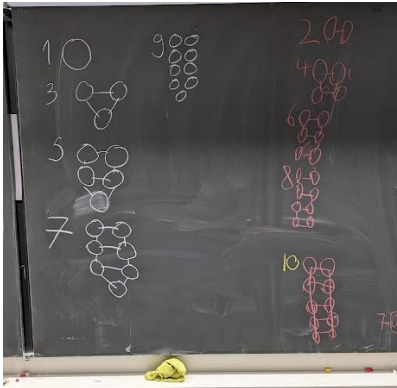
Les photos et vidéos sans explications peuvent être vues sous : <https://photos.app.goo.gl/mxnUmr9dg1zJYhsP7>

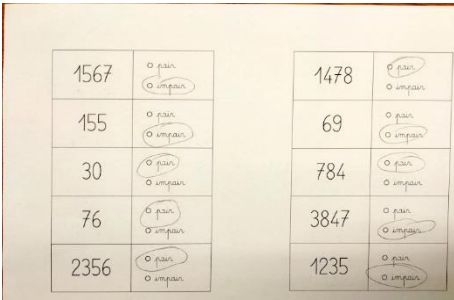
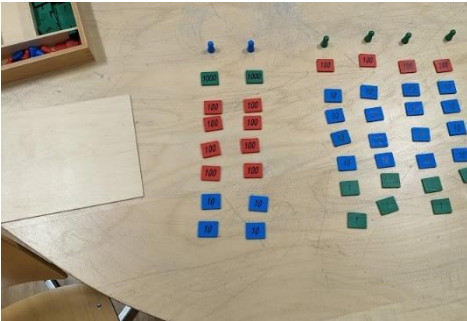
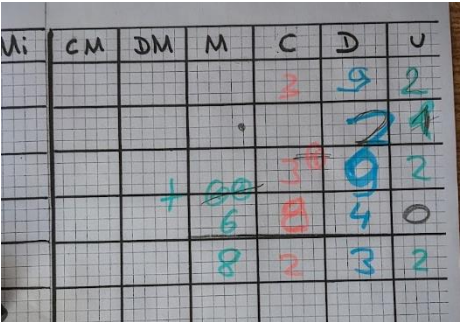
Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 4 seul	24.09.21	Mardi	Cube dorés Exemple 7 x 13 ou 5 x 54	Réception auditive Évocation auditive N'arrive pas à tout visualiser Additionne mais ne reconnaît pas les calculs A de la peine à poser les petites unités Il décompte tout Il est très difficile pour lui de poser les cubes et de compter en même temps Ne voit pas les quantités, pose 4 mais pense que ce sont 8		
Elève 4 seul	1.10.21	Vendredi	Cubes dorés 3 x 317 Soustraction	Difficultés à structurer les étapes Se rappelle assez bien la dernière fois, mais essaie de sauter des étapes Difficultés à disposer les cubes bien dans l'espace Se contente facilement d'un travail Arrive assez bien, mais saute des étapes		

Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
			1207 – 107 76 -8 avec échange 1234 é- 567 1004 + 196	Avec échange, il a besoin de mon aide, ne se représente pas les quantités – nombres Petits calculs ne sont pas acquis, mais compris Saute des étapes, il veut vite apprendre Difficultés à lire les nombres À de la peine à rester dans l'ordre		
Elève 7 seul	19.11.21	Vendredi	Addition en colonne damier 1124 + 2471 2352 + 1411 2139 + 3101 4401 + 1201 2101- 1509 cubes dorés	Discussion sur les additions Arrive jusqu'à 100, oublie ensuite de mettre la centaine Se sent à l'aise avec les dizaines, centaines, veut passer au damier Montessori Montre des difficultés avec les échange de la dizaine sur le damier Soustraction de tête : 3000 – 1100 Fatigue après 25 minutes A besoin des cubes dorés pour pouvoir continuer A de la peine à respecter les emplacements Je dois descendre les stores, car Elève 7 est trop distrait par ce qui se passe à l'extérieur (grandes fenêtres au rdc)		

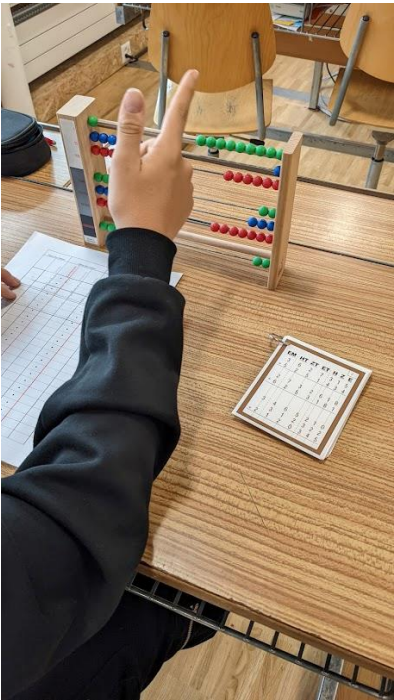
Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 7 et	26.11.21	Vendredi	Elève 7 explique damier à Elève 4 392 x 21	Connaissances à moitié acquise – explique pourquoi il n'y a pas de dizaine Il fait les multiplications et explique Arrive sur le damier, mais pas sur papier		
Elève 4			431 x 22	Elève 4 comprend assez vite comment on utilise le damier aussi avec échange. Il préfère de le faire sur papier d'abord et ensuite sur le damier. Il veut faire seul. Quand il faut ranger, Elève 7 est tellement au bout de sa concentration, qu'il veut faire très vite et il fait tomber toute la boîte avec les timbres qu'il faut ranger après la sonnerie.		
		2 ^{ème} leçon	136 x 134	Ils commencent tout seuls, ils font la première ligne sur le damier, et demandent de l'aide par la suite Ils sont très agités et le résultats est faux, fausses échanges Ils se calment avec time-timer – n'ont pas envie de refaire le même exercice – veulent faire 243 x 36		

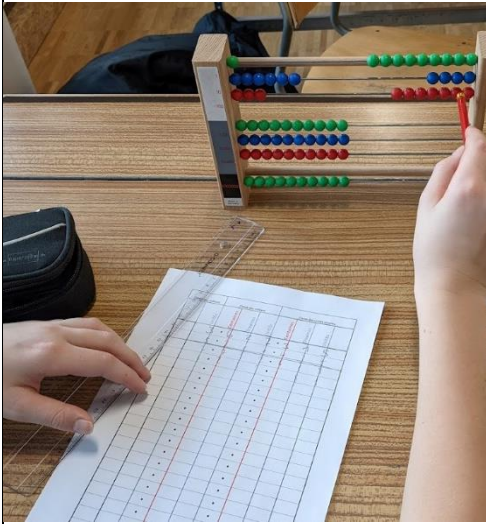

Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
		Deuxième leçon	La numération	<p>Elève 5 arrive bien – arrive aussi à se concentrer</p> <p>Le matériel n'aide pas Elève 3, il n'arrive pas à le manipuler calmement</p> <p>Sur la fiche Elève 3 commence à noter les unités, arrive seulement avec mon aide, je l'accompagne de prêt.</p> <p>Elève 8 arrive à faire le travail, mais se laisse perturber par Elève 3</p> <p>Elève 8 commence à noter les millions et se trompe dans ses nombres, car il oublie des zéros</p> <p>Elève 5 écrit les chiffres sans réfléchir d'après les couleurs, comme elle l'avait fait avec les fiches des points. Cela ne l'amène pas au bon résultat, surtout quand elle doit lire un nombre correctement</p>	 	



Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 6 Elève 1	2.12.21	Jeudi	Nombres pairs, impairs	<p>Au tableau d'après Montessori</p> <p>Elève 6 demande une feuille qui représente pair et impair, ce que je lui amène le lendemain</p> <p>Elève 6 arrive à bien comprendre et visualiser dans sa tête, mais n'arrive pas à se créer des images</p>		<p>Travail sur deux niveaux différents très importants</p> <p>Stabiliser les bases tout en offrant une difficulté adapté à leur âge</p>

Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 2				<p>Regarde une vidéo sur la division avec les timbres, mais ne comprend pas</p> <p>$3742 : 26$</p> <p>Comprend ratio 10 : 1</p> <p>Il ne comprend pas l'intérêt de l'exercice – il peut dire ce qu'il faut faire, mais n'arrive toutefois pas à l'expliquer à Elève 6 et Elève 1 qui s'y intéressent</p> <p>Participent – Elève 1 saute des étapes, veut faire trop vite et se trompe</p> <p>Elève 6 comprend bien l'exercice et la termine, bien que la leçon est déjà finie.</p>	 	
Elève 1 Elève 6						

Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes																																																																																																																																																																																																																	
					<div><div>Mathématiques</div><div>Date: 21/06/21</div><div>LA NUMÉRATION</div><div>Écris en chiffres dans le tableau :</div><table><thead><tr><th rowspan="2"></th><th colspan="3">Millions</th><th colspan="3">Mille</th><th colspan="3">Unités S.</th></tr><tr><th>c</th><th>d</th><th>u</th><th>c</th><th>d</th><th>u</th><th>c</th><th>d</th><th>u</th></tr></thead><tbody><tr><td>Nombres en lettres</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Deux cent dix</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>Deux mille six cent vingt et un</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td>6</td><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td>Douze mille</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Vingt mille deux cents</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>Trente-deux mille deux cent dix-huit</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>8</td></tr><tr><td>Soixante-six mille six cents</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>Huit cent mille</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Deux cent mille deux cents</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Un million</td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Dix millions</td><td></td><td>1</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Cent millions</td><td></td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Huit cent vingt-cinq millions</td><td></td><td>8</td><td>2</td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Quatre cents millions trois cent mille deux cents</td><td></td><td>4</td><td></td><td>3</td><td>0</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>Trois cents millions quatre mille trois</td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td>4</td><td>0</td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Deux cents millions trente mille quatre</td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td>3</td><td>0</td><td>4</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Deux millions deux cent mille</td><td></td><td>2</td><td></td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Neuf cents millions neuf cent mille neuf cents</td><td></td><td>9</td><td></td><td>9</td><td>0</td><td>0</td><td>9</td><td>0</td><td>9</td></tr><tr><td>Cent millions dix mille un</td><td></td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td></tr></tbody></table><div>Prénom: _____</div></div>		Millions			Mille			Unités S.			c	d	u	c	d	u	c	d	u	Nombres en lettres										Deux cent dix							2	1	0	Deux mille six cent vingt et un					2		6	2	1	Douze mille					1	2				Vingt mille deux cents					2	0	2	0	0	Trente-deux mille deux cent dix-huit					3	2	2	1	8	Soixante-six mille six cents					6	6	6	6	0	Huit cent mille					8	0				Deux cent mille deux cents										Un million		1								Dix millions		1	0							Cent millions		1	0	0						Huit cent vingt-cinq millions		8	2	5						Quatre cents millions trois cent mille deux cents		4		3	0	3	2	0	0	Trois cents millions quatre mille trois		3			4	0	3			Deux cents millions trente mille quatre		2			3	0	4			Deux millions deux cent mille		2		2	0	0				Neuf cents millions neuf cent mille neuf cents		9		9	0	0	9	0	9	Cent millions dix mille un		1	0	0		1	1			
	Millions			Mille			Unités S.																																																																																																																																																																																																																
	c	d	u	c	d	u	c	d	u																																																																																																																																																																																																														
Nombres en lettres																																																																																																																																																																																																																							
Deux cent dix							2	1	0																																																																																																																																																																																																														
Deux mille six cent vingt et un					2		6	2	1																																																																																																																																																																																																														
Douze mille					1	2																																																																																																																																																																																																																	
Vingt mille deux cents					2	0	2	0	0																																																																																																																																																																																																														
Trente-deux mille deux cent dix-huit					3	2	2	1	8																																																																																																																																																																																																														
Soixante-six mille six cents					6	6	6	6	0																																																																																																																																																																																																														
Huit cent mille					8	0																																																																																																																																																																																																																	
Deux cent mille deux cents																																																																																																																																																																																																																							
Un million		1																																																																																																																																																																																																																					
Dix millions		1	0																																																																																																																																																																																																																				
Cent millions		1	0	0																																																																																																																																																																																																																			
Huit cent vingt-cinq millions		8	2	5																																																																																																																																																																																																																			
Quatre cents millions trois cent mille deux cents		4		3	0	3	2	0	0																																																																																																																																																																																																														
Trois cents millions quatre mille trois		3			4	0	3																																																																																																																																																																																																																
Deux cents millions trente mille quatre		2			3	0	4																																																																																																																																																																																																																
Deux millions deux cent mille		2		2	0	0																																																																																																																																																																																																																	
Neuf cents millions neuf cent mille neuf cents		9		9	0	0	9	0	9																																																																																																																																																																																																														
Cent millions dix mille un		1	0	0		1	1																																																																																																																																																																																																																


Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 4	09.12.21	Jeudi	Additions simples sur feuille pour points	Utilise les feuilles autres que prévue Montre toujours des difficultés avec les étapes Travail de mémorisation et techniques d'addition		
Elève 7			Grand boulier, grandes additions	Elève 7 a besoin de verbaliser Il est insécure Utilise le boulier et la feuille à points pour noter ses calculs C'est difficile pour lui de lire un nombre		
Elève 1	09.12.21	Jeudi	Boulier	Difficultés avec les étapes Apprécie le mouvement et le moment A besoin d'être accompagné, ne continue pas seul Ne met pas le résultat pas écrit, aime additionner avec le boulier, plus facile Utilise plus sa tête, car fatigué		Garder les étapes Important d'expliquer à tous depuis le début qu'il faut suivre une étape après l'autre


Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 2			<p>Travail avec timbres</p> <p>142 : 9</p> <p>5579 : 41</p> <p>3264 : 16</p> <p>19008 :12</p> <p>315 : 35</p>	<p>Aucun souci, se rappelle qu'il doit mettre dix fois moins pour les dizaines – juste du premier coup</p> <p>Travaille avec cartes autocorrectives- dit qu'il aime bien pouvoir s'autocorriger</p> <p>Dit qu'il peut faire les divisions en colonnes à 2 chiffres sans problèmes</p>	 	



Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 8	14.12.21	Mardi	Additions en colonnes avec cubes dorés et cartes, lecture	Arrive bien à faire les additions en colonne La lecture est plus difficile Confond 300 et 30		Ils ont tous de la difficultés à se baisser. Il faut rehausser le matériel pour eux, sinon ils font tout tomber => pas anticipé
Elève 3				Difficulté avec la motricité, mais y arrive		

Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
			Boulier et puzzles Idem que Elève 8	<p>bien, quand je l'aide – il doit intercalé des puzzles et le travail avec Elève 8</p> <p>Besoin de mon aide pour avancer, concentration vient avec l'adulte à côté</p> <p>Elève 5 a des difficultés à lire les nombres et chiffres</p>		<p>Difficultés avec la motricité => pas anticipées</p> <p>Lectures des nombres et chiffres</p>


Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes	
Elève 5			Boulier additions	Doit faire les gestes pour comprendre et pouvoir verbaliser – à refaire Termine par un puzzle d'histoire			
		<div></div>					


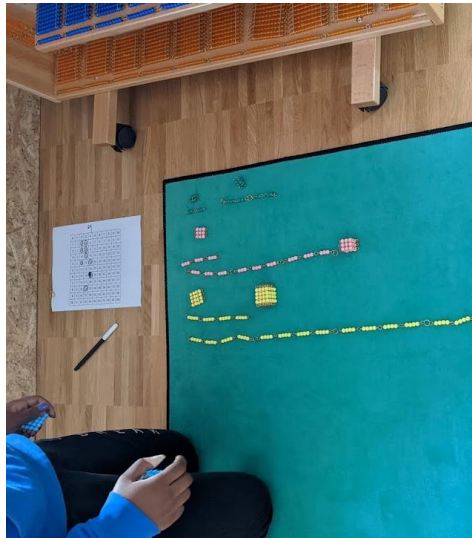
Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 6	16.12.21	Jeudi	Multiplications avec timbres	Difficile, se trompe dans les échanges Très calme et réfléchi		Échanges et retenue
Elève 7			Soustraction et additions avec cubes dorés	Se trompe dans les échanges dizaines et centaines Très nerveux		
Elève 4			Multiplication à 1 chiffre	Ne se souvient pas de la différence entre 100 et 1000, mais pose correctement quand il se concentre		

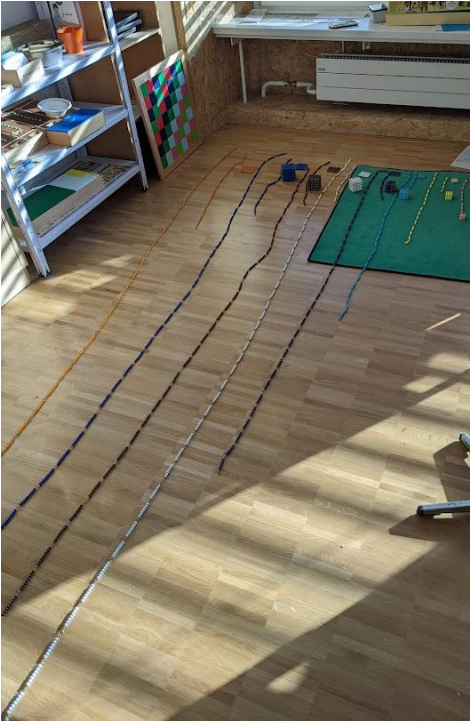

Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 6	16.12.21	Deuxième leçon	Multiplication avec timbre	Je me mets à côté. Elève 6 arrive mieux à se concentrer et à faire les échanges		Stade de fatigue important
Elève 1		20 minutes de retard les deux - piscine	Addition et multiplication avec cubes dorés	Manque de concentration, le dit, a faim après le sport, je lui donne des biscuits, n'arrive pas à se concentrer		
Elève 2			Division à deux chiffres avec matériel timbre	Idem, ne se rappelle pas qu'il doit échanger les 100 et 10zaines		

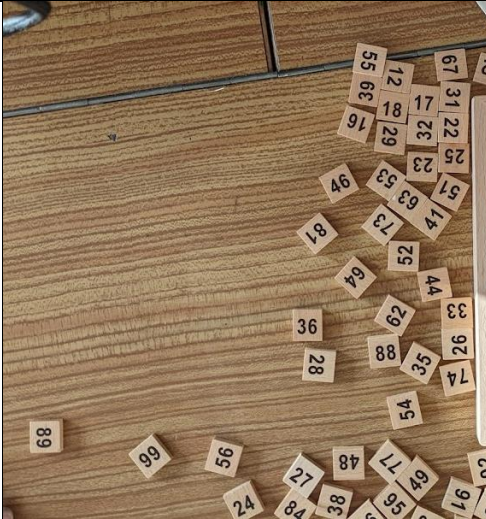
Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
						
Cours normal	17.12.21	Vendredi 8 :20 mathématiques	Travail à choix	Elève 6 et Elève 4 sortent le matériel Montessori et commencent à faire des opérations de base seuls ! Ils sont complètement concentrés parmi les autres et arrivent au bon résultat.		L'intégration du matériel au cours passe par les élèves précurseurs qui l'ont appris en petits groupes ou seul


Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 4	17.12.21	Vendredi	Division avec timbres à 1, 2 et 3 chiffres	Difficultés à faire l'abstraction et de suivre l'ordre nécessaire Comprend très bien ce qu'il faut faire, mais peine à le répéter – refaire les même gestes, fatigue aussi à la longue À trois chiffres, il y a un zéro. Il oublie, qu'il doit diviser par 100. très content, car il y a 6 semaines, il n'osait pas encore peindre ou dessiner		Intégration / mémorisation par le matériel plus rapide que par l'écrit – mettre un accent là- dessus et repousser l'abstrait
Elève 7			Finis à peindre les volcans,	fait plusieurs cartes de tête, sort le matériel ensuite, car il dit que sa tête explose		
			Cubes dorés	devient plus autonome dans son travail, mais interrompe quand il fatigue- fait une pause, déconne, n'arrive plus à trouver un rythme		
			Soustraction			
			Multiplication			
				essaie de monter le carré des perles n'y arrive pas et pique une crise. Il jette tout partout et ramasse ensuite en s'excusant		
				n'arrive pas encore à lire les nombres correctement		
			Carrés des perles			


Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
						
Elève 5	11.01.22	Mardi	Multiples, perles	<p>Elève 5 les pose et voit les multiples. Elle continue par contre sans savoir ce qu'elle fait. Elle est fascinée par la longueur des chaînes de perles.</p> <p>Commence à comprendre qu'il y a une certaine répétition dans les multiples et que cela pourrait avoir une influence sur les calculs, elle n'arrive pas à le noter.</p>		

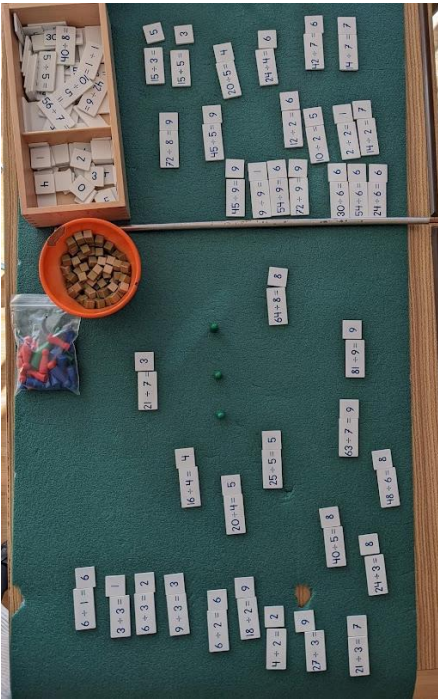
Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
						
Elève 8	11.01.22	Mardi	Timbres division	<p>N'arrive pas à se concentrer et se trompe dans la pose des timbres</p> <p>Il arrive par contre sur papier à la suite</p>		



Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
					<div></div>	


Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 3	11.01.22	Mardi	Tableau des cents Damier Jeu des points	<p>Difficile avec photo</p> <p>Arrive assez bien, mais se trompe avec la pose.</p> <p>Difficultés avec la concentration, marque n'importe comment, n'arrive pas à remplir les cases de droite à gauche, en saute, laisse des trous</p>		


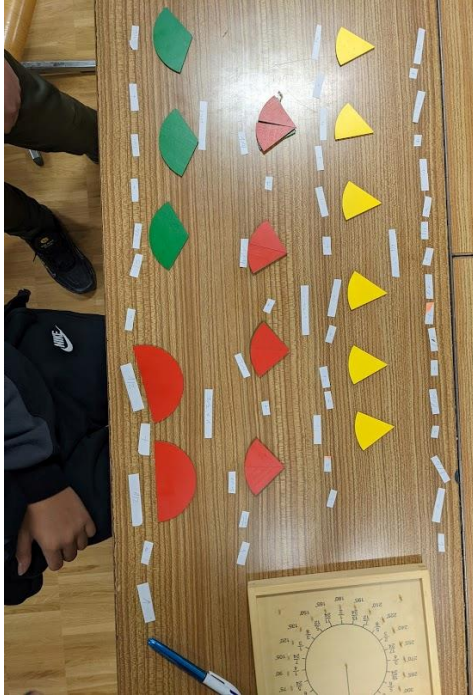
Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
						
/	13.01.22	Jeudi		Moi en quarantaine		
Elève 4	14.01.22	Vendredi	Division simple et étagère à perles	Elève 4 a de la peine à poser correctement la même chose à chaque personnage.		

Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
				<p>Après il change et il passe au multiple. Il a de la peine à comprendre les multiples.</p> <p>Elève 4 n'arrive pas à faire les choses par étapes.</p> <p>Comprend que $4 \times 4 = 16$, mais un cube de 4×16 est toujours 16 pour lui. Cela lui semble logique.</p> <p>Après il travaille avec Elève 7.</p>		
Elève 7	14.01.22	Vendredi	<p>Division simple avec matériel</p> <p>Étagère à perles</p>	<p>Elève 7 ne comprend pas au début. Il pose le matériel n'importe comment. Quand il le pose juste, il dit : maîtresse, je crois que j'ai compris. Je fais simplement les multiplications et c'est bon.</p> <p>A compris que le matériel rend les choses palpable. Il l'explique à Elève 4. Quand Elève 7 a compris, il fait les divisions facilement. Il a de la peine à faire les choses dans l'ordre. Un thème récurant en soutien.</p> <p>Demande ce que cela fait si ce n'est pas divisible – demande la compréhension des décimaux. Nous travaillons d'abord avec l'idée d'une pomme à couper en deux, quatre, trois. Il lui manque le</p>		

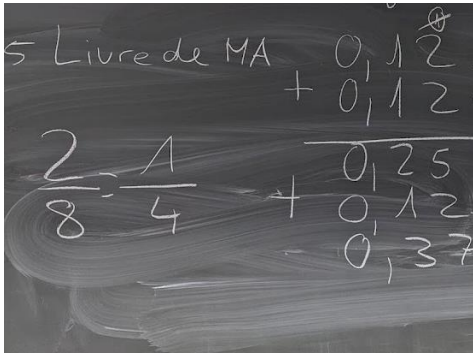

Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
				<p>vocabulaire, mais il comprend. Nous passons au tableau et je lui montre les virgules. Il comprend vite, mais ne le retient pas encore.</p> <p>Elève 7 comprend très vite les multiples et les puissances. Il l'explique à Elève 4 qui ne suit pas forcément. Ensemble, ils arrivent jusqu'à six. Ils posent la chaîne et ils comptent les perles jusqu'à 64. Après, ils regardent le cube de 64. Je leur montre au tableau qu'ils ont fait</p> $6 \times 6 \times 6 = 216 \text{ ou } 6^3$		

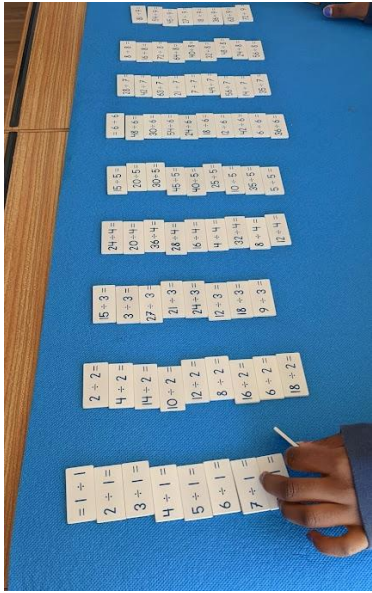
Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 5	18.01.22	Mardi	Multiple et puissances – étagères des grandes perles	Elève 5 comprend bien et pose les perles. Elle voit les multiples et les puissances. Elle est très motivée à le faire, mais non à le noter		
Elève 8	18.01.22	Mardi	Multiple et puissances – étagères des grandes perles	Elève 8 n'est pas motivé de travailler avec le matériel, car il faut se baisser. Il n'arrive pas à se concentrer, seulement quand je les menace avec le directeur, il y parvient. Il n'aime pas la consolidation au tableau, veut retourner vers les perles.		

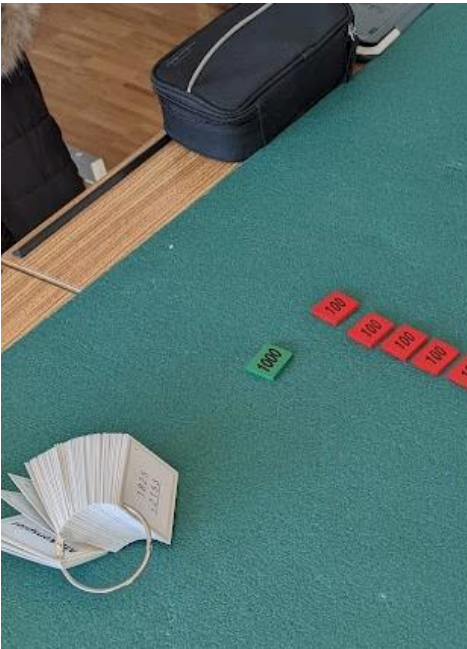
Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 3	18.01.22	Mardi	Multiple et puissances – étagères des grandes perles	Elève 3 a de la peine à contrôler ses émotions. Il se couche par terre, se lève, n'arrive pas à se concentrer. Toutefois, il suit le travail et est capable de me dicter les puissances et les multiples sur une feuille à la fin de la deuxième leçon de 1 - 9		
Elève 7	20.01.22	Jeudi	Nombres décimaux avec tableau	Difficultés à se rappeler des emplacements et des noms, échange facilement et manipule le matériel avec aisance		
Elève 4	20.01.22	Jeudi	Nombres décimaux avec tableau	Difficultés de rappeler des emplacements et des noms, ainsi que des échanges, il se trompe et doit recommencer		
Elève 6	20.01.22	malade				


Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 1	20.01.22	jeudi	Nombres décimaux avec tableau	<p>Ensemble, ils comprennent plus vite que Elève 7 et Elève 4. Brian tire Elève 1 en avant.</p> <p>Elève 1 a de la peine à se rappeler des noms et des emplacements, il arrive par contre à faire les échanges sans soucis</p>		
Elève 2	20.01.22	Jeudi	Nombres décimaux avec tableau	Il y arrive facilement.		
Elève 7	21.01.22	Vendredi	Fraction avec cercle de fraction calculatrice	<p>Elève 7 ne va pas bien. Il est complètement ailleurs, il sort plusieurs fois de la salle et il ne suit pas. Finalement, il arrive à se concentrer un peu. Il note également et comprend à une vitesse hallucinante comment fonctionne les fractions. Il trouve également des équivalences comme $\frac{1}{6}$ plus $\frac{1}{3} = \frac{1}{2}$ etc.</p> <p>Il n'arrive pas à suivre le calcul au tableau, quand Elève 4 le fait.</p>		

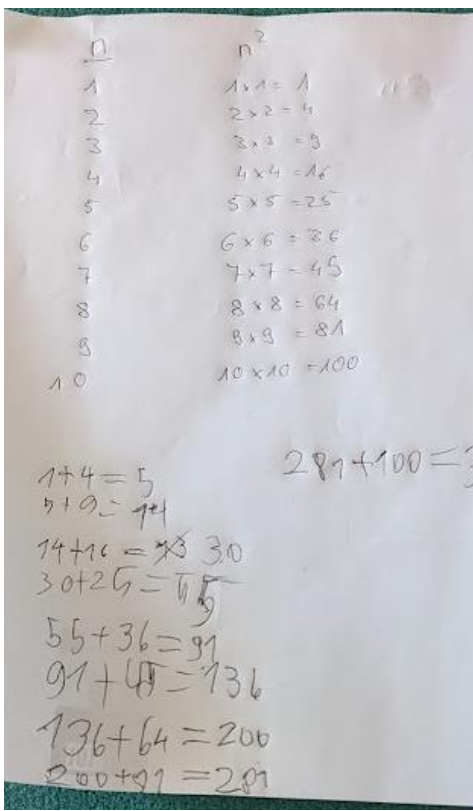
Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 7	21.01.22	Vendredi	Jeu domino fraction	<p>Lors du jeu, c'est lui qui doit expliquer les fractions à Elève 4. Il sait tout poser correctement. Mais il aurait eu envie de faire les perles multiples/diviseur.</p> <p>Le jeu se tire et dure carrément une leçon.</p>		
Elève 4	21.01.22	Vendredi	Fraction avec cercle de fraction calculatrice	<p>Elève 4 suit depuis le début. Il est très intéressé. Il s'intéresse et comprend vite que $2 \text{ demi} = 1$ $\frac{3}{3} = 1$ etc. après nous regardons ceux qui sont égaux – $2 \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$ etc. Elève 4 note tout et comprend bien.</p>		
Elève 4	21.01.22	Vendredi	Jeu domino fraction	<p>Ensuite, nous faisons le calcul avec la calculatrice et donc avec les décimaux. Nous reprenons les emplacements et les noms.</p> <p>Elève 4 suit bien. Finalement, il additionne $\frac{1}{8}$ au tableau en décimaux – il y arrive très bien, même $5 \times \frac{1}{8}$ donc $5 \times 0,125$ il calcule juste de tête.</p>		

Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
				Le jeu après semble être trop dur. Il est épuisé, ne sait plus dire les noms des fractions et ne sait plus du tout différencier $\frac{2}{4}$, $\frac{3}{4}$ etc. – c'est comme tout a été oublié.		
Elève 8	25.01.22	Mardi	<p>Multiplication à 3 chiffres</p> <p>7812 x 275</p> <p>1358 x 721</p> <p>Vérifie avec calculatrice</p>	<p>Arrive bien à manipuler l'échiquier, doit demander une fois au début car il a oublié comment on déplace les perles en diagonale. Après il travaille indépendamment. Par contre il se perd dans les petits calculs de multiplication. Parfois, il part pour faire autre chose. Il perd le fil et doit recommencer.</p> <p>Fait les calculs ensuite sur papier en colonne. Arrive bien quand il a déjà fait un calcul de tête avant. Utilise par moment le tableau des multiple et diviseurs (jusqu'à 144).</p> <p>Voulait le faire. Retour au dénombrement important pour lui. Avait déjà demandé plusieurs fois.</p> <p>Arrive bien à manipuler le matériel. Il faut juste lui rappeler la terminologie.</p>		


Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
			<p>Tableau des 100</p> <p>Poser des décimaux avec le matériel.</p> <p>Addition de $0,71 + 0,71$</p>	<p>En général peu concentré. Avait envie de faire des bêtises avec Elève 3. Je lui ai mis une remarque.</p>		
Elève 5	25.01.22	Mardi	<p>Division jusqu'à 81 avec matériel et cubes dorés</p>	<p>Elève 5 a de la peine à faire les calculs de base. Au début, elle voulait poser des multiplications.</p> <p>Ensuite, elle n'arrive pas forcément à concevoir que $4 : 4 = 1$. Pour elle c'est 4. Seulement avec le matériel, elle s'est rendu compte de ce genre d'erreur.</p> <p>Elle a passé deux heures avec ce travail.</p>		

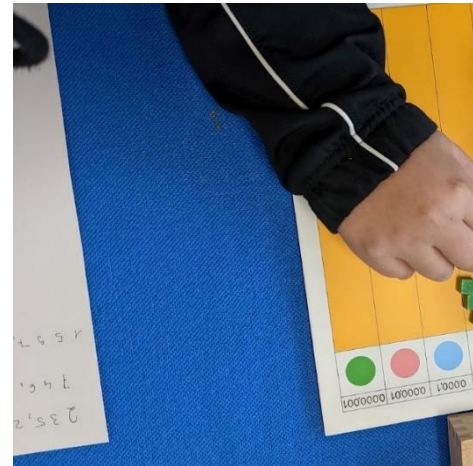

Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 3	25.01.22	Mardi	<p>additions et soustractions avec les timbres</p> <p>d'abord sans échange</p> <p>après avec échange</p> <p>fait un puzzle</p>	<p>Arrive de mauvais humeur. Dit que sa mère l'a embêté à midi. Qu'il en avait assez. Qu'il ne voulait pas venir à l'école. Que cela suffisait pour lui.</p> <p>Il a besoin que je sois à côté pour qu'il réussisse.</p> <p>Il arrive à bien poser le matériel et à se concentrer en ma présence directe.</p> <p>Il est content du résultat, mais continue à râler.</p> <p>N'y arrive pas, sauf quand je le fais avec lui.</p> <p>Il insulte Elève 5. Pour finir, je dois aussi lui mettre une remarque.</p>		

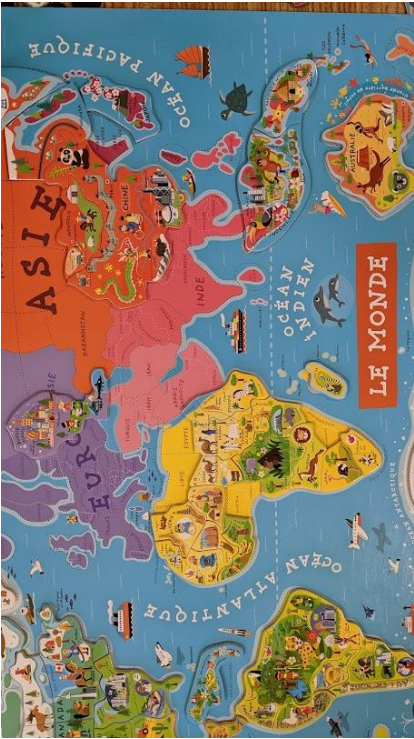
Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 6	27.01.20 22	Jeudi	Puissance 3 avec matériel Puissance avec perles	<p>Elève 6 arrive bien, il comprend rapidement, note et continue.</p> <p>Il le montre même à Marie Corboz.</p> <p>Il comprend que les perles sont les mêmes puissances en les posant. Aime ce travail, mais fatigue après une leçon.</p>		

Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 4 Elève 7	27.01.20 22	Jeudi	Matériel des petites perles au carré	<p>Ils ont monté la pyramide des perles et noté à côté $n =$ un chiffre et n carré = un chiffre.</p> <p>Elève 7 et Elève 4 travaillent ensemble. Elève 7 comprend vite ce qui est une puissance, mais Elève 4 a de la difficulté à s'imaginer combien il y a de perles dans un cube même s'il voit la chaîne des perles</p>		
Elève 2	27.01.20 22	Jeudi	Reprend n et n^2 etc	Reprend les aires, apprend vite		
Elève 1	27.01.20 22	Jeudi				
Elève 4	28.01.20 22	Vendredi	Multiples, plus petit dénominateur commun	Elève 4 ne comprend pas où il doit poser les traits et qu'il doit diviser par le plus petit chiffre d'abord. Il répond à tort et à travers. À refaire.	<p>Avec vidéo</p> <p>https://photos.app.goo.gl/UqSCiVyad5KRcX2q7</p>	

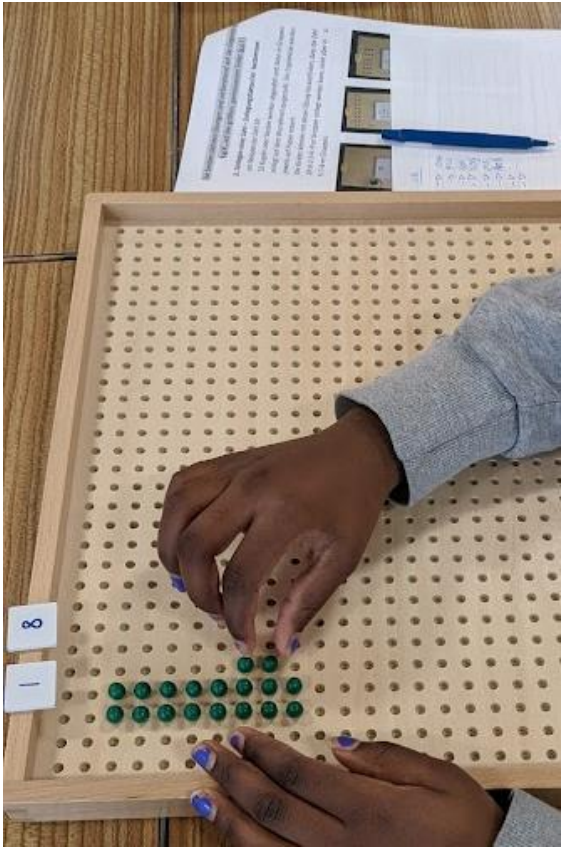

Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 7	28.01.2022	Vendredi	Multiples et plus petit dénominateur commun	<p>Difficultés à poser les pions, car dyspraxie.</p> <p>Comprend au fur et à mesure ce qui est demandé, comprend par l'expérience et l'explique à Elève 4</p> 	https://photos.app.goo.gl/A3VEdBapph21WXhk9 	
En soutien	31.01.2022	Lundi	Puissance et n et n^2	<p>Les élèves se rappellent la lettre n vue dans les cours pendant l'après-midi et font le rapprochement. Seule élève 9 ne l'a pas vu et ne comprend pas aussi facilement. Elève 8 explique aux élèves comment ils doivent procéder et est capable d'expliquer les deux matériels qui sont sur la table en même temps.</p>		


Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
Elève 8	01.02.2022	Mardi	N et n carré avec perles jusqu'à 10 Calculer le nombre de billes dans la pyramide	<p>Elève 8 ne se rappelle pas du tout au début. Ensuite, il se souvient de ce que nous avons déjà fait lors des cours en commun. Il conçoit la différence de n et la valeur de n</p> <p>Note bien et juste</p> <p>Ne veut pas calculer combien de billes il y a dans la pyramide, y parvient assez facilement à la fin et contrôle avec la calculatrice</p>	<p>https://photos.app.goo.gl/171Ztt9zT5ad48F2A</p> 	

Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
			<p>Multiplication des décimaux avec matériel</p> <p>$235,273 \times 3 =$</p> <p>$746,812 \times 5 =$</p> <p>$1597,3121 \times 7 =$</p>	<p>Elève 8 trouve trop facile. Il ne veut pas le faire. Alors, je lui demande ce qu'il veut faire. Rien, juste s'occuper. Je lui réponds que nous ne sommes pas une crèche, rire de tous. Je lui mets des calculs. Il fait le premier juste, mais oublie les dizaines, l'échange lors du deuxième calcul. Je le refais donc avec lui en faisant attention qu'il pose les cubes correctement.</p> <p>Nous faisons pareil pour le troisième calcul.</p> <p>Lors du premier calcul Elève 8 est tellement absorbé qu'il ne fait plus attention à Elève 3 et ce qu'il dit. Il est dans un genre de flow.</p>		
Elève 3	01.02.2022	Mardi	N et n carré avec perles jusqu'à 10	<p>Elève 3 ne se rappelle pas, mais ne dit rien. Il ne comprend pas ce qu'il fait mais fait ce qu'il est demandé de faire. Néanmoins, il ne comprend ni les carrés, ni le nombre n.</p> <p>Par contre, il comprend directement comment il faut faire pour trouver le nombre de perles dans la pyramide. Il additionne tous les produits de leurs multiplications sans hésiter.</p> <p>Problèmes avec la psychomotricité</p> <p>Il a de la peine à se concentrer</p> <p>Parle beaucoup</p>		

Nom	Date	Jour	Activités	Observations	Photos	Thèmes
			Après il fait le puzzle du monde	<p>Le travail l'a complètement fatigué. Il est content de pouvoir passer à autre chose. Il se met à faire un puzzle auto-correcteur des pays et continent au monde.</p> <p>Il fini le puzzle seul pour la première fois</p> <p>Il contemple son travail. Il est content. Il réalise que la Suisse est à côté de l'Autriche. Il fait également des commentaires sur d'autres pays et continents.</p> <p>Après, il dessine au tableau.</p>		

Elève 5	01.02.20 22	Mardi	<p>Fait d'abord le puzzle du monde</p> <p>Décomposer 18 et 20 en des plus petits facteurs communs / dénominateurs communs</p>	<p>Environ 20 minutes pendant que je travaille avec Elève 8 et Elève 3. Quand eux ils sont bien installés,</p> <p>Elève 5 apprend à décomposer des chiffres/nombres.</p> <p>Elle comprend facilement, mais elle embête encore les garçons. Elle n'est donc pas à 100% concentrée.</p>	<p>https://photos.app.goo.gl/F5cnUcR8E</p> <p>WmBusLV7</p>  
------------	----------------	-------	---	---	--

					 https://photos.app.goo.gl/2FC6PoDDLAiELcU9	
04.02.2022	Elève 7	Vendredi	Plus petit dénominateur commun	<p>Ils ont beaucoup rigolé. Et Elève 7 a trouvé lui-même, de tête, que le plus petit dénominateur commun entre 8 et 12 est 24.</p> <p>Le concept était déjà acquis.</p> <p>Elève 7 disait « avant je détestais venir les vendredi après-midi, mais maintenant j'adore. C'est trop cool en fait, j'apprends »</p>	https://photos.app.goo.gl/Crdq9HUqkSqKcyD76	

	Elève 4	Vendredi	Plus petit dénominateur commun	<p>Elève 4 a plutôt suivi, mais semble avoir compris de quoi il s'agit.</p> <p>Il commence à jouer avec les chiffres et les nombres.</p> <p>Il verbalise le concept et avance en parlant.</p>		
Elève 5	08.02.2022	Mardi	Fractions et décimaux et équivalence	<p>Elève 5 apprend en faisant. Elle se rend compte en manipulant le matériel et elle est capable de noter les fraction et les nombres décimaux correspondants.</p> <p>À la fin, Elève 5 a pu me dicter des équivalence à 1 ou à un $\frac{1}{2}$ que j'ai noté au tableau.</p>		
Elève 8				<p>Elève 8 arrive à faire le même travail en le regardant en essayant d'estimer ce que peut faire $\frac{1}{2}$.</p> <p>Il a trouvé que $2 \frac{1}{4}$ font $1 \frac{1}{2}$, etc.</p>		

Elève
3

Après, il a pu me dire ce que cela faisait en décimaux. Il me les a également dicté au tableau.




Elève 5 a seulement suivi.



Elève 3 n'arrivait pas du tout à suivre. Il était complètement perdu. Il faisait des plus et les plaçait entre les billets. Toutefois, il observait et il écoutait ce que les autres faisaient. Il aurait besoin de plus de temps, ce que je ferai avec lui au fur et à mesure.


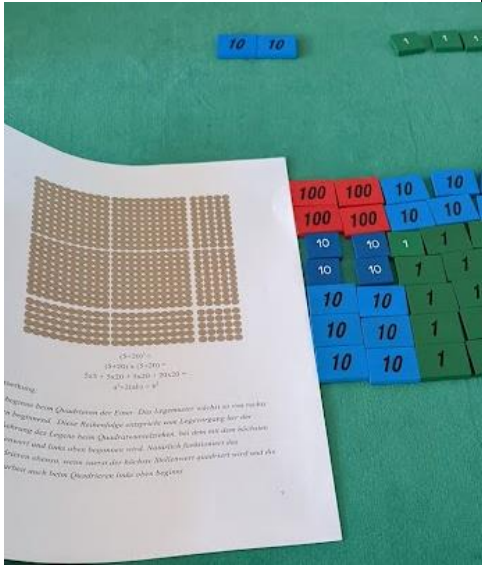
En général, cet après-midi, Elève 8 et Elève 3 étaient intenables, tant dis que Elève 5 arrivait à se concentrer parfaitement, malgré les remarques des deux autres élèves.

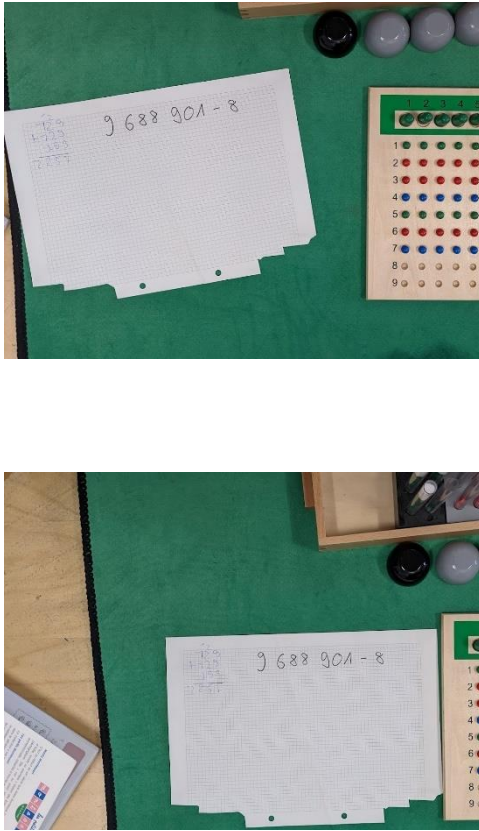


$$\begin{array}{l} 1/2 = 3/6 \\ 4/8 = 1/2 \\ 10/125 \\ 20/125 \\ 30/125 \\ 40/125 \\ 0,500 \end{array} \quad \begin{array}{l} 1 = 10/10 \\ 5/10 = 0,5 \\ 1/2 \end{array}$$

Elève 5	10.02.20 22	Jeudi	$a^2 + b^2 = c^2$ cubes dorés et matériel des cubes de la puissance 3	<p>Elève 5 construit la formule avec des cubes dorés et avec le schéma de 3, Elle ne comprend pas ce qu'elle fait jusqu'à ce qu'elle arrive à la fin et elle peut voir le résultat. Après elle le documente avec ses propres mots.</p> 	 
------------	----------------	-------	---	---	---

Elève 1 et Elève 2	10.02.20 22	Jeudi	$a^2 + b^2 = c^2$ cubes dorés	<p>Elève 2 ne comprend pas pourquoi il doit faire cet exercice.</p> <p>Elève 1 voit très vite ce qu'il faut faire. Il est content et il pose les cubes juste.</p> <p>Elève 2 comprend par la suite ce qu'il faut faire et dit tout le long, ah, oui, ben ou, je ne l'avais pas vu.</p> <p>Après, il peut l'expliquer sans problème.</p>	 	

Elève 7, Elève 4	11.02.20 22	vendredi	$a^2 + b^2 = c^2$ cubes dorés et matériel des cubes de la puissance 3 matériel des timbres	<p>C'est un exercice difficile pour Elève 7, car sa motricité fine n'est pas encore bien développée.</p> <p>Elève 4 a moins de difficultés, car il arrive facilement à poser les cubes. Il comprend par contre plus lentement que Elève 7, qui lui explique plusieurs fois comment cela fonctionne.</p> <p>Avec la feuille à côté, ils arrivent bien à voir le lien avec le côté abstrait. Le côté abstrait sera seulement introduit plus tard.</p>		

Elève 7, Elève 4	11.02.20 22	Vendredi	Grande division	<p>Les élèves se sont souhaités de faire la grande division.</p> <p>Encore une chose compliquée pour Elève 7 au niveau de la motricité, mais facile au niveau intellectuel.</p> <p>Pour Elève 4, c'est exactement le contraire</p>		
					https://photos.app.goo.gl/kkPKYKzDfEXE1ZWQA	

G. ANNEXE 7 : LE MATÉRIEL MONTESSORI SÉLECTIONNÉ

Le matériel a été sélectionné suite aux pré-tests, qui ont permis de définir les lacunes existantes des élèves. Il est présenté ici afin de faire le lien entre la visée du cours et du PER et le matériel Montessori sélectionné pour essayer de palier à ces difficultés. Les descriptions permettent de s'orienter par rapport aux matériels proposés et de donner une idée de la démarche.

Une description plus détaillée de l'application exacte dépasserait le cadre de ce document. Les photos sont issues du travail des élèves pendant l'étude.

	Thème	Ecriture d'un nombre	Nombre pairs et impairs	Additions	Soustractions	Multiplications	Divisions	Vocabulaire dur les termes de la division	Les multiples (2ème palier)	Critères de divisibilité	Comparer les nombres décimaux	Nombres décimaux : additions et soustractions	Produits sous forme de puissances
	Niveau	facile	facile	moyen	moyen	moyen	difficile	difficile		moyen	moyen	difficile	moyen
Matériel													
Cubes dorées													
Les symboles													
Des fiches de travail													
Les jetons													
Les jeu des points													
Les timbres													
Le grand boulier													
Le boulier													
La planche de multiplication													
Le damier													
La planche de division													
Les éprouvettes													
Les pancartes de division													
L'étagère de perles													
Le pyramides des perles													
Le plateau de la racine carré													
Les cercles partagés													
Le tableau des fractions décimales													
Les cartes de travail													
Les cubes de puissances 3													

Tableau 19 - Matériels et domaines d'applications

Difficulté : facile

(1) *Les cubes dorés*

Objectif(s) : Reconnaître et construire un chiffre ou un nombre du système décimal.

On pose un chiffre ou un nombre et on dit à l'élève combien c'est.

Dans un deuxième temps on demande combien c'est.

Dans un troisième temps, on demande à l'élève de poser un nombre et de dire combien c'est.



Difficulté : facile

(2) *Les symboles*

Objectif(s) : Comprendre les différents symboles qui constitue le système décimal, en insistant sur le zéro.

Les symboles du système décimale, cartes de 0 à 10 000

On explique bien les symboles, on compte les zéros.

Dans un premier temps, on pose des petits chiffres et nombres avec les cubes dorés et le symbole correspondant en dessous.

Pour fasciner les élèves, il convient de rapidement prendre des grands nombres, permettant de bien travailler la signification du zéro.

Par la suite, l'élève pose lui-même un nombre avec les cubes et pose les cartes correspondantes en dessous. Il lit le nombre.



ECRITURE D'UN NOMBRE

Difficulté : facile

(3) Travail sur fiches

Objectif(s) : À force de répétition, l'élève arrive à expliquer les emplacements.

Un prochain pas est alors de passer à l'abstraction sur une fiche.

Mathématiques Date: 3.12.21

LA NUMÉRATION

Écris en chiffres dans le tableau :

Nombres en lettres	Millions			Mille			Unités S.			
	c	d	u	c	d	u	c	d	u	
Deux cent dix								2	1	0
Deux mille six cent vingt et un					2		6	2	1	
Douze mille					1	2				
Vingt mille deux cents					2	0	2	0	0	
Trente-deux mille deux cent dix-huit					3	2	2	1	8	
Soixante-six mille six cents					6	6	6	0	0	
Huit cent mille					8	0	0			
Deux cent mille deux cents										
Un million		1								
Dix millions		1	0							
Cent millions		1	0	0						
Huit cent vingt-cinq millions		8	2	5						
Quatre cents millions trois cent mille deux cents		4			3	3	2	0	0	
Trois cents millions trente mille trois		3			3	3	3			
Deux cents millions trente mille quatre			2		3	4				
Deux millions deux cent mille			2	2	0	0				
Neuf cents millions neuf cent mille neuf cents			9	9	0	0	9	0	0	
Cent millions dix mille six		1	0	0	1	1				

Prénom: _____

G 02. NOMBRES PAIRS ET IMPAIRS

Difficulté : facile

(4) *Les jetons (et fiches)*

Objectif(s) : Savoir distinguer d'un coup d'œil un chiffre pair et impair, imprégné par le touché et la verbalisation.

Aussi : Classification des nombres pairs et impairs

Le matériel est composé de 55 jetons identiques et de dix cartes de 1 à 10.

Les jetons sont posés sous les cartes d'une façon qu'il y a toujours un jeton seul ou des jetons en pairs.

On compte : un et pose un jeton. On compte : deux et pose deux jetons. On compte : trois et on pose un jeton à côté de l'autre et le troisième en dessous. Ayant posé les dix cartes, on dispose les jetons en dessous. L'élève voit donc à chaque fois quels nombre est pair ou impair.

En ajoutant un petit jeu, en passant avec les doigts par les lignes, l'élève sent vite où il tombe sur un obstacle. Il nomme le nom de ce chiffre. On demande ensuite le nom des nombres pairs et on inverse après.

Dans un temps ultérieur, on peut enlever les jetons et laisser les cartes. On retourne par exemple les cartes paires. L'élève constate qu'il reste que des impairs. On lui demande de nommer un chiffre pair et de le retourner. Après plusieurs tours, on inverse le jeu.

À la fin les élèves les ont écrits au tableau et sur des tableaux blancs.

Sur fiches, les élèves peuvent avoir des nombres et ils dessinent les jetons en dessous ou inversement, ils voient des jetons et doivent marquer si le nombre est pair ou impair.



G 03. OPÉRATIONS DE BASE : ADDITIONS

Difficulté : moyen

(5) *Les cubes dorés*

Objectif(s) : Compréhension de la structure du système décimal en effectuant les opérations de base, ici les additions statiques et dynamiques.

La hiérarchie entre les nombres.

Préparation lointaine aux puissances.

Mémorisation de la séquence des nombres.

Compréhension de la séquence des symboles.

Favoriser le développement de l'esprit logique et mathématique.

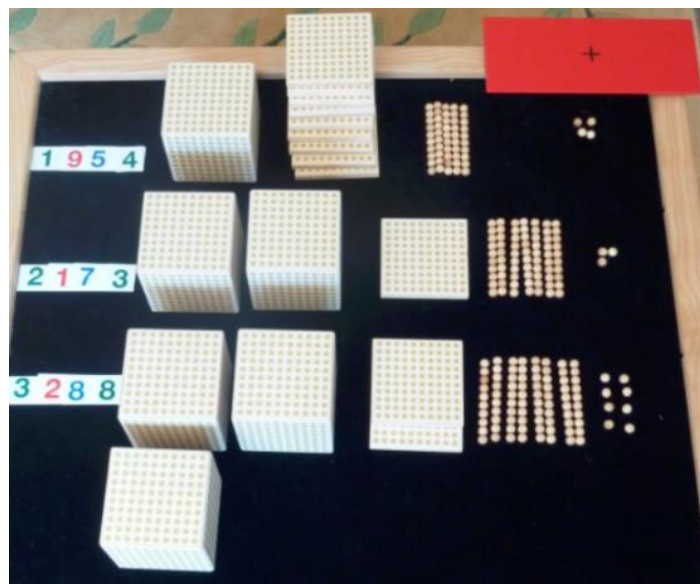
Les élèves préparent un nombre avec le matériel et l'amènent. Ils amènent également les symboles correspondants.

Ensuite, ils amènent un autre nombre avec les cubes et les symboles.

Dans un premier temps, les élèves ne dépassent pas la dizaine. Ils ne doivent donc pas échanger de matériel (addition statique).

Quand ces opérations sont familières, ils passent à l'addition dynamique, donc avec échange de la dizaine. Le processus est le même, mais un échange doit avoir lieu. Celui-là doit être bien entrainer. Ils voient qu'ils dépassent la dizaine et ils doivent donc d'abord compter dix dans leur main ou un petit pot, avant de pouvoir les échanger contre une dizaine, centaines, etc.

Ce processus est très important et peut prendre considérablement de temps.



Difficulté : moyen

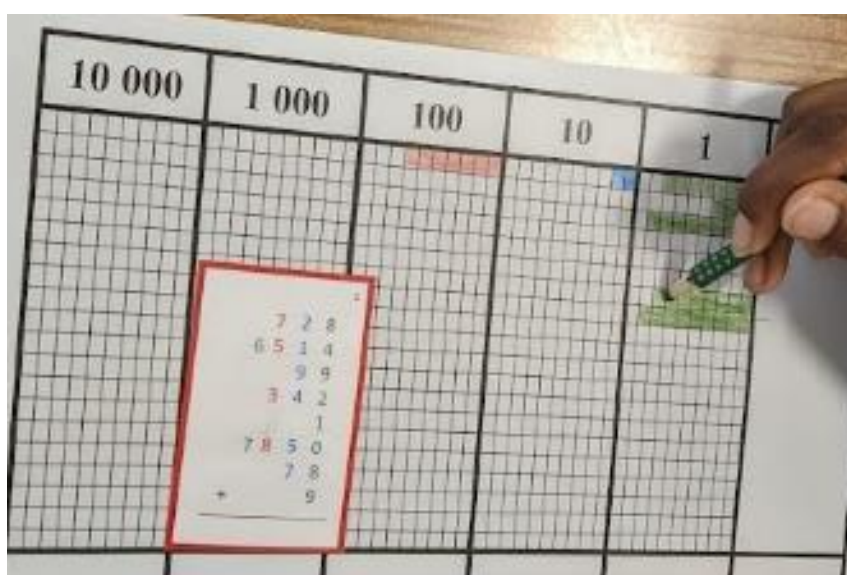
(6) Le jeu des points

Objectif(s) : Compréhension du système de la valeur positionnelle ; Reconnaître et pratiquer le principe du regroupement des unités de dix à une valeur supérieure.

Les élèves reçoivent une feuille imprimée avec des colonnes de 1 à 10 000. Ils ont également des cartes d'additions à disposition.

Ils remplissent d'abord les unités du premier nombre en comptant jusqu'à 10 au maximum. Ensuite ils enchaînent sur la prochaine ligne. Ils procèdent ainsi pour tous les nombres. À la fin, ils comptent les cases remplies et notent le résultat en bas de la case.

Dans un deuxième temps, ils transposent les retenues dans la case suivante. Par exemple, s'ils trouvent 16, ils marquent d'abord 16. Ensuite, en dessous, ils marquent 6 et ils mettent un point dans la dizaine. Lors de la suite de leurs calculs, ils l'intégrer dans le comptage. Au fur et à mesure, ils automatisent l'application des retenues et ils font directement le pas de marquer 6 et une unité dans les dizaines comme retenue.



Difficulté : moyen

(7) *Les timbres*

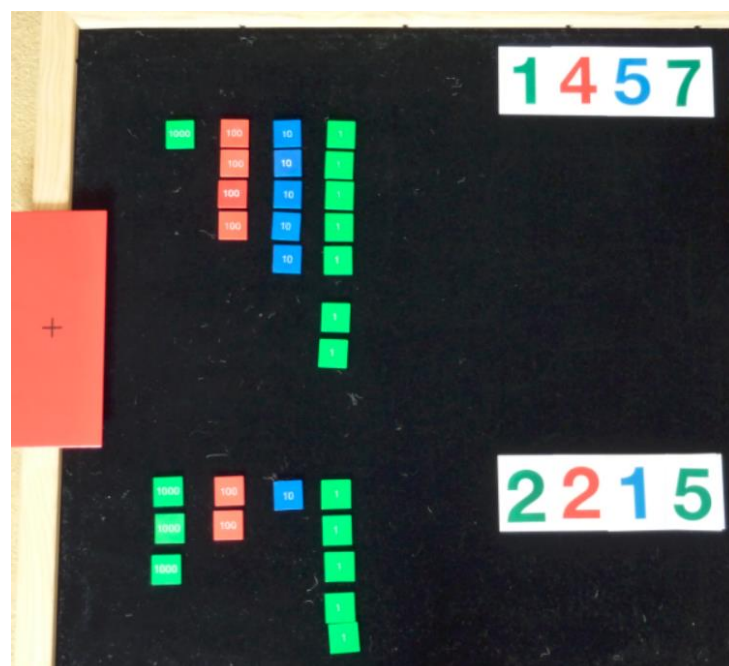
Objectif(s) : Approfondir la compréhension du système décimal et un niveau élevé d'abstraction par rapport aux cubes dorés.

Les timbres ont des chiffres et ne se distinguent plus que par les couleurs Montessori.

L'addition avec les timbres suit la même idée que l'addition avec les cubes dorés. Toutefois, il n'y a plus de quantités concrètes. Les quantités ont été remplacées par des jetons de couleurs (Couleurs standardisées en Montessori : vert pour les unités, bleu pour les dizaines, rouge pour les centaines) et un chiffre sur les jetons (1, 10, 100, 1000).

Le processus reste pareil. Les élèves mettent d'abord les unités ensemble et échange si nécessaire. Ils font pareil pour la suite. Si un élève est déjà bien avancé ou il se perd dans les chiffres (retenues) dont il doit se rappeler, il peut être utile de le faire travailler sur une fiche structurée en parallèle.

La somme est finalement posée avec les cartes symboles.



Difficulté : moyen

(8) *Le grand boulier et feuilles structurées*

Objectif(s) : Passer à une représentation plus abstraite des nombres

Décomptage décimal ;

Calcul mental ;

Pratiquer les transitions des valeurs de la position d'un chiffre ;

Compter et noter les valeurs de la position d'un chiffre ;

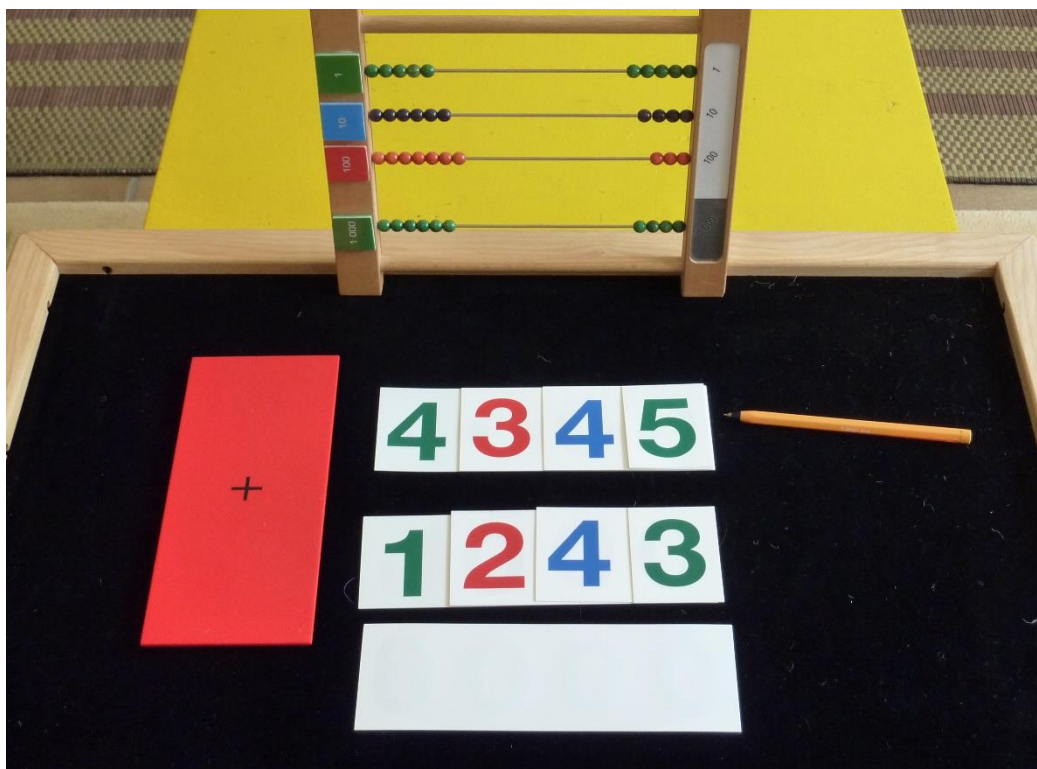
Les quatre opérations de base ;

Préparer aux méthodes d'addition et de soustraction à l'écrit

De nouveau, le travail avec le grand boulier peut être statique, sans échanges, ou dynamique, avec échange de la dizaine, centaine, etc.

En première étape, le travail est statique. Cela demande uniquement de bouger les perles de gauche à droite, en suivant le code couleur. À gauche du boulier, sont écrits unités, dizaines, centaines, milliers, dizaine de milliers, centaine de milliers et million.

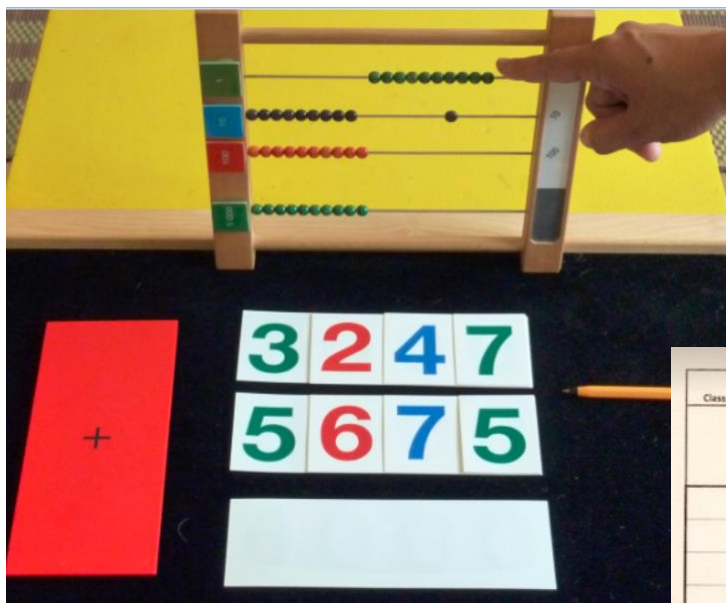
L'élève pose le premier nombre ensuite le deuxième nombre. Il peut directement lire le résultat. Les plaquettes à gauche l'aident dans la bonne verbalisation.



Lors de l'addition dynamique, l'élève doit échanger les unités vertes après la première dizaine contre une bille bleue des dizaines. Les doigts, mains, doivent se croiser lors de l'échange. L'élève doit se rappeler combien d'unités il a déjà posé. Par exemple quand il additionne $7 + 5$, il doit se rappeler, qu'il a déjà poussé 3 billes vertes avant d'échanger contre une bille bleue des dizaines. Il doit donc de nouveau pousser deux billes vertes vers la droite pour arriver à 12.

Si l'élève est assez avancé, il peut directement faire ce travail en parallèle sur une feuille avec des séparations entre unités, dizaines, etc.

Sinon, il est mieux d'attendre un deuxième moment pour passer à une étape plus abstraite.



12.9.2

Classe des millions		Classe des milliers		Classe des unités simples		
Unités	Centaines	Dizaines	Unités	Centaines	Dizaines	Unités
	.	1	2	.	3	8
	.		6	.	1	4
	.			.	9	6
	.			.	4	2
	.			.		1
	.			.	5	0
	.			.	7	3
	.			.		4
	.	1	2	.	3	1
	.		8	.	4	3
	.			.	2	7
	.			.	1	2
	.			.	6	6
	.		1	.	1	6
	.		2	.	2	8
	.	1	5	.	2	3
	.			.		
	.			.		
	.			.		
	.			.		

G 04. OPÉRATIONS DE BASE : SOUSTRATIONS

Difficulté : moyen

(9) *Les cubes dorés*

Objectif(s) : Compréhension de la structure du système décimal en effectuant les opérations de base, ici la soustraction ;
préparation à la compréhension géométrique ;

En première étape, on pose un nombre donné sur un tapis, en séparant bien les unités, dizaines, centaines, milliers, etc.

Ensuite, on pose le nombre en symbole à côté. On dit le nom du nombre et spécifiant ce qui se trouve dans chaque colonne. Par la suite, on pose le signe opératoire et on dit : moins.

Le nombre à soustraire vient en dessous en symboles.

Il s'agit d'abord de soustraction statique et ensuite de soustraction dynamique comme vu en dessus.



OPÉRATIONS DE BASE : SOUSTRATIONS

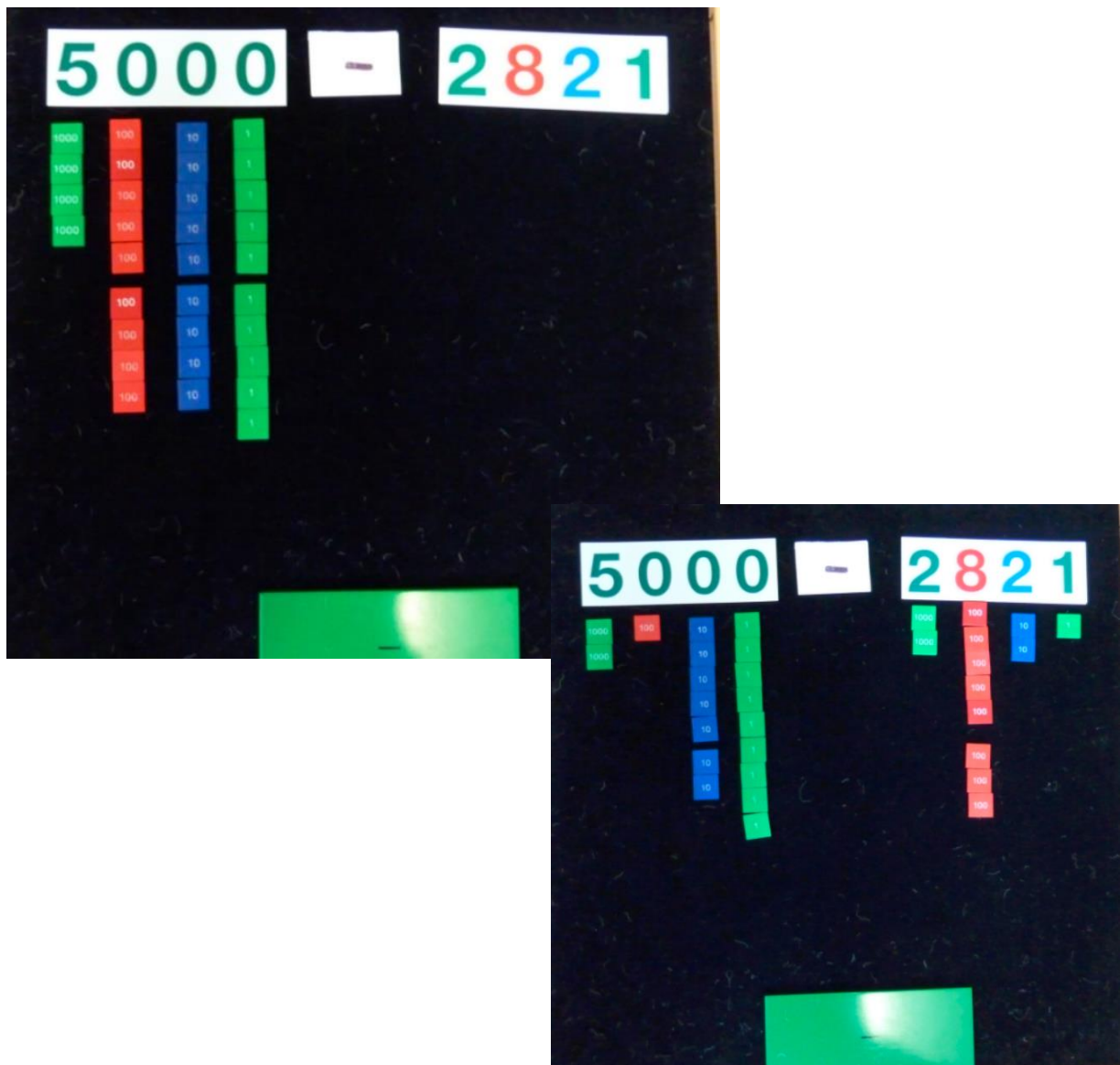
Difficulté : moyen

(10) Les timbres

Objectif(s) : Approfondir la compréhension du système décimal et un niveau élevé d'abstraction par rapport aux cubes dorés.

Les timbres ont des chiffres et ne se distinguent plus que par les couleurs Montessori ;

Le travail de soustraction avec les timbres se situe au même niveau d'action que les cubes dorés, mais le niveau d'abstraction augmente. On peut de nouveau faire une soustraction statique et ensuite, quand bien acquise, une soustraction dynamique. Le matériel permet en permanence de travailler les transitions des dizaines.



OPÉRATIONS DE BASE : SOUSTRATIONS

Difficulté : moyen

(11) *Le grand boulier*

Objectif(s) : Passer à une représentation plus abstraite des nombres ;

Décomptage décimal ;

Calcul mental ;

Pratiquer les transitions des valeurs de la position d'un chiffre ;

Compter et noter les valeurs de la position d'un chiffre ;

Les quatre opérations de base ;

Préparer aux méthodes d'addition et de soustraction à l'écrit

Tout d'abord, on pose un nombre avec les symboles. L'élève dispose les perles sur le boulier. Par la suite on pose les unités à enlever, les dizaines, centaines et millier. À chaque fois, l'élève enlève le nombre correspondant en billes. Lors d'une soustraction dynamique, il doit échanger. Il peut être utile de noter la soustraction sur une feuille à côté, soit pendant le travail, soit à la suite. L'addition de la différence permet une vérification du résultat.



G 05. OPÉRATIONS DE BASE : MULTIPLICATIONS

Difficulté : moyen

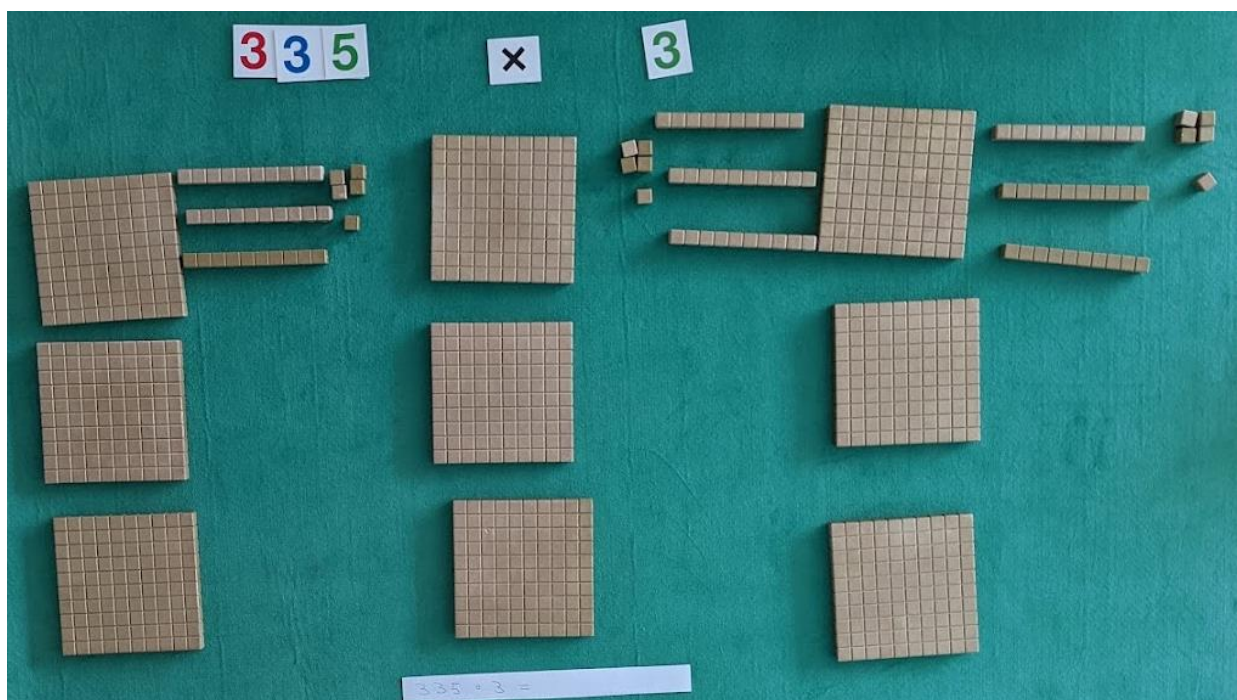
(12) *Les cubes dorés*

Objectif(s) : Compréhension de la structure du système décimal en effectuant les opérations de base ;

Préparation à la compréhension géométrique avec les multiplications ;

Le matériel des cubes dorés permet d'utiliser les quantités en les mariant aux symboles. Les élèves déduisent facilement que la multiplication n'est rien d'autre qu'une addition avancée et facilitée.

Il est important de poser le matériel bien par emplacement, afin que les élèves puissent voir les différentes importances des chiffres dans un nombre.



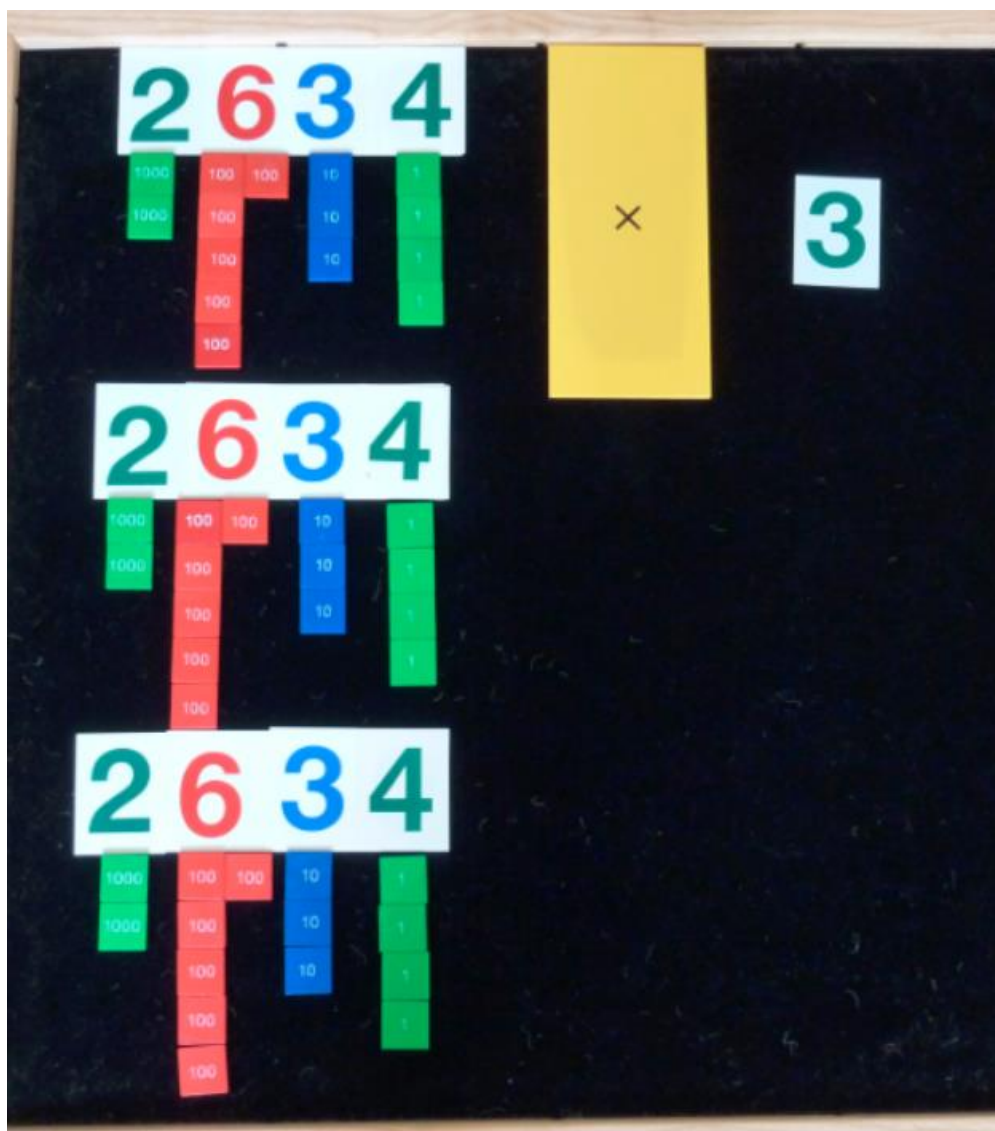
Difficulté : moyen

(13) Les timbres

Objectif(s) : Approfondir la compréhension du système décimal et un niveau élevé d'abstraction par rapport aux cubes dorés ;

Les timbres ont des chiffres et ne se distinguent plus que par les couleurs Montessori ;

Lors du travail avec les timbres, le niveau d'abstraction augmente encore une fois. Les nombres sont posés autant de fois que le facteur, ici 3, le demande. Les élèves mettent ensuite les unités ensemble, échantent si nécessaire et poursuivent avec les autres chiffres. De nouveau, il est possible de travailler sur fiche à côté, quand l'élève a compris le processus.



OPÉRATIONS DE BASE : MULTIPLICATIONS

Difficulté : moyen

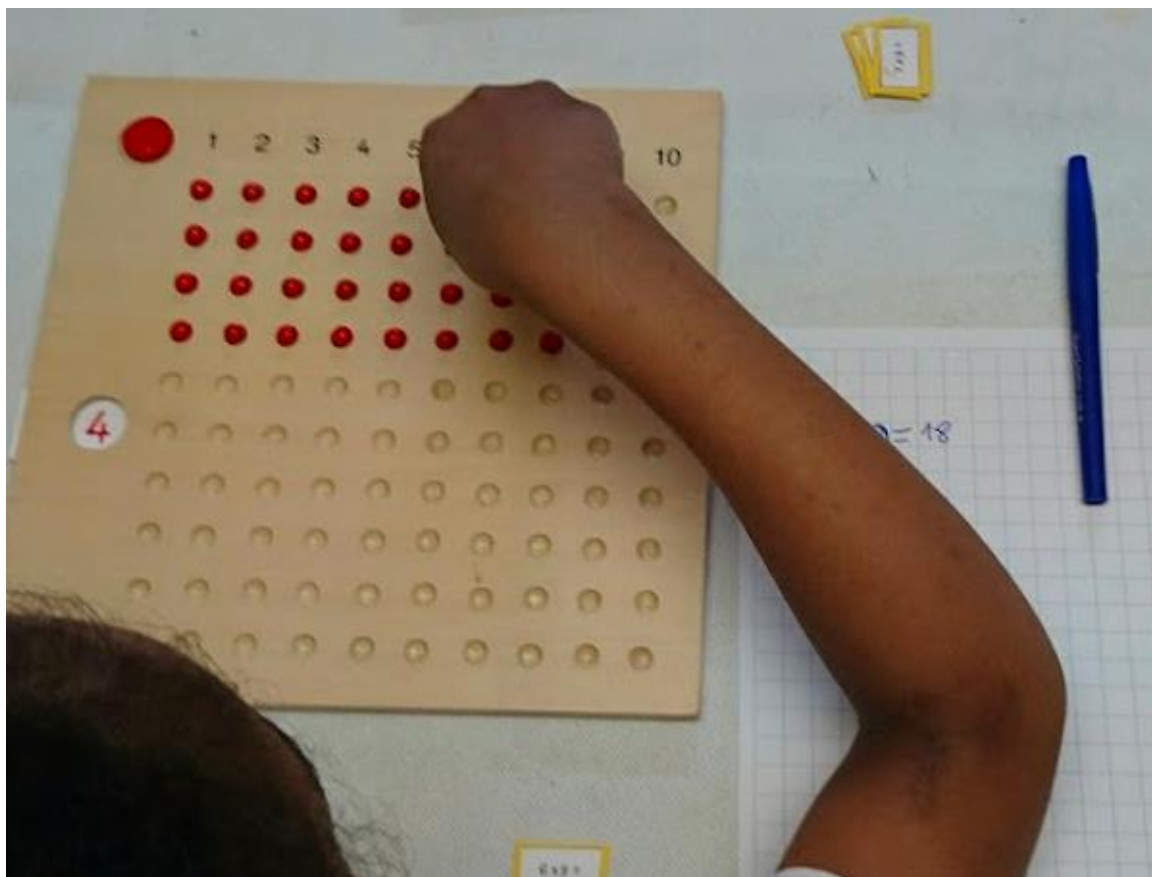
(14) *La planche de multiplication*

Objectif(s) : Déterminer les produits en comptant ;

Mémoriser le livret ;

Représentation géométrique des tables de multiplication

La planche de multiplication permet de mémoriser le livret par les gestes. Le facteur est posé dans un trou à gauche de la planche et l'élève remplit les trous sous chaque chiffre, jusqu'à ce qu'il ait fait tout le calcul. Ensuite, il peut compter, le nombre de billes qu'il a posées. En notant à côté, il se constitue son propre livre de livret. Il peut répéter cet exercice à maintes reprises.



Difficulté : moyen

(15) *Le grand boulier*

Objectif(s) : Passer à une représentation plus abstraite des nombres ;

Décomptage décimal ;

Pratiquer les transitions des valeurs de la position d'un chiffre.

Multiplication dynamique ;

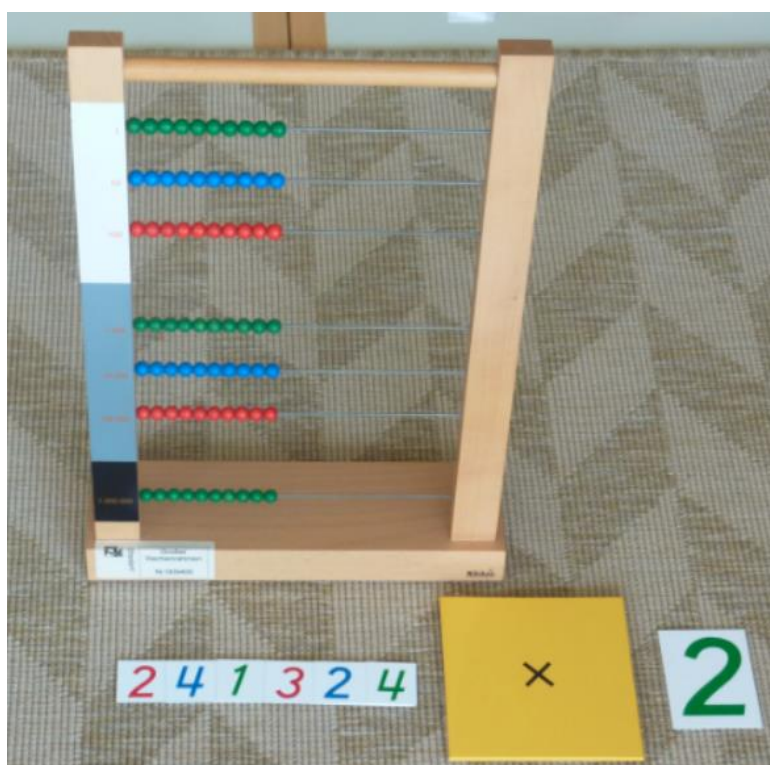
Compter et noter les valeurs de la position d'un chiffre ;

Les quatre opérations de base ;

Préparation à la multiplication à l'écrit

Le travail avec le grand boulier est normalement précédé par le travail avec le petit boulier. En secondaire I, il suffit de prendre le grand boulier. Les élèves doivent apprendre de poser le premier nombre demandé une fois. Par la suite, ils le poseront aussi souvent que le facteur le demande. Le plus grand le facteur est, le plus souvent les élèves doivent échanger la dizaine. Il est important que les élèves croisent les mains en échangeant la dizaine. Ils doivent également retenir les perles du chiffre déjà entamé.

Par exemple : deux fois 7. Il faut d'abord poser sept et une deuxième fois par la suite. Cela n'est pas possible, car le boulier ne possède que 10 billes. Ils doivent donc se rappeler qu'ils ont déjà posé 3 billes et doivent encore en poser quatre après avoir fait un échange avec la dizaine. À la fin du processus, ils peuvent lire le produit à droite sur le boulier. Les étiquettes à gauche du boulier les aident à se repérer.



OPÉRATIONS DE BASE : MULTIPLICATIONS

Difficulté : moyen

(16) *Le damier*

Objectif(s) : Multiplier des nombres à plusieurs chiffres avec un multiplicateur à un ou plusieurs chiffres ;
Entraîner les livrets ;
Approfondir la compréhension de la multiplication ;
Passer à la multiplication écrite

Le damier est un autre moyen pour passer à la multiplication écrite.



G 06. OPÉRATIONS DE BASE : DIVISIONS

Difficulté : difficile

(17) Les cubes dorés

Objectif(s) : Compréhension de la structure du système décimal en effectuant les opérations de base ;

Processus de distribution ;

Préparation à la compréhension géométrique par la division

Dans un premier temps, on pose les chiffres symboles pour créer le dénominateur. Ensuite, on pose le signe opératoire et le chiffre par lequel on veut diviser.

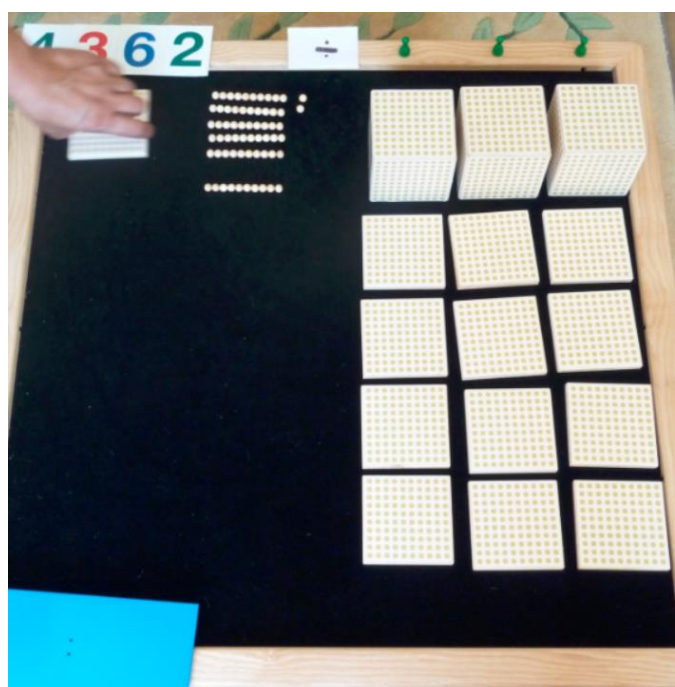
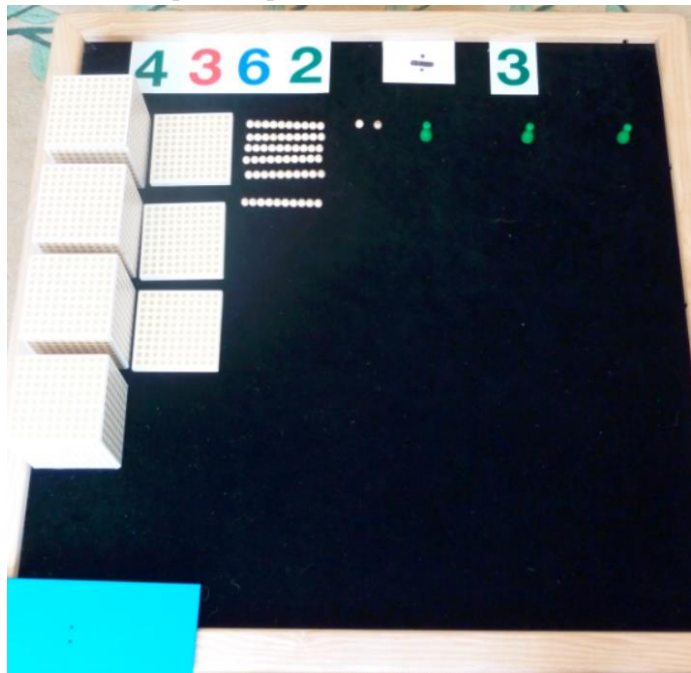
On dit à chaque fois ce qu'on fait avant.

Ensuite, on pose les quantités correspondantes en dessous et des petits jetons représentant des bonhommes.

Ensuite, on dit à l'élève que chacun doit recevoir la même chose et on commence à distribuer depuis le plus grand chiffre.

Quand on ne peut plus distribuer équitablement, on échange par exemple un millier en dix centaines et on continue à les distribuer équitablement.

À la fin, on montre bien que le quotient est ce qu'un bonhomme reçoit.



OPÉRATIONS DE BASE : DIVISIONS

Difficulté : difficile

(18) La planche de division

Objectif(s) : Etablir la relation avec la multiplication ;
Expériences de base avec la petite division ;
Passer à l'abstraction écrite

Le même principe qu'avec les cubes dorés s'applique à la division sur la planche. Ici, il s'agit de bien travailler la petite division.

L'élève peut écrire sur une feuille à côté, afin de garder une trace de ses divisions et de passer à l'abstraction.



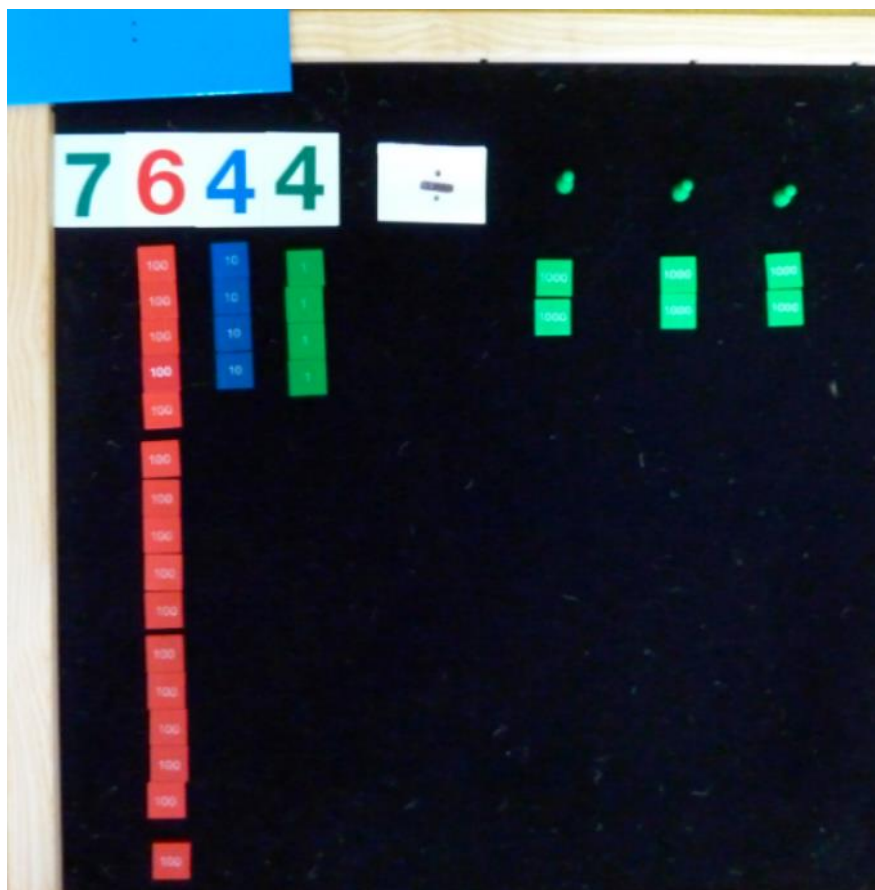
Difficulté : difficile

(19) *Les timbres*

Objectif(s) : Approfondir la compréhension du système décimal et un niveau élevé d'abstraction par rapport aux cubes dorés ;

Les timbres ont des chiffres et ne se distinguent plus que par les couleurs Montessori

La division avec les timbres poursuit le même principe. Le niveau d'abstraction augmente encore une fois. Les élèves ayant déjà pratiqués les autres matériels, sont à l'aise avec l'utilisation des timbres. Dépendant du niveau d'entrée de chaque élève, donc sa compréhension du nombre et des opérations de base, on peut aussi commencer par un travail avec les timbres au niveau secondaire I.



Difficulté : difficile

(20) La grande division et les éprouvettes

Objectif(s) : Distribuer des dividendes, jusqu'à sept chiffres, à des diviseurs d'un à quatre chiffres ;

Introduction à la division écrite

Les éprouvettes permettent de passer à une division plus grande par deux ou trois chiffres. Il y a trois tables perforées, verre, bleue et rouge.

Ici, on pose le calcul et l'élève doit disposer la même chose à chaque « bonhomme ». Il doit donc faire une distributivité horizontale. Cela dit, les dizaines reçoivent dix fois moins que les centaines et les unités dix fois moins que les centaines.

Il est bien de commencer avec une distribution simple. Si une bille ne peut pas être distribuée équitablement, il faut l'échanger contre une position en dessous (centaine, dizaine, unité), comme déjà pratiqué avant.

Le quotient est de nouveau ce qu'un bonhomme reçoit à la fin.

Ce matériel est quelque peu compliqué, bien qu'attrayant et doit être bien entraîné avant la présentation aux élèves.



G 07. VOCABULAIRE SUR LES TERMES DE LA DIVISION

Difficulté : difficile

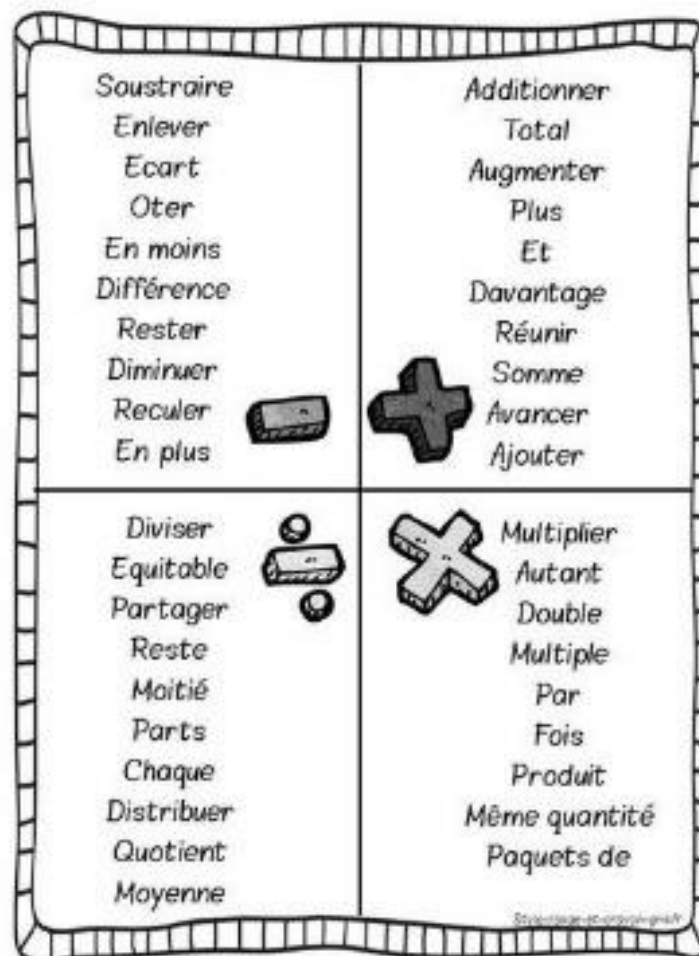
(21) Les pancartes

Objectif(s) : À l'oral avec le matériel ;

On parle avec les termes adéquats à l'élève à chaque étape des présentations. On utilise uniquement ce vocabulaire depuis la petite enfance.

Tiré de

<https://i.pinimg.com/originals/f8/0e/f3/f80ef3a76c884caf47bd00f79eaacec8.jpg>



Difficulté : moyen

(22) L'étagères de perles

Objectif(s) : Comptage linéaire en étapes simples et de base ;
Entraîner les livrets et trouver des régularités ;
Comprendre les nombres cardinaux et ordinaux ;
Ordre des puissances différentes ;
Comparaison de forces des différentes représentations de puissance ;
Comparer différentes représentations de puissance

Les élèves peuvent effectivement d'abord explorer le matériel. Ils peuvent compter les billes, les chaînes et les cubes. Après, ils peuvent trouver comment on peut les présenter de façons différentes, mais cela reste la même quantité.



L'étagère va de 1 à 1000 et permet toujours de faire la racine de 2 avec les chaînes et le cube à la racine de 3 avec les cubes.

Les différentes quantités peuvent être représentées et être manipulées de beaucoup de façons différentes, toujours avec une difficulté à la fois.



Difficulté : moyen

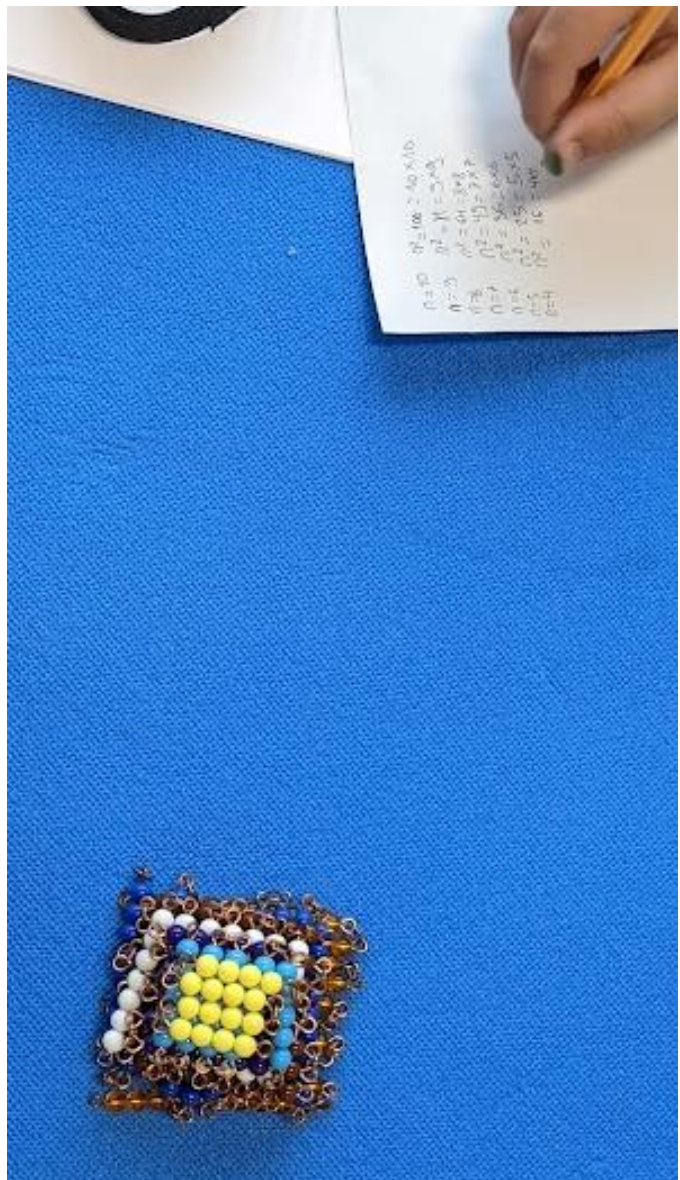
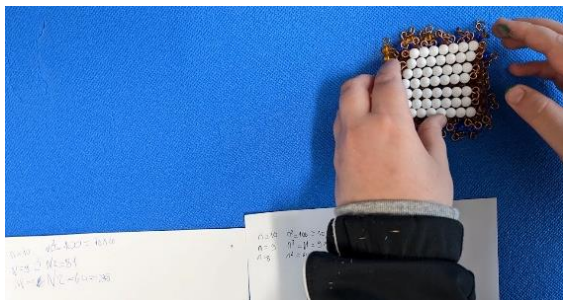
(23) La pyramide des carrés

Objectif(s) : Consolider le comptage linéaire ;

Saisir la représentation différente d'une même quantité ;

En ligne et en carré

À cet âge, la plupart des élèves sait déjà compter. Il est donc utile d'utiliser ce matériel à d'autres fins, si possible. Il est possible de compter d'abord et ensuite plier les perles en carré. Ils apprennent donc les puissances deux en posant une pyramide. En même temps, ils peuvent le noter sur à côté et le visualiser à l'écrit.



G 09. CRITÈRES DE DIVISIBILITÉ

Difficulté : moyen

(24) Les cubes dorés

Objectif(s) : Départager un nombre sans reste, observer lesquelles se divisent sans reste ;

Déduire des critères en les notant dans un tableau ;

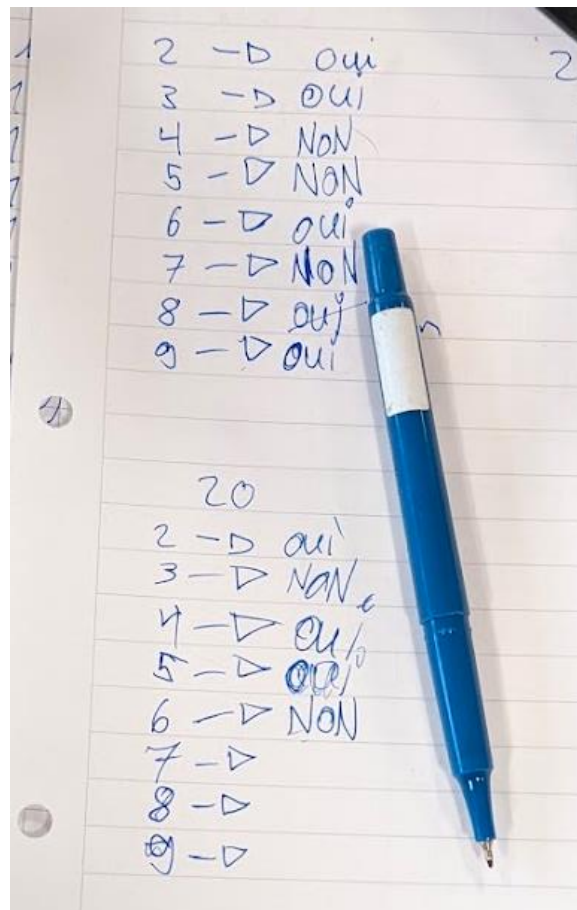
Travail de chercheur ;

Les critères qui n'ont pas été trouvés sont expliqués et donnés ;

Entraînement

On pose un nombre donné en cube dorés, par exemple 48. Les élèves divisent d'abord par un et note le résultat. Ils poursuivent leurs opérations et notent toutes les divisions qui sont possibles sans reste.

Ils notent les résultats dans un tableau et regarde quels nombres se divise par quel chiffre. Ils trouvent des similitudes. Les critères en soit doivent être proposées dans un deuxième temps. Ils auront beaucoup plus de sens maintenant, mais doivent être entraîner.



Difficulté : difficile

(25) *Le plateau de la racine carré*

Objectif(s) : Rechercher le PPCM (Plus petit commun multiple) ;

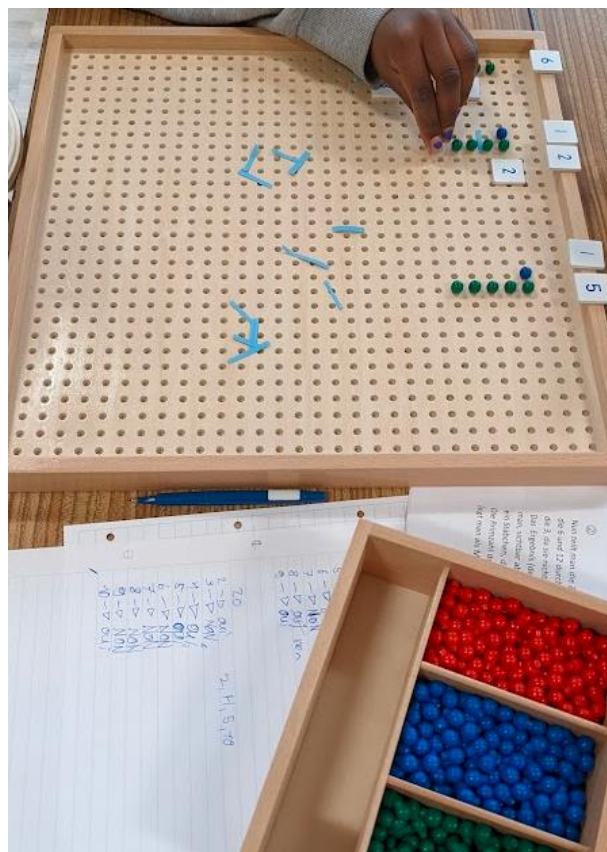
Apprivoiser la recherche en mathématiques ;

trouver des multiples communs ;

Réviser le livret

Au début, on pose des nombres faciles en haut du plateau, par exemple 2 et 3. Ensuite, on pose deux perles sous le 2 et une petite lamelle en papier. On dit à l'enfant qu'on essaie de trouver le plus petit multiple commun. Après, on fait la même chose avec le 3. On continue, jusqu'à ce que on arrive à un endroit d'égalité. Les barrettes ont le même niveau. Maintenant, on compte les perles de chaque colonne. Il y en a 6. On peut voir que le 6 est composé de rangées de 2 et 3 perles. Le plus petit multiple commun de 2 et de 3 est donc 6. Il s'appelle PPCM.

On peut continuer ainsi avec des chiffres et nombres différents. Souvent les élèves travaillent seuls. Dans une deuxième étape, ils peuvent le noter à côté sur une feuille en inscrivant les multiples.



Difficulté : moyen

(26) Les cercles partagés

Objectif(s) : Peut être utilisé d'une façon intuitive d'abord ;
 Notion du partage, de la fraction, rattaché au partage de la vie
 quotidienne ; Suite des mémorisations des divisions ;
 Apprendre le vocabulaire correspondant ;
 Ecrire des fractions ;
 Introduction des nombres irrationnels

Les cercles partagés permettent à l'élève de comprendre la notion du partage sans réelle explication. Au début, il peut être utile de rattacher les fractions à la vie réelle, comme couper une pomme en deux pour deux personnes, combien de farine il faut pour faire un gâteau ou l'heure à laquelle on se rend à l'entraînement. L'élève doit être bien avancé dans la mémorisation du livret ou en structure du soutien avoir une calculatrice à disposition.

Dès le début, les bons termes sont introduits, comme coupé en deux est égal à un demi, coupé en trois est égal à un tiers, réciproquement 2 demis et 3 tiers.

Les élèves peuvent noter les différentes fractions sur des feuilles et les poser en dessous ou sur les pièces.

Par la suite, on peut additionner les fractions, arrivant toujours à 1.

Les élèves trouveront très vite, qu'ils peuvent mettre deux $\frac{1}{4}$ dans un $\frac{1}{2}$. Il est de nouveau intéressant de noter cette



découverte. Au fur et à mesure, les élèves gagnent un ressenti pour les équivalences.

Des calculs plus avancés peuvent être abordés avec les élèves le plus avancés, comme $4/8 + 1/2 = ?$ ou $4\ 12/8$ est égale à combien de cercles ? etc. Les élèves peuvent également apprendre à additionner et soustraire des fractions avec un dénominateur différent.

La calculatrice permet aux élèves de faire les premiers calculs et d'avancer vers les numéros décimaux. Ils peuvent ainsi toujours vérifier leurs propres résultats.



COMPARER LES NOMBRES DÉCIMAUX

Difficulté : moyen

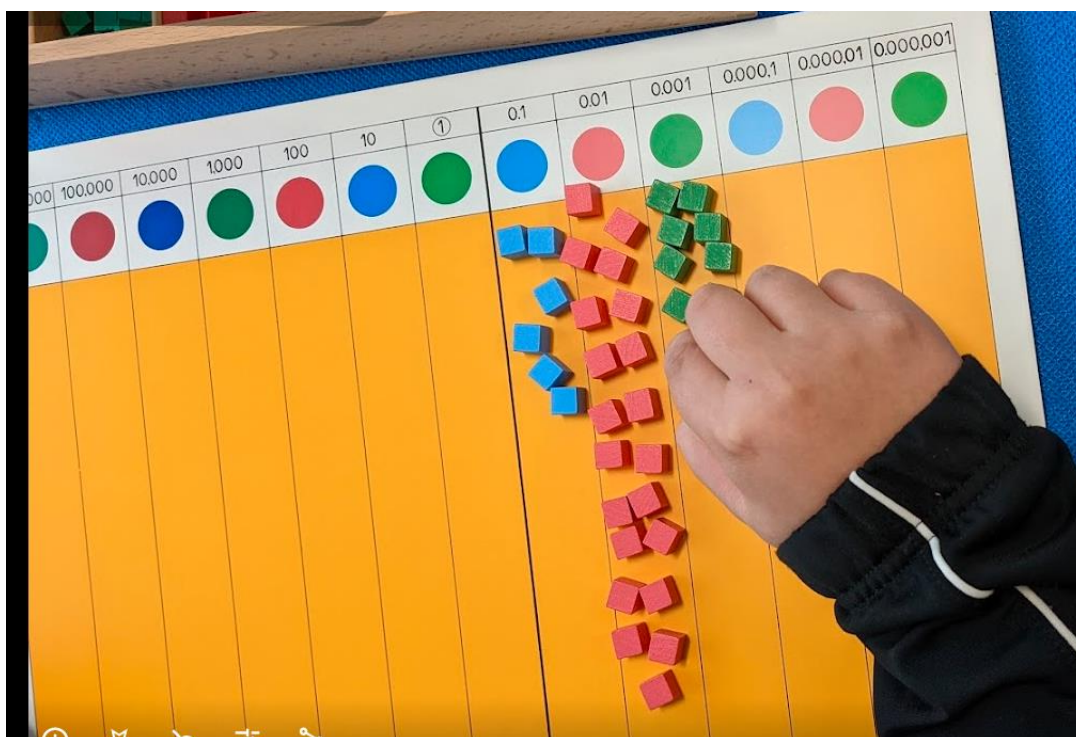
(27) *Le tableau des fractions décimales*

Objectif(s) : Outil visuel et haptique, symbolise concrètement ;
Rattachement aux cercles partagés, aux fractions ;
Correspondances des quantités et des symboles ;
Passer à l'abstrait par des cartes de nombres décimaux

Le travail avec le tableau des fractions décimales peut débuter assez rapidement après l'introduction des fractions. Les élèves sont intéressés de savoir quel quotient une fraction peut donner et ils sont interpellés par les résultats. Quand ils additionnent par exemple 0,25 quatre fois, ils arrivent de nouveau à 1. Cela peut être une découverte fascinante.

Maintenant, les élèves peuvent poser les jetons sur le tableau. On leur dit à chaque fois de quoi il s'agit. Le vocabulaire est entraîné en même temps. Par exemple : ceci est un dixième, centième etc. Pose-moi deux centièmes, ainsi de suite.

Après les élèves reçoivent des cartes et ils peuvent poser les nombres relatifs demandé. Ils peuvent les dire eux-mêmes, les calculer sur la calculatrice, les écrire dans un cahier à côté.



Difficulté : difficile

(28) *Le tableau des fractions décimales et les cartes de travail*

Objectif(s) : **Tableau des fractions décimales :**

Outil visuel et haptique, symbolise concrètement ;
Rattachement aux cercles partagés, aux fractions ;
Correspondances des quantités et des symboles ;
Passer à l'abstrait par des cartes de nombres décimaux

Cartes de travail nombres décimaux :

Lecture des nombres décimaux ;
Poser un calcul décimal avec les cartes et les jetons – procéder comme dans une addition, soustraction déjà apprise

Le même travail se poursuit avec des nombres décimaux sur le tableau. On commence avec des additions simples, de la même façon qui est déjà connue d'auparavant, commençant par les unités, les échanges, jusqu'à la somme.

Les élèves comprennent assez vite. On peut passer sur papier, en veillant qu'ils gardent bien les emplacements et qu'ils gardent la virgule à la bonne place.

Les soustractions peuvent être opérées de la même façon.



G 12. ECRIRE DES PRODUITS SOUS LA FORME DE PUISSANCES

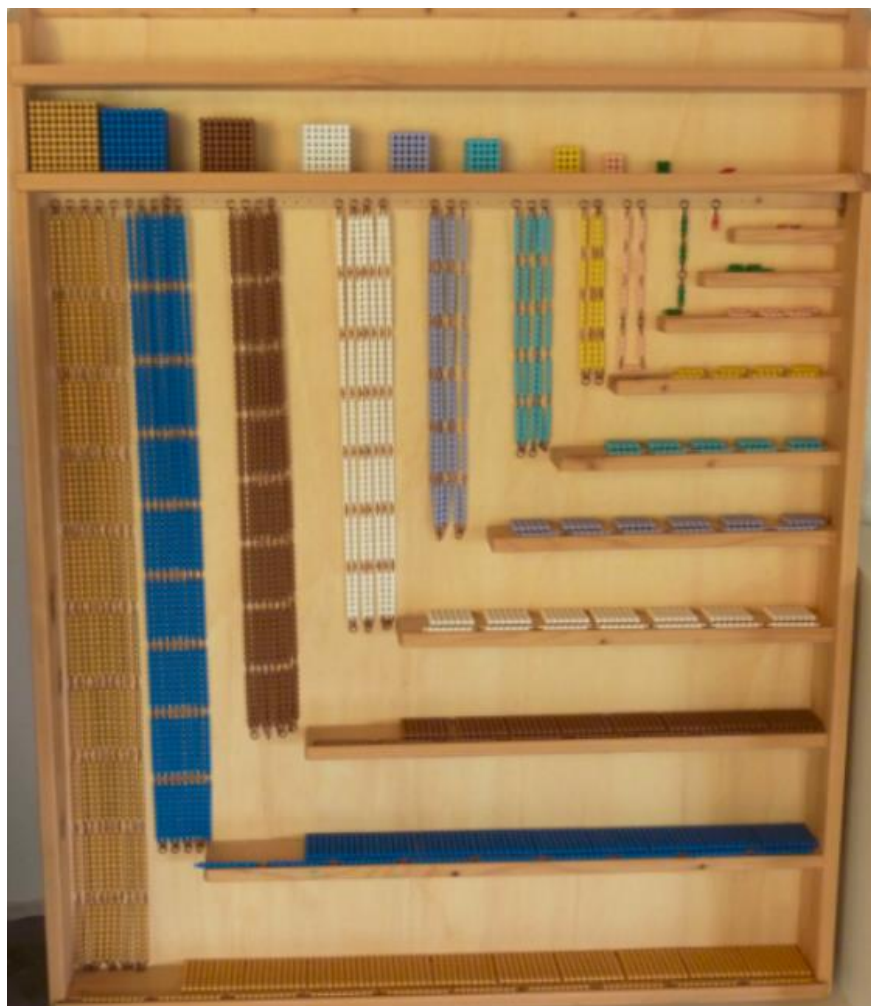
Difficulté : moyenne

(29) L'étagère de perles

Objectif(s) : Comparer les différentes représentations des puissances, visuellement ;
Ordre les différentes puissances ;
Les différentes manifestations des puissances ;
Compréhension des représentations linéaires, de surface et dans l'espace ;
Le système de numération peut être enregistré de 1 à 1 000 et de nombreuses tâches arithmétiques peuvent être pratiquées.

L'étagère à perles contient des chaînes de perles, des carrés et des cubes dans un ordre systématique de 1 à 1000.

Les perles sont triées en fonction de leur taille et des 10 couleurs Montessori. Les nombres se trouvant représentés sous forme de chaîne, de carré ou de cube.



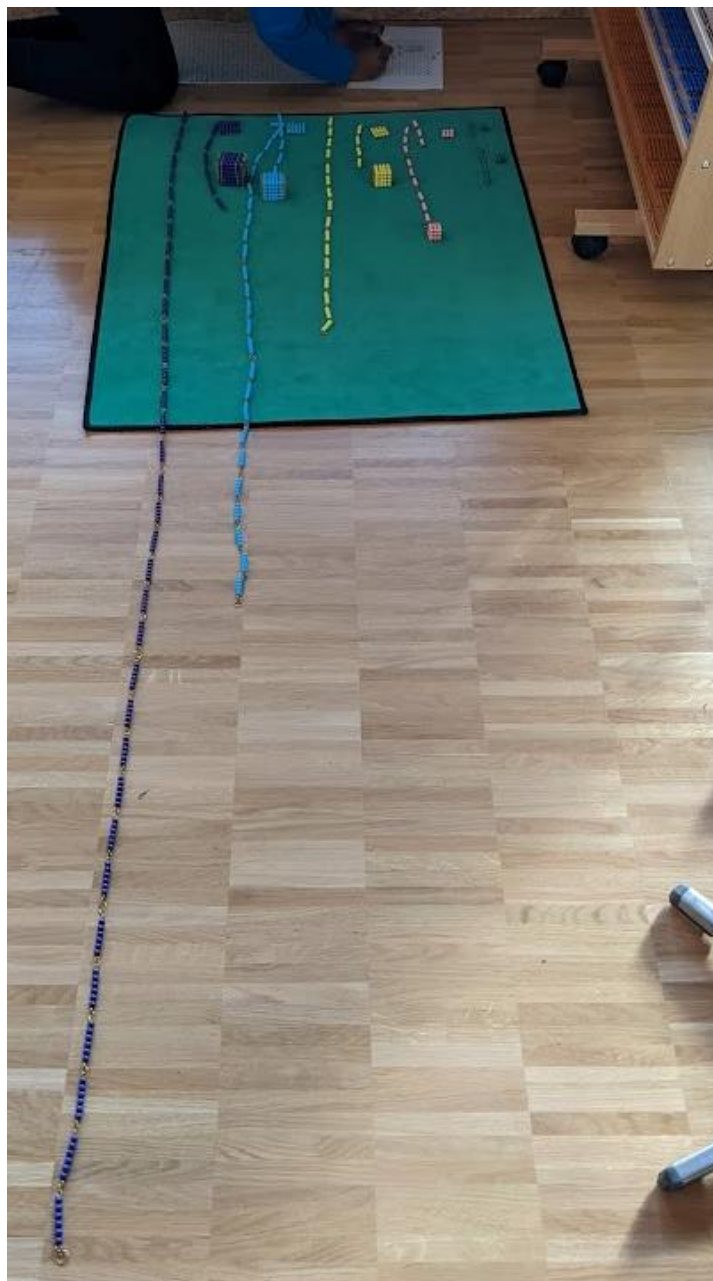
Prenons par exemple la chaîne de sept. Elle se compose de 7 maillons formés chacun de 7 perles. En les montrant à l'élève, il peut les compter, les disposer en longue chaîne, en carré de 7 ou les disposer ensemble dans un cube. Cela donne un cube de côtés 7 et de contenu $7 \times 7 = 49$.

Pour calculer le volume de ce dernier, les enfants peuvent voir qu'ils doivent faire $7 \times 7 \times 7 = 343$. Chacun des chiffres étant des 7.

Ainsi, l'étagère à billes nous montre que le même nombre de perles peut prendre un aspect différent.

Elle capture visuellement des nombres, des nombres au carré et des nombres cubes.

Elle représente visuellement des nombres simples, au carré ou au cube.



Difficulté : moyenne

(30) Les cubes de puissances 3

Objectif(s) : Démontre le rôle des puissances et l'approche au volume ;

Développer une approche mathématique ;

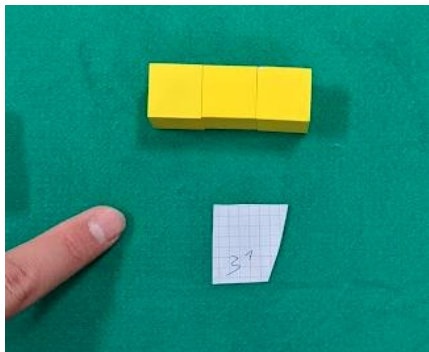
Se sentir expert

Le matériel des cubes de puissance 3 permet facilement aux élèves de toucher et voir les puissances. Ils peuvent voir l'évolution physique du matériel, qui grandit avec chaque puissance. Le matériel s'arrête au cube 3^6 . Ils aiment également calculer les résultats des puissances avec la calculatrice ce qui permet de noter le calcul même de l'opération sur une fiche à côté, allant de nouveau vers une abstraction.

Exemple : $3 \times 3 \times 3 = 3^3$

Il est de nouveau introduit une étape après l'autre, permettant à l'élève d'assimiler le matériel, le vocabulaire, les quantités et les calculs.

Attention de veiller à rester constamment avec une difficulté à la fois.







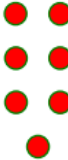
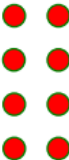



H. ANNEXE 8 : MATÉRIEL MONTESSORI SUR FICHES ; FEUILLES STRUCTURÉES

Les exemples présentés ci-dessous ne sont pas exhaustifs. Les fiches de travail vont généralement de pair avec le matériel, mais peuvent aussi être utilisé par les élèves pour les soutenir dans le travail sur papier.

Ces fiches de travail Montessori peuvent avoir une taille considérable pour faciliter leur utilisation et constituent une aide importante dans le processus de transfert vers l'abstrait.

(31) *Fiche « Chiffres pairs et impairs »*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
243										

Dividende	Signe	Diviseur		Quotient	Reste
	÷		==		
	÷		==		
	÷		==		
	÷		==		
	÷		==		
	÷		==		
	÷		==		
	÷		==		
	÷		==		

[illegible]

(34) Fiche « Ecrire des nombres et chiffres en colonnes avec couleurs Montessori »

Mio	CM	DM	UM	C	D	U

[illegible]