Numération

Travail de remédiation avec des élèves de 4H selon les propositions d'enseignement de Stella Baruk

---

Master en pédagogie spécialisée – Volée 2020-2023

Mémoire de Master de *Noëlle Massy*

Sous la direction de *Anouck Visinand Ward*

Bienne, avril 2023

Table des matières

Remerciements

Plusieurs personnes m'ont accompagnée durant la réalisation de ce travail. Je souhaite exprimer mes chaleureux remerciements :

A ma directrice de mémoire, Anouck Visinand Ward, pour son accompagnement motivant, ses conseils pertinents et sa disponibilité.

A ma directrice, Françoise Chevalley, pour m'avoir offert la possibilité d'exercer ce nouveau métier et de m'avoir proposé de postuler pour cette formation.

A mes collègues Nancy, Sabrina, Lynn et Murielle pour leur confiance, leur collaboration et leurs encouragements.

Aux élèves, sans lesquels ce travail n'aurait pas été possible.

A Marine, Naïs et Franck qui ont su s'adapter et qui m'ont témoigné leur soutien infaillible.

A Jean-François, toujours présent et bienveillant, qui m'a soutenue et encouragée tout au long de cette formation et du présent travail.

Résumé

Ce travail de recherche s'intéresse à l'enseignement proposé à de jeunes élèves en difficulté en numération dans le cadre de mesures de soutien.
Après quelques recherches sur les remédiations possibles et pertinentes pour les élèves en difficulté en numération, j'ai découvert les propositions d'enseignement de Stella Baruk. L'approche particulière proposée par cette pédagogue et chercheuse en mathématiques m'a interrogée et je me suis demandé si elle pourrait soutenir et aider ces élèves. Ainsi, je voulais savoir si un tel enseignement pouvait constituer un outil de plus dans le cadre de mesures de soutien. Après une sélection d'élèves, un enseignement tel que proposé par la pédagogue a été dispensé sur dix semaines. A la suite de cela, les élèves ont été à nouveau évalués pour constater qu'ils avaient pu profiter de cet enseignement.

Mots clés : mathématiques, numération, chiffres, nombres, Stella Baruk

Listes des tableaux et des figures

Listes des annexes

Introduction

> Les mathématiques, …, sont la plus imposante et la plus durable des entreprises collectives de l'histoire de l'humanité (Bellos et al., 2015, p. 10).

> Non seulement il n'existe pas de fatalité à l'échec, mais il faut le combattre sans merci (Baruk, 1985, p. 8).

Par mon parcours atypique, je me pose la question de l'émergence et de l'apprentissage de la numération. En effet, j'ai travaillé pendant plus de dix ans dans un service éducatif itinérant comme pédagogue spécialisée avant de travailler à l'école enfantine d'abord comme enseignante, puis à l'école primaire comme enseignante spécialisée pour des élèves en difficulté ou des élèves en intégration.

Alors que j'intervenais auprès de jeunes enfants, de la naissance à l'entrée à l'école, j'en rencontrais déjà qui ne parvenaient pas à compter ou pas au-delà de 3. Nous avions alors, me semblait-il, du temps pour que ces acquisitions se fassent. Le comptage n'était pas une condition d'entrée à l'école ordinaire au contraire du comportement.
Ensuite, lors de mon travail en classe enfantine, j'ai retrouvé des élèves qui montraient des difficultés dans le comptage et la numération. A ce moment-là, il y avait moins de temps pour eux, pour moi également, pour les aider dans cet apprentissage. Le domaine numérique de travail pour les deux premières années d'école se précise ainsi : les nombres familiers sont vus jusqu'à 12 (16 à 19 selon les enfants) et les nombres fréquentés jusqu'à environ 30. Il était compliqué d'atteindre ces niveaux pour quelques élèves.
Finalement, maintenant que je travaille comme enseignante spécialisée en primaire, je rencontre encore des élèves qui sont en difficulté avec les mathématiques de manière générale et avec les nombres plus précisément. Ils manifestent alors leur difficulté en ne souhaitant pas faire des mathématiques. Ils sont perdus dans le système de numération, n'osant pas écrire ou dire un nombre. Ils avancent dans un brouillard, ils ne parviennent pas à dégager les lois nécessaires à la maîtrise de ce domaine.
Certains, à mon avis, développent même de l'anxiété face à cette discipline. Comme j'ai souvent entendu ces enfants affirmer ne pas aimer les mathématiques ! Ils trouvent cette matière obscure, ardue.
J'ai pu rencontrer dans le cadre de mon travail d'enseignante de soutien des enfants en difficulté dans le domaine de la numération dès la 3H. Cherchant alors comment les aider au mieux, j'ai découvert le travail d'une chercheuse et enseignante en mathématiques, Stella Baruk. Les chiffres, les nombres étant à la base du travail mathématique, il me semble

important d'y consacrer mes efforts pour que les élèves puissent évoluer dans la discipline des mathématiques avec sécurité et, peut-être, plus apprécier ce domaine.

Ce qui m'intéresse à travers cette recherche se situe au niveau des performances en mathématiques, plus précisément en numération, des jeunes élèves en difficultés. Je m'interroge sur les bénéfices que pourrait apporter une approche différente de la numération pour ces élèves. Est-ce qu'en travaillant selon une méthode fondée sur la langue et le sens comme l'appelle Stella Baruk, les élèves en difficulté en numération pourraient améliorer leurs compétences ?

1. Problématique

1.1. Définition et importance de l'objet de recherche par rapport à l'enseignement spécialisé

Les mathématiques font partie des disciplines enseignées à l'école, au même titre que la langue française. Elles sont le fruit d'une longue histoire de l'humanité. D'abord utilisées pour le comptage du bétail, elles ont évolué avec l'homme, pour jouer aujourd'hui à l'école un double rôle, "de discipline phare et d'outil de sélection, l'une et l'autre contribuant à surévaluer les réussites et à dramatiser les échecs" (Fayol, 2018, p. 3). Un élève bon en mathématiques est valorisé à l'école pour cette réussite, mais aussi dans la société qui met en valeur ce domaine.

Ainsi les mathématiques sont enseignées et considérées comme un outil de base "permettant de comprendre les enjeux des choix effectués par la communauté, de suivre un débat sur le sujet et d'en saisir les enjeux principaux" (Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin, 2010, p. 7). Il est donc important d'y consacrer du temps, de l'énergie et de rechercher tout ce qui peut soutenir cet apprentissage.

Dans le cadre de mon travail d'enseignante de soutien, je rencontre des enfants en difficultés d'apprentissage en mathématiques. Leurs besoins sont variés et je m'interroge sur les chemins, les moyens disponibles et les outils à privilégier. En tant qu'adultes, nous sommes rompus au travail de base avec les nombres et nous n'avons que peu de souvenirs de la complexité de cet apprentissage et de sa difficulté. Sans nier les dimensions motivationnelles et émotionnelles liées aux mathématiques, la fragilité des connaissances en numération entraîne l'élève dans une sorte de spirale vers l'échec. Cet apprentissage est considéré comme une base du travail en mathématiques, base sur laquelle vont s'appuyer les futurs apprentissages.

Après m'être intéressée à l'approche Montessori, au comptage-numérotage de Brissiaud, aux écrits de Berdonneau, toujours en recherche de récentes découvertes ou de nouveaux moyens, j'ai fait une lecture qui m'a laissée interrogative et qui a ouvert la voie à ce travail, il s'agit du livre *Comptes pour petits et grands* de Stella Baruk. Mon travail de recherche s'articule autour du travail de cette chercheuse. Je me demande si ce qu'elle propose pourrait aider les élèves en difficulté en numération.

1.2. État de la question

Je vais parler d'abord des idées actuelles dominantes sur la numération avant de présenter les propositions de Stella Baruk que j'ai mises en pratique pour ce travail.

1.2.1. Généralités

Grâce aux neurosciences, il a été prouvé que le bébé humain ne naît pas avec une ardoise vierge à remplir, mais avec des intuitions précoces. S. Dehaene le dit, les concepts d'objet et de nombre sont des primitives de la pensée, ils font partie du noyau de connaissances avec lesquelles nous venons au monde et qui, par leurs combinaisons, nous permettent de formuler des pensées plus complexes (Dehaene, 2018, p. 104).
Des expériences ont même pu montrer que le cerveau des bébés fait des calculs de probabilités. Telles les expériences menées par la psychologue américaine Fay Xu citée par Dehaene. Elle a montré que "si l'enfant voit une personne, les yeux ouverts, tirer une majorité de boules rouges d'une urne qui en comprend surtout des jaunes, il est surpris, mais il en déduit que cette personne préfère les boules rouges." (Dehaene, 2018, p. 107). Ainsi le bébé naîtrait avec la perception du nombre et celle des probabilités. Et dans le chapitre 7 de leur livre "Les sciences cognitives et l'école" P. Barrouillet et V. Camos concluent leur introduction à ce chapitre ainsi : "Si certains résultats peuvent être interprétés comme montrant l'existence de capacités numériques innées, produit de l'évolution des espèces, ces capacités ne seraient qu'un point de départ." (Barrouillet & Camos, 2003, p. 314).

Ainsi, avant d'entrer à l'école, l'enfant a déjà perçu et fréquenté les chiffres, les nombres dans son environnement. Les rues sont numérotées ainsi que les pages des livres. Il entend les adultes parler d'argent, d'heure, de numéro de téléphone, ... Il a donc déjà affiné son rapport aux chiffres.

Or, que sont les chiffres et les nombres et pourquoi ont-ils été inventés ?

Pour définir le chiffre, Dias le décrit comme un symbole permettant d'écrire des nombres. Il existe dix symboles dans notre numération décimale (c'est-à-dire en base dix) : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Avec ces dix chiffres, on peut écrire tous les nombres entiers naturels.
Ces dix symboles peuvent donc être lus comme des nombres, mais les écritures utilisant deux symboles ne sont pas des chiffres (48, par exemple, n'est pas un chiffre) (Dias, 2018, p. 244).
Quant à la numération, il s'agit d'un système d'organisation des nombres comportant des signes et des règles spécifiques. La numération décimale de position comporte dix signes (les chiffres de 0 à 9) et les règles suivantes :

- elle est en base dix (on change de rang tous les dix éléments) ;

- la valeur des chiffres dépend de leur position dans le nombre (numération positionnelle) (Dias, 2018, p. 249).

Quant à leur invention, elle s'est faite progressivement, sur de très nombreuses années. Notre système est basé sur ce qui était à la portée de nos ancêtres lorsqu'ils devaient compter, leurs doigts. Les procédures mathématiques telles que nous les connaissons actuellement sont le fruit de millénaires de réflexions, d'hésitations, d'erreurs et de travail. L'esprit humain a eu besoin de beaucoup de temps pour élaborer le monde mathématique. Il en va de même pour l'enfant. L'accompagner dans son développement, à son rythme, est d'une importance capitale. En tant qu'adultes nous ne sommes plus conscients des processus qui nous ont permis d'automatiser (ou non) le système de numération.

Dans les premiers apprentissages mathématiques, il y a l'acquisition de la chaîne verbale numérique et les processus de quantification (Barrouillet & Camos, 2003). Notre système numérique repose sur un principe d'abord lexical (ex. huit, treize) puis un principe additif (trente-trois, trente plus trois) et enfin un dernier dit combinatoire, combinant addition et multiplication (ex. trois cent huit, trois fois cent plus huit).
Pour Fuson, Richards et Briars, cités par Barrouillet et Camos, cette construction de la suite numérique se fait de manière progressive et il s'agit d'un apprentissage de type sériel, apprentissage par cœur. Or, à partir de 4 ans et demi le nombre de formes verbales augmentent chez l'enfant et certains enfants commencent à utiliser les règles de la combinatoire. Les différences interindividuelles se creusent alors entre les enfants utilisant déjà la combinatoire et ceux qui en sont encore à l'apprentissage par cœur (Barrouillet & Camos, 2003, p. 315). Ce sera par l'utilisation de cette chaîne dans les activités de quantification que l'enfant consolidera son apprentissage. L'émergence de la quantification ou dénombrement est décrite selon deux points de vue. Le premier point de vue définit 5 principes : de correspondance, d'ordre stable, de cardinalité, d'abstraction et de non-pertinence de l'ordre (Gelman & Gallistel, 1986). Pour Gelman et Gallistel, ces principes contraindraient l'action et ainsi permettraient à l'enfant de reconnaître les bonnes procédures.
Ils ont défini le comptage comme un mécanisme d'appréhension du nombre qui repose sur la maîtrise de cinq principes qui sont :
1) le principe d'ordre stable (stable ordering) selon lequel les mots-nombres doivent constituer une séquence stable ;
2) le principe de correspondance terme à terme (one-to-one principle) selon lequel à chaque élément compté correspond un et un seul mot-nombre ;
3) le principe cardinal (cardinal principle) selon lequel le dernier mot-nombre utilisé dans une séquence de comptage représente le nombre d'éléments de l'ensemble compté ;
4) le principe d'abstraction (abstraction principle) selon lequel l'ensemble sur lequel porte le comptage peut être constitué d'éléments hétérogènes tous pris comme unité ;

5) le principe de non-pertinence de l'ordre (order irrelevance principle) selon lequel le comptage des éléments peut se faire dans n'importe quel ordre, pour autant que les autres principes soient respectés (Van Nieuwenhoven, 2007).

En complément à cette théorie, il y a celle qui dit que c'est la pratique répétée des procédures de dénombrement acquises par imitation qui permettrait à l'enfant de découvrir progressivement le dénombrement (Fuson, 1988). Ce point de vue trouverait son origine dans le *subitizing* ou ce processus de perception expliqué par Dehaene. La faculté de subitisation ou subitizing est un dénombrement sans comptage des toutes petites quantités, de 1 à 3. Il la qualifie ainsi "cette remarquable capacité que nous possédons tous de dénombrer un, deux ou jusqu'à trois objets d'un seul coup d'œil" (Dehaene, 2010, p. 302). Il s'agit donc d'un processus mental distinct qui s'intéresse aux tout petits nombres.

Et alors même que Brissiaud (2007) soulève la problématique de l'enseignement du comptage, il souligne que fort du constat que l'apprentissage du comptage ne garantissait pas l'accès à la notion de quantité, le programme de l'enseignement français obligatoire a banni le comptage des écoles maternelles pendant vingt ans, refusant une forme de dressage car les enfants ne savaient pas à quoi leur servait cette stratégie. Enseigner le comptage à des enfants qui n'ont pas encore compris le système des trois premiers nombres risque d'entraîner certains d'entre eux vers un échec avec les nombres. Les trois premiers nombres étant les seuls que l'enfant est capable de percevoir sans dénombrer, il est utile, pour Brissiaud, de commencer à enseigner la notion de quantité avec des petites collections ne dépassant pas trois éléments (Brissiaud, 2007).
Anne Chevalier évoque également ceci : Il faut rappeler que la connaissance des mots-nombres n'assure en rien une connaissance des nombres. Toutefois, une fois acquise comme une liste stable de mots successifs, elle permet d'exercer le comptage en vue du dénombrement (Chevalier, 2020, p. 59)**.**
Et Dehaene (2018) indique ceci : Si nous ne disposions que d'un sens approximatif du nombre, comme les autres animaux, nous serions incapables de distinguer 11 de 12. La précision raffinée de notre sens des nombres, nous la devons à l'éducation - et sur elle repose toute la construction des mathématiques (p. 175).
Un premier travail viserait donc la mémorisation des représentations structurées des petits nombres et cet enseignement débute dans les petits degrés.
De nombreuses expérimentations montrent que, lorsqu'elle intervient précocement, la scolarisation transforme la vie : suivis pendant des décennies, les enfants de milieu défavorisé qui bénéficient d'interventions précoces voient leur vie bouleversée dans tous les domaines, qu'il s'agisse du QI, du revenu moyen, de la santé ou même de la criminalité (Dehaene, 2018, p. 202).
Intervenir tôt afin d'éviter de créer un creuset dans l'acquisition de la numération paraît important. Les recherches en psychologie de l'éducation démontrent le bien-fondé d'un

enseignement de l'arithmétique qui favorise l'établissement de modèles mentaux concrets des nombres (Dehaene, 2010, p. 159).
Dias quant à lui s'attache au processus d'apprentissage du nombre, qu'il reconnaît comme "matière première de toute activité mathématique" (Dias, 2015, p. 121). Dans le contexte scolaire, pour l'accès au nombre les élèves passent par des actes concrets sur du matériel concret également. Pour Dias encore : "Ceci représente une phase fondamentale du processus d'apprentissage." (Dias, 2015, p. 122). Ainsi l'élève doit ranger, comparer, classer ce qu'il peut manipuler. Puis progressivement il accèdera au symbolisme qu'il pourra encore manipuler.

Ainsi, ma discussion de départ concernant l'acquisition de la numération se trouve concernée par plusieurs éléments. Tout d'abord, le premier élément à prendre en considération est que l'enfant arrive à l'école avec des notions perçues dans son environnement et déjà affinées. Certains ont dépassé le stade du subitizing et ont accédé à un début de numération, d'autres n'ont pas eu les expériences nécessaires pour différentes raisons et ne sont encore qu'à la perception de ces trois unités.
Ensuite, le nombre étant à la base des apprentissages mathématiques scolaires, son processus d'apprentissage est important. Si ce dernier est défaillant, cela pourrait conduire à des difficultés. Il apparaît alors que cet apprentissage doit être signifiant pour l'enfant, sans précipitation, pour le mener progressivement aux nombres écrits, symboles mathématiques.
Mais il y a encore Baruk qui propose une approche de la numération différente de ces courants. A partir de ce qui se voit, s'entend, se dit, ou s'écrit, Baruk, dans un souci permanent de cohérence, propose de construire ce savoir à partir de la langue commune, pour aller vers la langue spécifique des mathématiques.

> Ce qui, depuis bien longtemps, me semble donc être en jeu, et de façon cruciale, donnant accès ou non aux significations que proposent chiffres et nombres, c'est d'abord l'enseignement de la numération (Baruk, 2016, p. 16).

Voici les propositions de cette pédagogue et chercheuse en mathématiques.

1.3. Propositions de Stella Baruk

1.3.1. Généralités

> Enseigner les mathématiques, c'est essayer de transmettre un savoir qui n'a rien d'immédiat pour *personne.* Transmettre ce savoir, c'est essayer de le donner à *comprendre*, à l'apprécier dans sa spécificité, dans sa singularité (Baruk, 2018).

Chercheuse en pédagogie des mathématiques, Stella Baruk a débuté comme enseignante de mathématiques en France à la fin des années 50. Elle a d'abord travaillé au niveau collège et lycée puis, dans des instituts médico-pédagogiques ou centres de soins et d'éducation accueillant des enfants et des adolescents présentant une déficience intellectuelle liée à des troubles neuropsychiatriques. Elle reconnaît alors les difficultés liées à l'enseignement des mathématiques et cherche à développer de nouvelles méthodes d'enseignement. Elle publie un premier ouvrage intitulé *Échec et maths* en 1973 qui la met en avant par ses propositions. Elle introduit son ouvrage par cette phrase "il n'y a pas de raison à l'échec en maths, il n'y a que des raisons" (Baruk, 2017). Elle y livre une réflexion sur le statut réel des mathématiques et dénonce la transformation des élèves en "automathes". Depuis ce livre, elle n'aura de cesse de dénoncer l'enseignement mathématique dénué de sens, la pression de l'évaluation qui sanctionne l'élève et l'empêche d'évoluer sans crainte, le statut de l'erreur qui doit être analysé afin de comprendre ce que l'élève a compris et pourquoi il l'a ainsi compris. Au fil des années, elle promeut un enseignement des mathématiques basé sur la langue et le sens. Elle insiste aussi sur la conviction qu'il faut avoir dans les capacités de l'enfant.

> Il faut avoir une certitude en béton : si un enfant est capable de distinguer un train d'un autobus, de fermer la porte si on le lui demande, et de raconter ce qu'il a fait à la récréation, il est susceptible de manier de l'abstraction. Il faut donc proscrire tout soupçon d'inaptitude (Baruk, 2021, p. 14).

Après plusieurs années de constat des difficultés d'élèves en mathématiques et plusieurs ouvrages à son actif, elle publie *Comptes pour petits et grands, volume 1, Pour un apprentissage du nombre et de la numération fondé sur la langue et le sens, et un volume 2, Pour un apprentissage des opérations, des calculs et des problèmes fondé sur la langue et le sens,* en 2003. Le premier volume propose alors de rendre cohérentes les relations existantes entre les nombres et leur usage courant et scientifique. En 2021, cet ouvrage est réimprimé et Stella Baruk ajoute :

> Les démarches décrites ici sont donc aujourd'hui inscrites au sein d'un demi-siècle de pratique de terrain, de réflexion et de "théorisation" et confortées par

> deux décennies de confirmations apportées par celles et ceux qui les ont mises en pratique, y intégrant leur propre expérience et réflexion (Baruk, 2021, p. 7).

Dans ce travail portant sur la numération, je vais rendre compte des propositions de cette chercheuse et pédagogue quant à l'enseignement de la numération en mathématiques. A ce propos, elle dit :

> La numération, constitutive de tout le domaine du numérique, nécessairement imposée de façon précoce, est cause de beaucoup d'échecs, car elle est difficile. Or c'est d'elle dont dépend le capital numérique à venir des élèves (Baruk, 2011).

1.3.2. La manière et la matière

Pour Baruk, il faut donner du sens aux nombres, en s'appuyant sur les ressources de la langue; il faut reconsidérer la matière, en reconsidérant la manière, c'est-à-dire que l'erreur devient alors source de questionnement sur la nature et la forme du savoir mathématique que l'on souhaite transmettre. Ainsi, le travail d'enseignement de la numération est "une constante construction et élucidation du sens, croisant réalité et idéalités, sens commun et sens mathématique, celui-ci naissant de celui-là, ou l'accompagnant ou s'y opposant" (Baruk, 2012, p. 3). On pourrait dire que si un groupe d'enfants commet les mêmes erreurs, on peut soit savoir que ces erreurs sont inhérentes à la matière, les mathématiques, soit que ces erreurs sont en lien avec la manière dont l'enseignant a expliqué ou montré. L'enseignant doit ainsi prendre la mesure de ce qu'il souhaite enseigner, mais aussi la mesure de ce qu'il est et de la manière dont il transmet.

> Si dans un livre sur la numération j'aborde des sujets qui semblent plutôt réservés à une éthique qu'à une pédagogie, c'est que, je le répète, *faire* et *être* sont indissociables (Baruk, 2021, p. 19).

Il est important donc de prendre en compte ce fait que, lorsque l'on enseigne, on agit, on fait, mais qu'on ne peut séparer ceci de ce que l'on est. Je rejoins cette idée de Baruk de l'indissociabilité de faire et être. Concernant cette idée de Baruk, je rapproche celle de Bucheton (2021) :

> L'enseignant est comme le capitaine d'un bateau. Son expérience lui permet de prendre, à grande vitesse, toutes les décisions nécessaires, d'éviter les écueils, de prévoir la météo, de résister aux grands vents, parfois aux mutineries de l'équipage. C'est une lourde responsabilité, très solitaire. L'enseignant s'ajuste aux situations, fait des choix impossibles à prévoir dans le détail : de tâches, de stratégies, de dispositifs, de postures d'étayage. Cela demande une forte part d'improvisation et de créativité dans l'action. Elle ne surgit pas ex nihilo, mais prend sa source dans l'histoire personnelle et professionnelle de chacun (Bucheton, 2021, p. 119).

1.3.3. La langue

Les nombres appartiennent à la langue première de l’enfant. Il les connaît avant d’entrer à l’école, parce que mille fois entendus, ils font partie du langage courant. Dès qu’il est en âge de parler, l’enfant utilise les nombres. Cette utilisation fait partie de la langue commune. Or, à l’école, en mathématiques, les nombres et leur langue deviennent spécifiques. Cet apprentissage doit permettre à l’élève de connaître la langue mathématique et ses particularités. Il faut différencier ce qui est de l’usage courant de la langue des nombres de ce qui est de l’usage mathématique. Stella Baruk invite à sortir de ce qu’elle nomme l’opacité numérique.

> Ce que j’appelle l’”opacité numérique” dans laquelle se débattent tant d’élèves dès le CP, est donc un lourd handicap, bien plus lourd à porter dans l’accès au savoir, et donc à la socialisation par l’école d’un enfant quelconque, que le poids des “problèmes” psychologiques ou sociologiques dont il est éventuellement victime (Baruk, 2021, p. 20).

Il est indispensable pour Baruk d’apporter à l’enfant des garanties de sens. Pour cela, elle propose de rendre le tout cohérent, c’est-à-dire de mettre en lien explicitement ce que l’enfant voit (par exemple les points du dé), ce qu’il entend (par exemple le mot “cinq”), ce qu’il sait (l’enfant n’arrive pas à l’école vierge de toutes connaissances) et ce qu’il peut lire (le mot “cinq” écrit). Dès les premières leçons, puis progressivement à mesure que l’enfant grandit, il faut lier l’apprentissage de la langue à celui de la langue mathématique ou comme l’appelle Baruk, de “la langue numérique”. La langue mathématique s’élabore à partir de la langue courante.

> Ainsi, progressivement, la rigueur d’expression mathématique ainsi que celle de la langue française se construit par proximité, analogie ou opposition. Distinguer deux langues permet de distinguer deux domaines d’effectuation de la pensée (Baruk, 2004, p. 412).

Donc, apprendre aux enfants à lire et écrire les nombres se fait en passant par la langue. Or, la numération est utilisée dans la langue courante, mais avec parfois des significations différentes. En effet, par exemple, les mots nombres, numéros, chiffres sont souvent utilisés indifféremment. En écoutant la radio, l’enfant peut entendre ces mots utilisés dans bien des contextes différents. Il s’agit alors, pour que la langue mathématique puisse s’enraciner de rendre clair ces notions.

> C’est donc la langue maternelle qui assure la circulation de sens. C’est par elle qu’il faut se faire entendre, et c’est d’elle qu’il faut contrôler ce qu’elle donne à entendre. Car elle est le premier lieu de pensée organisée, d’abstraction, de conceptualisation. Elle est le réservoir de toutes les significations présentes, et à venir. C’est elle qui transmet donc à l’entendement, dans ses propres termes, choses vues et entendues (Baruk, 1985, p. 155).

1.3.4. Le sens

Pour Baruk, l'enfant arrive à l'école avec des connaissances dont il faut tenir compte. Elle désigne par langue numérale tous les mots qui mettent en jeu des nombres et par langue numérique la traduction chiffrée de ces expressions numérales. A ce propos, elle dit que "l'apprentissage du numérique tel qu'il se fait sur les cent premiers nombres met le sens dans un péril mortel. Le péril vient évidemment des contradictions où va être mis l'entendement aussitôt que va surgir l'écriture chiffrée" (Baruk, 1985, p. 241). Il faut enseigner à l'enfant que la langue mathématique est la seule à avoir deux écritures, celle chiffrée (37) et celle en mots (trente-sept).

> Enseigner les mathématiques suppose de savoir les mathématiques et de savoir parler de sa propre langue. Parler et faire parler en passant explicitement de l'une à l'autre se fait par nécessité, en situation, à partir du désir, et de la possibilité de transmettre du sens (Baruk, 2004, p. 390).

C'est par la nécessité de l'utilisation de la numération que l'enfant va avoir envie et mettre du sens à ses apprentissages. Par exemple, en organisant une sortie pour deux classes, l'enfant doit connaître le nombre d'élèves pour commander les petits pains du goûter.

> Donner à tous ces petits accès au nombre, aux nombres, et à la numération est une tâche ardue, mais passionnante. Avec un constant souci d'attention à l'*intelligibilité* de ce qui leur est proposé, et avec cet amour d'un métier qui est un des plus beaux du monde, on peut avoir le privilège de les accompagner dans ce monde des signes, qui plus que jamais aujourd'hui, où il est un "bain" dans lequel nous sommes tous plongés, se doit d'être un monde de sens (Baruk, 2021, p. 225).

Autrement dit, le travail d'enseignement de la numération doit être un acte précis et clair, afin que le sens puisse émerger pour l'élève.

1.3.5. Les erreurs

De manière insoupçonnée, les adultes peuvent produire du flou, un contexte ambigu, penser que cela “va de soi”. Donc, les erreurs des enfants sont des réponses qui rendent compte de ce qui a été compris dans l’enseignement proposé.

> Prendre en compte la langue et le sens, c’est affronter leurs possibilités “infinies” de se combiner pour produire du souhaitable, mais aussi du non souhaité (Baruk, 2021, p. 21).

Dans sa classe, on peut produire un discours qui induit des erreurs ou des incompréhensions chez les élèves. Si chaque fois que l’enseignant veut parler d’un nombre il utilise le mot “chiffre”, des élèves ne comprendront pas la différence de signification et cela pourrait les mettre en difficulté plus tard, lorsqu’il faudra trouver le chiffre des unités d’un nombre par exemple.

De plus, il existe une conviction de l’existence d’inégales dispositions socio-culturelles qui empêche le travail sans cette pensée. L’intelligibilité de ce que l’on souhaite que l’élève ait compris n’est pas remis en cause, c’est l'intelligence de l'élève qui l’est. La bosse des mathématiques n’existe pas, cette idée reste cependant très présente dans ce domaine.

Et se dire que, dans ce domaine, tout ce qu’on pourra dire de l’intelligence d’un enfant ne renverra qu’à l’*intelligibilité* de ce qui lui aura été proposé (Baruk, 2021, p. 14). Cette idée déterminante est loin d’être admise. Alors que, pour Baruk, l’erreur de l’enfant n’est que la révélation d’une compréhension. Il est nécessaire de questionner l’enfant afin de saisir ce qu’il a compris afin d’établir ensuite avec lui ce qui devait être compris.

> L’erreur, dont je n’arrive même plus à penser qu’elle est une erreur quand elle est “fraîche”, tant elle est l’auxiliaire la plus sûre de qui enseigne, à qui elle renverra les ambiguïtés de la langue utilisée, les imprécisions d’une formulation, les interrogations sur les “objets” du savoir (Baruk, 2011).

En CP et CE1, ce qui correspond dans le système suisse à la 3H et 4H, il n’y a pas d’erreurs pour Baruk. Les erreurs doivent être mises en évidence et sereinement discutées. Ainsi, les enfants n'auront pas honte à en faire état et pourront en prendre la correction. Baruk, pour ces degrés, ajoute qu’il ne doit pas y avoir de repérage des erreurs, pas de consigne, pas de “faire comme le modèle”, pas de prime à la rapidité. Il n’y a pas d’erreurs, il n’y a qu’apprentissage et réactions des enfants (Baruk, 2004, p. 413). En fin de compte, ce que produit l’enfant n’est que la réponse à ce que l’adulte lui a enseigné. Pour revenir aux mots “chiffre” et “nombre”, s’ils sont utilisés sans distinction de sens, l’élève ne pourra jamais comprendre leur différence et se trouvera dans la situation de les utiliser au hasard.

1.3.6. Le nombre

> Ce que l'enfant sait déjà doit être clarifié afin qu'il puisse évoluer dans la progression en mathématiques avec des notions claires tout au long de son parcours. Une relation première au nombre doit pouvoir donner au nombre naturel de l'enfance le même statut que tous ceux qu'il rencontrera dans des études secondaires ou énièmes (Baruk, 2004, p. 404).

Cette citation de Baruk explique bien que l'enfant tout d'abord n'arrive pas à l'école sans connaissance des nombres, mais que cette connaissance mérite des clarifications. Comme par la suite dans son parcours scolaire, l'enfant reçoit des explications théoriques sur les nouvelles études, la numération mérite le même travail d'explicitation.

1.3.7. Nombres et nombres-de

Un nombre est un élément d'un ensemble de nombres (Baruk, 2021, p. 28). Cette définition mérite un développement. En effet, pour Baruk (2021), en mathématiques, un nombre n'est pas un numéro. Les numéros ont une fonction de repérage et on ne peut agir ou opérer sur eux. Un nombre n'est pas une quantité ; il ne la désigne pas non plus, ni ne l'exprime, ni ne la représente. Certains caractères d'une quantité peuvent s'exprimer grâce aux nombres, mais doivent en être distingués : pour cela, il suffit que des nombres suivis de ce qu'ils comptent, évaluent ou mesurent soient appelés des nombres-de. Aux entiers "naturels" dont l'origine se perd dans la nuit des temps, ont été ajoutés d'autres ensembles de nombres apparus dans l'histoire de l'humanité. L'histoire mathématique continue et d'autres ensembles sont susceptibles d'être "construits". Les différents ensembles de nombres ont été hiérarchisés pour en faciliter l'enseignement, les entiers naturels étant à l'origine. A ceci près que nos lointains ancêtres, lorsqu'ils comptaient des cailloux, des bisons ou des personnes ne manipulaient évidemment que des nombres-de (Baruk, 2021, p. 32).
Un nombre est donc un élément d'un ensemble de nombres.
Il y a ainsi une distinction fondamentale entre nombre et nombre-de. Un nombre n'est qu'une idée, il permet de se représenter une quantité ou d'imaginer. Un nombre-de chaises, fenêtres, enfants ou quoi que ce soit d'autre est un ensemble de différents éléments regroupés, écrit à l'aide de chiffres et représentant le nombre de ces éléments. Le nombre de chaises peut être quatre, il s'agit de quatre chaises, mais quatre est susceptible d'être un nombre d'autres éléments. Cependant, en mathématiques, quatre n'est qu'un nombre, un objet de pensée.
Les nombres suivis de ce qu'ils comptent, évaluent ou mesurent sont appelés les nombres-de. Cette dénomination rend compte des quantités. L'enfant peut déjà la connaître (un chat a quatre pattes) ou l'entendre (les banques ont fait trois milliards de bénéfice). Dans la phrase le chat a quatre pattes, quatre dit le nombre-de pattes du chat. C'est un nombre-de. Le nombre est une idée qui permet de se représenter une quantité. Si on dit quatre seul, ce n'est pas un nombre-de, ce n'est pas une quantité, c'est une idée ou idéalité.

De plus, les mots-nombres peuvent s'écrire de plusieurs façons. Baruk (2021) explique en effet que les nombres sont les seuls mots de la langue à avoir deux écritures. Ils sont soit en "mot" (par exemple quatre) soit en signes (4 ou IV). Ces signes proposent donc une écriture seconde, en regard à l'écriture en français, en mots. Afin de les nommer, Baruk désigne par la *langue numérale,* tous les mots, expressions qui mettent en jeu des nombres dans la langue tout court et *langue numérique* les écritures en chiffres.

1.3.8. Mots et chiffres

Pour Baruk, tout d'abord, les nombres se parlent. Elle dit que "le mode *premier* d'expression des nombres est celui des mots" (Baruk, 2021, p. 34)." L'enfant les a entendus et ils ont progressivement pris du sens. Ces mots entendus mettent en jeu un mode "cardinal", en nombres-de, dans tout ce qui rend compte de "quantités". Ce sont essentiellement des expressions offertes par l'apprentissage du langage : "ma main a cinq doigts", "cela coûte trois francs", "il est en vacances pour quinze jours", … Ces mots peuvent aussi mettre en jeu un mode "ordinal". En effet, il s'agit alors de repérage ou de numérotage. On parle ici de numéros de bus, de maisons ou de numéros de téléphone. Ces mots sont néanmoins des mots-nombres. Il y a encore pour Baruk (2021) le mode qu'elle qualifie de "gratuit", qui est celui de la comptine "qui compte".
On le voit, les mots-numéraux se parlent. Or il y a là une grande difficulté due à la langue. En effet, cette dernière utilise couramment "chiffre" au lieu de "nombre". On parle par exemple, du "chiffre de la population" ou du "chiffre du commerce". Ainsi, dans la langue commune, des notions différentes se mélangent. En revanche, en classe, en mathématiques, la distinction entre nombres, numéros et chiffres est essentielle. "Chiffre" au lieu de "nombre" est un abus de langage qui, s'il a sa justification dans ou par la langue courante, n'est pas admissible à l'école, où il est plus que répandu (Baruk, 2004, p. 77).

1.3.9. Ordinal et cardinal

L'apprentissage du nombre prend son sens par le "tissage" entre ordinal et cardinal. Pour Baruk, s'il y a une organisation, ce qui signifie qu'il y a possibilité de reconnaître tout de suite un nombre, c'est-à-dire d'en avoir un abord cardinal. Elle parle alors de nombrement. Par exemple, l'organisation des points sur un dé en croix, permet de reconnaître immédiatement cinq. Ce sont avant tout les représentations organisées qui permettent de percevoir le nombre. J'ai parlé du dé, mais avec les enfants on peut aussi parler des jeux de cartes, puis on peut leur en faire découvrir d'autres, comme le pentagone régulier. L'enfant peut ainsi "voir" le nombre de manière évidente.
Sinon, on se trouve contraint au comptage, c'est-à-dire à un abord ordinal et Baruk le nomme alors dénombrement. Pour la compréhension du nombre et une pratique aisée du calcul, Baruk propose ainsi de mieux "tisser" ces approches et de les proposer, en les opposant. Par

plusieurs exercices conduisant les élèves à constater qu'il est plus facile de reconnaître un nombre quand il est organisé en points ou en barres, on insiste sur la notion d'organisation, notion qui est ensuite utilisée avec les représentations des doigts de la main en barres.

1.3.10. Nombres et géométrie

Le nombre peut être organisé en l'associant au dessin géométrique et constitue ainsi une entrée dans le monde géométrique. Avec les petits nombres, une géométrie "de plaisir" apparaît selon Baruk (2012). Ainsi, les nombres peuvent être représentés par des points organisés en figure géométrique et ajouter alors à la connaissance du nombre, le plaisir des figures géométriques. Par exemple, cinq peut être représenté avec cinq points organisés qui, une fois reliés, forment un pentagone.

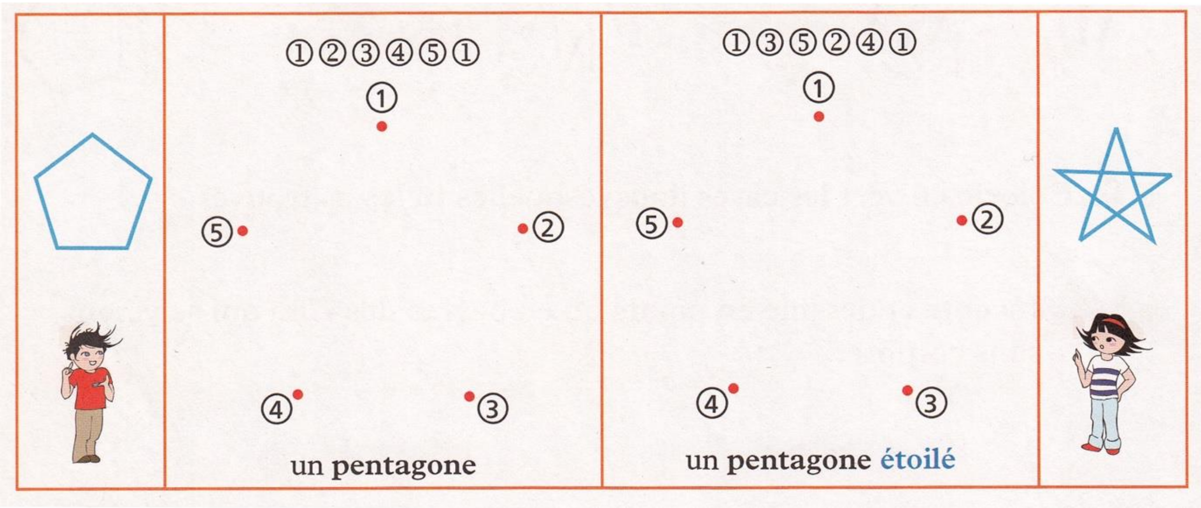


Figure 1 Géométrie du 5 (Cahier de l'élève p.14)

1.3.11. Différences entre les propositions de S. Baruk et enseignement actuel

Je relève ici les principales différences entre un enseignement traditionnel et celui de Baruk. Je me réfère au plan d'étude romand (PER) qui précise les objectifs à atteindre pour chaque cycle de la scolarité obligatoire. Les moyens d'enseignement ont été revus récemment, mais ils répondent aux exigences du PER et, en ce sens, suivent la progression déjà existante concernant la numération.

Dans le PER (2010), la découverte, la construction et l'utilisation du nombre sont précisés ainsi pour le premier cycle, de la 1H à la 4H :
MSN (Mathématiques et Sciences de la Nature) 12 – Poser et résoudre des problèmes pour construire et structurer des représentations des nombres naturels…
1 … en associant un nombre à une quantité d'objets et inversement ;
2 … en utilisant les nombres et les chiffres pour organiser des situations de vie ;

3 … en passant de l'énonciation orale du nombre à son écriture chiffrée et inversement ;
4 … en organisant les nombres naturels à travers l'addition ;
5 … en ordonnant des nombres naturels (pp.16-17).

Concernant les attentes fondamentales, au sujet de la construction du nombre, à remplir à la fin de la 4ème année Harmos, les enseignant(e)s s'appuient sur celles-ci :
L'élève…
… dénombre une collection d'objets dont le nombre est inférieur à 100 par comptage organisé ;
… constitue une collection ayant un nombre donné d'objets inférieur à 50 ;
… écrit en chiffres et récite (de manière fluide pour les nombres à deux chiffres) des séquences de la suite numérique ;
… compte de 10 en 10 jusqu'à 100, à partir d'un nombre donné ;
… passe du mot-nombre (oral) à son écriture chiffrée et inversement ;
… compare, ordonne, encadre, intercale des nombres inférieurs à 100 (p.17).

Il précise encore que les domaines numériques de travail sont pour les deux premières années les nombres familiers jusqu'à 12 et les nombres fréquentés jusqu'à 30, puis pour les deux années suivantes, les nombres naturels de 0 à 200 (p.16)

Finalement, le PER donne des indications pédagogiques à propos, plus spécifiquement, de la réussite du dénombrement par l'élève. Ainsi, il estime que la réussite du dénombrement par l'élève s'appuie sur plusieurs principes :
– Le fait de considérer chaque élément une seule fois et sans en oublier ;
– La stricte correspondance terme à terme ;
– La stabilité de l'ordre dans la suite des nombres de la comptine ;
– Le dernier terme fourni représente le cardinal de la collection ;
– Le degré d'abstraction est suffisamment élevé pour que l'hétérogénéité des collections n'ait pas d'incidence sur le dénombrement ;
– L'ordre dans lequel les éléments sont comptés n'a pas d'importance (p.17).

On peut encore y lire que « les élèves rencontrent deux obstacles épistémologiques importants : l'écriture de position et la signification de la position des chiffres, et la signification et le rôle du zéro » et il est ajouté que l'enseignant peut « pour aider à surmonter ces obstacles, recourir à des supports tels que : doigts, bande numérique, droite graduée, tableau des nombres, boulier, réglettes » (Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin, 2010, p. 17). C'est donc par la manipulation de matériel que l'élève pourra surmonter ces obstacles.

Comme la majorité des auteurs qui prônent une explicitation plus grande, Baruk la met également en avant, mais dans une approche différente. Elle se singularise par :

- un travail systématique sur la langue et le sens
- une progression innovante des contenus
- une utilisation des erreurs fondatrice du sens.

Ainsi, il faut constater que les propositions d'enseignement de la numération de Baruk ne correspondent pas à la manière linéaire et classique imposée dans le PER.
Pour Baruk, il s'agit de commencer l'enseignement de la numération par le cinq et de le poursuivre non pas de manière logique ou linéaire, mais de manière désordonnée, puis de remettre en ordre. Cependant, avant d'aborder cinq, un travail spécifique est initié sur la langue française et la langue mathématique. Les notions de chiffre, nombre et numéro sont différenciées, explicitées et exercées. Par exemple, avec de petites collections préparées à l'avance, on demande aux élèves combien de feutres y a-t-il, combien de cahiers, … On leur enseigne qu'un nombre-de répond à la question : combien de … ? Les mots-nombres sont alors suivis de ce qu'ils dénombrent. Ensuite, pour arriver au nombre qui est une idéalité ou, pour les enfants, une idée, on leur demande ce que c'est si on dit *trois* tout court. Ce ne sont ni trois feutres ni trois cahiers. Trois c'est une idée, dans la tête, qu'on peut représenter avec des points, des barres, … Le mot numéro peut arriver dans l'échange à ce moment et il s'agit alors de préciser aux élèves que le numéro sert à repérer quelque chose ou quelqu'un (bus, téléphone, adresse, place de parc, …). Ensuite, on peut jouer à se demander s'il s'agit de nombres-de, de nombres ou de numéros, rien qu'avec des images (maison ou bus avec son numéro, des pommes dans une assiettes, des cartes d'éléments différents, mais avec le même nombre d'éléments, …)
Dans ce premier travail, Baruk crée aussi les premiers liens avec la géométrie et la valeur positionnelle des chiffres. Elle propose par exemple pour le travail autour du cinq, de lier cinq points et de découvrir un pentagone ou un pentagone étoilé. Quant à la valeur positionnelle des chiffres, elle rend les élèves immédiatement attentifs à cela en leur expliquant que dans un nombre à deux chiffres, un dit la vérité et l'autre pas. En effet, selon sa position dans le nombre, le chiffre n'a pas la même signification. Ainsi "trente-sept" s'écrit avec un “3” qui vaut

trente et avec un “7” qui vaut sept, qui dit la vérité. Un développement s'ensuit ainsi que des exercices.
L’erreur doit avoir le statut de révélatrice de la compréhension de l’élève. Afin de permettre d’oser, de ne pas craindre l’erreur, il faudrait adopter une attitude de compréhension de l’erreur en découvrant ce que l’élève a compris de l’enseignement donné. Cette position reflète cette idée de capabilité déjà exprimée dans ce travail. Tout enfant a la possibilité d’accéder à la compréhension de la numération. Au lieu de décréter que ces enfants sont peu doués pour les mathématiques, il s’agirait plutôt de considérer qu'ils n'ont pas réussi leur première rencontre avec les nombres et d'aménager alors autrement cette première rencontre.

Dans le chapitre VII de l’essai introductif de son livre “Comment les enfants apprennent à calculer” (2003), Rémi Brissiaud dénonce les propositions de Stella Baruk. Pour Brissiaud, en ne s’intéressant pas au rôle de l’action, en considérant comme source principale du progrès chez l’enfant l’interprétation de la langue des nombres et en invitant à ne pas enseigner les nombres dans l’ordre conventionnel, Stella Baruk nie le rôle de l’action dans la conceptualisation arithmétique et l’apport de la psychologie constructiviste. Basée sur le livre *Comptes pour petits et grands (1997)* la critique de Brissiaud est divisée en trois parties.
Premièrement, il y a un processus d’abstraction dans l’apprentissage de la numération qui ne peut se résumer à la distinction langagière que Baruk propose entre “nombre et nombre-de”. Pour Brissiaud, il faut dans le dialogue entre l’enfant et l’adulte “s’intéresser conjointement à la nature syntaxique des mots-nombres dans les phrases qui sont prononcées (ce que S. Baruk appelle la distinction entre “nombre de” et “nombre”) *et* aux processus d’abstraction” (Brissiaud, 2003, p. 63).
Deuxièmement, Brissiaud considère que Baruk “dissocie trop la représentation des nombres et le raisonnement sur les nombres” (Brissiaud, 2003, p. 65). En effet, pour Brissiaud, le travail sur les nombres doit se faire conjointement avec l’étude du calcul et des opérations sur les nombres. Pour Baruk il s’agit de travailler d’abord la compréhension des nombres à partir de leur représentation langagière, c’est-à-dire en lien avec ce qu’elle appelle le su, le vu, le lu et l’entendu puis d’aborder ensuite le calcul et les opérations.
Et enfin, les propositions d’enseignement des nombres sans suivre l’ordre de Baruk sont qualifiées de contre-intuitives et Brissiaud ajoute que ”il convient de se méfier des fausses réussites chez les enfants qui se laissent “porter” par la régularité de la langue” (Brissiaud, 2003, p. 67). Il paraît clair qu’il n’est pas possible pour Brissiaud d’assimiler les concepts numériques selon les propositions de Stella Baruk.

Ainsi les propositions d’enseignement de la numération de Baruk ne correspondent pas à la manière linéaire et classique. Dans la pratique, voici comment cet enseignement est proposé.

1.4. En pratique

Baruk a commencé dès 1973 avec son ouvrage intitulé *Échec et maths* à questionner l'enseignement des mathématiques. C'est en 2012, avec *Mes premières mathématiques avec Némo et Mila CP*, paru chez Magnard qu'elle propose un guide pour l'enseignement des débuts en mathématiques. L'ouvrage aborde l'enseignement de la numération, des opérations et calculs, de la géométrie et des grandeurs et mesures. Chacun de ces quatre chapitres débute par une introduction théorique menant à l'explication des séances d'enseignement avec les enfants. Chaque leçon est ensuite détaillée. Ce travail se concentrant sur la numération, je vais développer uniquement ce premier chapitre.

1.4.1. Introduction à la numération

Dans cette première partie, Baruk développe les notions théoriques qui sous-tendent tout le travail à effectuer en numération. Pour elle, il s'agit des bases sur lesquelles l'enfant s'appuie et qui permettent le développement de la suite des apprentissages en mathématiques.

> La numération, … est au sens propre, fondatrice de l'"avenir numérique" des élèves. Et dans cette fondation les "briques élémentaires" sont les nombres de 1 à 9. Connaître ces nombres comme des entités familières, ayant chacune sa personnalité, sa figure, sa forme, ses propriétés est garant d'un apprentissage qui se sera donné les moyens d'édifier la suite sur des bases solides (Baruk, 2012, p. 11).

Un important travail est donc proposé autour de ces neuf premiers nombres. Il s'agit de les montrer, de les lire/écrire, de les voir et de les compter.

1.4.2. Avant dix

1.4.2.1. Présentation

Pour Baruk, la progression établie au cours des années, a consisté à commencer par les neuf premiers nombres et non par les dix premiers nombres, car de un à neuf, les enfants ont affaire à quelque chose de consistant qu'ils vont pouvoir connaître, reconnaître, représenter. Il apparaît nécessaire de créer cette perception du “nombreux” pour que l'enfant ressente le besoin du nombre. Ici Baruk dénonce l'enseignement traditionnel, linéaire, c'est-à-dire en commençant par 0 et en suivant la suite numérique. En effet, l'idée fondamentale est celle de l'organisation d'un nombre qui puisse donc être reconnue directement, sans avoir à compter, mais par le fait aussi que l'enfant peut se rassurer et tout de même le compter. On a donc tout à la fois, la possibilité de compter, quand quelque chose est non-organisé mais, si les représentations sont organisées, comme une organisation “sociale”, celle des points du dé, on “voit” et il n'est plus nécessaire de compter.

1.4.2.2. Construction des notions de base, reprise avec chaque nombre

Les nombres-de et les nombres renvoient à la double fonction de la numération, fonction sociale dans le monde qui nous entoure et fonction savante, de savoir mathématique.
Il s'agit là du premier travail que Baruk propose de mettre en place. Les premiers objectifs sont de rendre un dénombrement nécessaire en mettant en scène les raisons qui rendent les nombres-de nécessaires et susciter l'utilisation des mots de la quantité, ainsi que d'identifier et de représenter des nombres. La complexité qui règne dans le domaine de la “quantité” et du nombre est à l'origine de nombreuses confusions entre des notions différentes (Baruk, 2012, p. 20). Ainsi, dans cette première partie avec les enfants, il s'agira de découvrir les notions suivantes :
Un nombre-de répond à la question : combien de … ? (Baruk, 2012, p. 18).
Un nombre est une idée de quantité (Baruk, 2012, p. 18).
Autrement dit, si je demande combien de pattes à un chien, je réponds à la question “combien de” et je peux dire quatre. Le chien a quatre pattes. Il s'agit d'un ensemble homogène, je peux dire quatre pattes. Or si je dis simplement quatre, il ne fait pas référence spécifiquement aux pattes du chien. Il s'agit uniquement d'une idée de quantité. Elle peut être représentée par les pattes du chien, mais aussi par d'autres ensembles.
Un mot/nombre se *dit* d'une seule façon. Un mot/nombre *s'écrit* de *deux* façons : en mot(s), en chiffre(s). Les deux écritures d'un nombre se *lisent* d'une seule façon (Baruk, 2012, p. 19).
A ces enseignements, s'ajoute l'élaboration de stratégies. Il importera de mettre en évidence les perceptions différentes que propose une représentation, selon qu'elle est, ou non, *organisée* : organisée, “on voit tout de suite combien il y a”, autrement dit, on peut tout de suite *nombrer*, terme utilisé par Baruk pour désigner l'action immédiate de trouver la quantité

grâce à la possibilité de disposer les éléments de telle manière qu'il n'est pas nécessaire de compter ; non organisée, il faut compter (Baruk, 2021, p. 51). Pour ce faire, l'enseignement passe par une démonstration à l'enfant de l'utilité d'organiser les éléments.

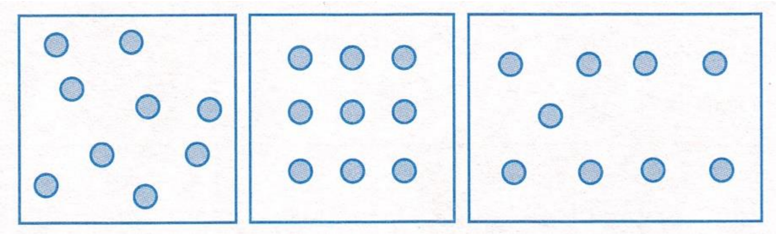


Figure 2 Organisation des éléments (Guide du maître p.13)

Ensuite Baruk propose de débuter le travail en numération autour du cinq. En effet, notre main étant composée de cinq doigts, on va l'utiliser comme pivot dans cet apprentissage. De plus, pour poursuivre avec l'organisation, une utilisation de barres puis des barres représentant les doigts sera introduite, on les nomme les barres/doigts.

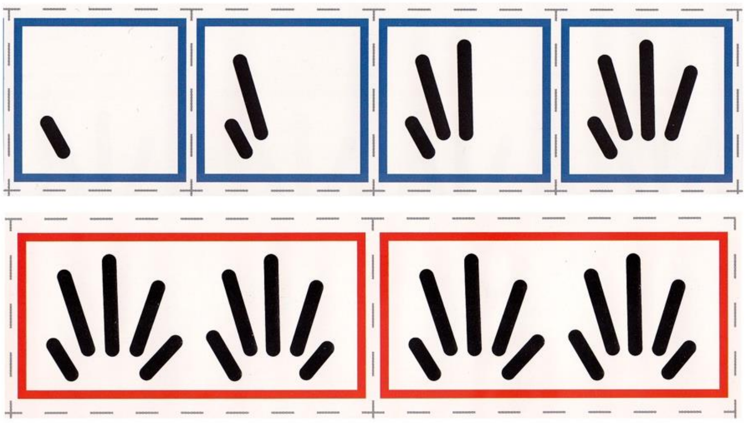


Figure 3 Exemple de barres doigts (Cahier de l'élève - annexe)

1.4.2.3. Cinq/5

Dans la progression des neuf premiers nombres, on ne va donc pas commencer par le un, ce dernier n'étant pas consistant. On commence par cinq/5. Ce choix n'a pas été fait au hasard. Il est une entité immédiatement reconnaissable aussi bien en nombre-de doigts qu'en son idéalisation en barres. Il est le pivot autour duquel les petits nombres vont s'organiser. Cinq est d'abord travaillé en nombre-de, puis en nombre et en mots et écritures.

L'objectif de ce premier travail est la reconnaissance de cinq en nombre-de et de savoir quand est-ce qu'un nombre-de a du sens.
Par une comptine (pour le cinq "Voici ma main, elle a cinq doigts"), en comptant les doigts d'une de ses mains, de l'autre, de montrer ces doigts.

Pour ce qui est de la question du sens, on travaille avec des collections. On va créer une discussion sur le sens et une autre sur la reconnaissance du nombre exact. Ainsi, on guide l'élève pour qu'il puisse dire cinq lorsqu'il existe une homogénéité dans la collection et qu'un terme transitif existe pour la nommer et que le nombre est exactement cinq. Par exemple, si je désigne une règle, une table, une banane, une chaussure et un feutre, je ne peux pas les compter ensemble, car je ne peux pas les regrouper sous un terme précis (trucs, choses ou éléments ne sont pas précis, mais une discussion peut s'ouvrir et il faudra alors se mettre d'accord sur l'acceptation ou non de ces termes). Je compte cinq, mais je ne sais pas de quoi il s'agit. Il n'existe pas de mot pour les qualifier et on ne dit pas cinq "quelque chose". Cependant, si je fais venir cinq enfants au tableau ou si j'aligne cinq tables, on peut les compter et dire "cinq enfants" ou "cinq tables".

Les objectifs de travail avec cinq en nombre sont la reconnaissance des représentations organisées et celles qui ne le sont pas dans le but de comprendre qu'un nombre peut être représenté en points ou en barres et qu'il est ainsi plus facile de le reconnaître quand il est organisé, sinon il faut compter.

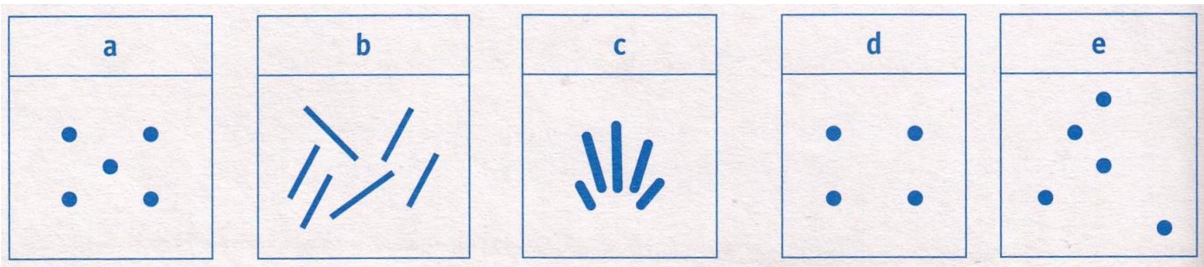


Figure 4 Exemple de représentation (Guide du maître p.26)

Afin de découvrir qu'un nombre se dit et s'écrit avec des mots différents dans chaque langue, on questionne les enfants qui connaissent une deuxième langue. On leur demande de dire et d'écrire en mot cinq. A la suite de cela, on montre que ce nombre s'écrit d'une seule façon en chiffre. Par exemple, après avoir vu cinq en français, si un élève parle allemand, on dit "fünf" et on écrit "f-ü-n-f". Or cinq va s'écrire d'une seule façon en chiffre, 5.
A cela s'ajoute la géométrie du cinq/5. Guidés par l'adulte, les enfants vont relier des points qui forment un pentagone. On explique que la figure ainsi dessinée s'appelle un pentagone, que chaque point est un sommet. On va également découvrir qu'en joignant les points d'une autre manière, on dessine un pentagone étoilé.

Tous les autres nombres avant dix vont se travailler selon ce modèle. En utilisant cinq/5 comme pivot, viendront dans l'ordre suivant : six/6, sept/7, puis quatre/4 et trois/3 et enfin les extrêmes, c'est-à-dire huit/8, neuf/9 puis deux/2 et un/1. Et alors on dispose des briques élémentaires de l'écriture des nombres.

> De un à neuf, les nombres ont en effet été explorés pour eux-mêmes, et devront avoir acquis cette “personnalité” quantitative et qualitative qui fera la spécificité de chacun. Dès lors qu’est entendu ou vu “huit”, il importe que plusieurs de ses divers rôles ou incarnations soient présents : il est “mot”, il est “nombre”, il est matérialisable en nombre-de, il est représentable en nombre, il est parlé, il est écrit ; il doit aussi avoir pris sa place dans la suite des nombres pour jouer un rôle ordinal, c’est-à-dire permettre de numéroter ou repérer (Baruk, 2021, p. 93).

Figure 5 Exemple de bandeau du 5 (Cahier de l'élève p.13)

Après ces premières découvertes, Baruk propose de passer à la lecture/écriture des nombres à deux chiffres. Pour elle, il s’agit de les présenter comme “une organisation systématique, effective ou imaginée, d’une quantité de “uns”” (Baruk, 2021, p. 101).
Une fois les nombres à un chiffre terminés, ce qui devient essentiel, c’est l’écriture de nombres qui vont être des nombres à deux chiffres. Un chiffre peut avoir une deuxième signification. Un trois, c’est un trois, mais si j’écris un chiffre à droite, cela devient trente. C’est un passage crucial qui peut être mis en scène afin de “rendre le “combien” aisément perceptible” (Baruk, 2021, p. 102).

1.4.3. Nombres à deux chiffres

> Si donc on veut donner du sens à ce qui s'écrit, il importe avant tout que l'enfant puisse reconnaître dans ce qui se dit autour de lui et qui se trouve dans son entendement, la façon dont s'organise le nombre (Baruk, 2021, p. 103).

Pour que l'enfant comprenne l'organisation des nombres à deux chiffres, Baruk insiste sur le lien avec le quotidien de l'enfant, ce qu'il vit. Elle suggère d'utiliser les situations de vie comme prétexte pour apprendre l'écriture chiffrée des nombres. Ce qui est surtout à relever dans la suite de ces propositions, c'est celle de ne pas aborder les nombres à la suite et de laisser ceux de dix à vingt-neuf pour plus tard, ce que Baruk explique ainsi :

> Le plus difficile de la numération - et donc de son enseignement - est la "tranche" de dix à cent, à cause, principalement, de l'écart entre ce qui se dit et ce qui s'écrit, et aussi, lorsqu'on procède de manière traditionnelle, de l'impossibilité de donner à entendre et à comprendre la raison d'être d'une numération à base dix. De ce fait, difficiles parmi les difficiles sont les nombres de dix à vingt, constituant une espèce de "sas" hérissé de pointes dont beaucoup d'enfants ont du mal à sortir, ou alors gravement écorchés. Cette épreuve est traditionnellement ce qui attend les enfants en premier : c'est pourquoi nous ne l'aborderons qu'une fois entraînés à lire/écrire des nombres qui laisseront plus volontiers apparaître du sens, et de la cohérence entre le lu, le su, le vu et l'entendu (Baruk, 2021, p. 108).

Ainsi, après avoir travaillé les neuf premiers nombres, le travail se poursuit avec le trente-sept.

1.4.3.1. La famille des trente et l'arrivée du zéro

Dans cette découverte, il s'agit de montrer aux enfants que les nombres qui s'écrivent avec plus d'un chiffre ont une organisation due au nombre de doigts de nos deux mains et qu'un même chiffre va, en changeant de place, changer sa signification. La langue parlée étant la langue première, c'est à partir d'elle et de sa logique que Baruk propose de commencer.
Pour ce faire, il faut mettre en jeu du nombreux et c'est cette fois le trente qui va servir de pivot. Baruk propose de commencer par trente-sept, car "trente-sept est le plus adéquat des nombres entre trente et trente-neuf, "imposant" pour ainsi dire à l'œil et à l'oreille les chiffres avec lesquels il s'écrit" (Baruk, 2012, p. 63). Dans le système décimal, les nombres ont une organisation autour du nombre de doigts de nos deux mains. Or, si l'on procède de manière traditionnelle et continue, c'est-à-dire que l'on poursuit après neuf, par dix, onze, ..., il est difficile de comprendre et d'entendre la raison d'être d'une numération à base dix. Avec trente comme pivot cette fois-ci (cinq était le pivot pour la numération avant dix), il y a du nombreux, du consistant et, à l'oreille, trente permet d'entendre l'organisation décimale. On établit ainsi une relation de confiance entre mot et chiffre. En disant TRente, on peut entendre le début de TRois, en disant QUArante, celui de QUAtre et ainsi de suite. Pour une coïncidence efficace, on débute avec trente-sept. Par une petite mise en scène pour l'organisation d'un goûter

scolaire, les enfants vont découvrir l'organisation des étiquettes des barres-doigts de dix. En montrant clairement et énergiquement trois fois ses dix doigts et une fois sept doigts, on disposera trois étiquettes doigts de dix puis l'étiquette des sept doigts, déjà connue.

Une fois que les enfants savent écrire et montrer tous les nombres de trente et un à trente-neuf, on aborde l'arrivée du zéro. Le “trente” de la langue parlée ne fait donc appel dans l'écriture chiffrée qu'au seul “3”, lequel “3” ne vaut trente que parce qu'il a changé de place (Baruk, 2012, p. 64). Ce changement de place nécessite ainsi un signe particulier, car “on n'a que trente” et ce signe est le zéro “qui doit donc apparaître comme n'accompagnant le 3 que *lorsqu'on n'a rien à dire après* trente (Baruk, 2012, p. 64).

1.4.3.2. La fenêtre des trente à soixante (en Suisse à nonante)

Après avoir pris son temps pour comprendre l'écriture à deux chiffres avec la famille des trente, Baruk continue avec toutes celles des …ente, …ante, c'est-à-dire jusqu'à soixante. La langue utilisée en France pour la suite de la numération apparaît ensuite comme un système vigésimal, c'est-à-dire un comptage par vingt. La langue s'exprime par vingtaine, alors que son écriture chiffrée continue à utiliser les dizaines, par exemple on écrit soixante-dix-neuf en mots et 79 en chiffres. Ce n'est pas le cas en Suisse. Notre langue continue de se référer aux dizaines oralement, avec le septante, huitante et nonante. Le travail que Baruk propose ainsi jusqu'à soixante peut se poursuivre alors jusqu'à nonante. Dans nos classes, le huitante est utilisé. On pourrait évoquer le quatre-vingts qui est parfois entendu en expliquant le principe vigésimal, c'est-à-dire un comptage par vingt. La langue, ce qui s'entend, est basée là-dessus, mais l'écriture chiffrée continue avec les dizaines. Il s'agit donc d'un changement de logique que Baruk conseille d'évoquer frontalement par explicitation et exercices.

1.4.3.3. La descente sur vingt et dix

Après avoir rendu l'expérience des nombres à deux chiffres “confortable”, car les enfants ont pu découvrir la nécessité d'une organisation positionnelle et la fiabilité de la langue qui rend compte du nombre, il faut aborder vingt et dix qui ne donnent pas à entendre leurs racines et avec lesquelles on ne peut pas poursuivre avec la terminaison -ente/-ante.
Cet enseignement se fait par appauvrissement, c'est-à-dire en ôtant les étiquettes des barres/doigts pour qu'il n'en reste que deux. Avec une petite comptine qui fait souffler le vent et s'envoler des étiquettes des barres/doigts de dizaine une à une devant l'enfant, il ne reste alors plus que deux étiquettes de dix. On évoque que l'on n'entend pas deux lorsqu'on dit vingt. La découverte se poursuit jusqu'à dix, avec une attention particulière aux nombres que Baruk nomme les “cachottiers”, ceux qui ne laissent que très peu transparaître leurs écritures, les nombres de onze à seize.

1.4.3.4. Remise en ordre des dizaines successives

Les nombres plus difficiles du “début” ayant été ensuite travaillés, il faut procéder à une remise en ordre en commençant par le commencement : un, deux, …

Quant à la progression dans tout ce travail sur la numération, Baruk écrit “on aura pris le temps qu’il faut pour qu’elle soit solide, transparente” (Baruk, 2004, p. 414). Ainsi, le rythme d’enseignement va accompagner celui des enfants. Si une étape nécessite plus de temps, on a donc la possibilité de s’y attarder.

Ainsi, l’enseignement de la numération pour Baruk peut conduire l’élève à de subtiles confusions s’il n’est pas mené en considérant les chiffres en lien avec le langage et son pouvoir d’évocation.

> Mais réduire trop vite les nombres à n’être *que* chiffres risque paradoxalement de les vider de leur substance, et aborder trop tôt leurs « assemblages », de leur faire perdre leur sens (Baruk, 2016, p. 59).

Il faut prendre le temps de bien découvrir et connaître chiffres et nombres. Cette auteure propose alors de rendre cohérent pour l’enfant ce qu’il sait déjà, ce qu’il voit (les écritures en mots et en chiffres) et ce qu’il entend. Ce qui me conduit à poser ma question de recherche.

1.5. Question de recherche et objectifs de recherche

Ma question de recherche se traduit ainsi :

Est-ce qu’un enseignement de la numération basé sur la langue et le sens selon Stella Baruk permet aux élèves en difficulté dans ce domaine d’améliorer leurs performances ?

Ce que j’aimerais savoir par ce travail, c’est si mes élèves de 4H arrivent à mieux performer dans le domaine de la numération après avoir reçu un enseignement tel que le propose Stella Baruk dans sa méthode “Mes premières mathématiques avec Némo et Mila” (2012) et ceci en suivant strictement ce qu’elle propose dans le guide du maître accompagnant la méthode.

J’émets ainsi l’hypothèse suivante :

Avec un tel enseignement, les élèves pourront améliorer leurs compétences en numération. Il s’agira de vérifier si tel est le cas, quels domaines seront les plus impactés : le comptage, le dénombrement ou la compréhension du système numérique.
Si les compétences ne sont pas améliorées, quelles conclusions seraient possibles.

2. Méthodologie

2.1. Fondements méthodologiques

Dans le cadre de ce mémoire professionnel, j'ai choisi une recherche nomothétique. “Le but de ce type de recherche est le développement de raffinement des connaissances théoriques” (Maren, 2003, p. 23).
Toujours selon Van der Maren (2003), il n'y a pas de recherche s'il n'y a pas une interrogation pour laquelle on ne dispose pas de réponse. Mon interrogation se situe autour de la numération. En effet, je me demande que proposer aux jeunes élèves qui rencontrent déjà des difficultés en numération qui leur permettrait de les surmonter ? Est-ce qu'un enseignement particulier serait susceptible de les aider à pallier ces difficultés ?
Pour cette recherche, je choisis le paradigme pseudo-expérimental. En effet, ceci me permettra de déterminer si dans le cadre de mon travail d'enseignante de soutien, l'enseignement pratiqué peut aider les élèves en difficulté en numération. Autrement dit, enseigner la numération selon les propositions de Baruk aux jeunes élèves en difficultés mathématiques peut représenter un outil de plus pour le soutien avec ces enfants.
La logique de construction des connaissances scientifiques va reposer sur l'observation et la description des performances au pré-test et post-test, ainsi que celles des résultats individuels des élèves soumis à l'enseignement selon les propositions de Baruk (2012).

Le pré-test, passé par 35 élèves, permettra de créer deux groupes d'élèves en difficulté dans ce domaine, un groupe expérimental et un groupe témoin. Ces deux groupes devront être comparables au niveau des résultats, mais les résultats devront être significativement en dessous de ce qui est demandé aux élèves du même âge. Avec un des deux groupes, le groupe témoin, l'enseignement traditionnel continuera et l'autre groupe, le groupe expérimental, sera soumis à un enseignement de la numération basé sur la langue et le sens, à raison de deux rencontres hebdomadaires de cinquante minutes sur 10 semaines. A la fin de l'expérimentation, un post-test est passé pour chacun des élèves des deux groupes sélectionnés et les résultats pourront être analysés.

Ainsi, en tant que chercheuse, je souhaite, par cette méthode, observer une possible relation entre l'enseignement différencié proposé et l'amélioration éventuelle des performances en numération.

2.2. Nature du corpus

2.2.1. Construction du pré-test et post-test

Le test a été construit en fonction du PER (Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin, 2010) et inspiré du TEDI-MATH (Van Nieuwenhoven, 2001), qui est un test diagnostique des compétences de base en mathématiques utilisé par les logopédistes dans le cadre de leur travail d'évaluation. Le PER (2010) a été choisi, car il définit les objectifs d'enseignement ainsi que les attentes fondamentales de chaque cycle scolaire et c'est en se basant sur ce document que les enseignants évaluent leurs élèves.

Le test est divisé en trois parties :

1. le comptage (Annexe 1 Modèle test partie comptage)
2. le dénombrement (Annexe 2 Modèle test partie dénombrement)
3. la compréhension du système numérique (Annexe 3 Modèle test partie compréhension).

Une feuille récapitulative des totaux obtenus complète le test (Annexe 4 Modèle test totaux).

1. Le comptage

Dans cette partie orale, l'enfant doit compter en fonction de la demande.
En premier lieu, je choisis de ne pas demander à l'enfant jusqu'où il sait compter, car ce travail est laborieux et il se pourrait que l'enfant soit distrait ou fatigué par ce fastidieux enchaînement. Cela ne serait pas fiable.

1.1. Comptage avec borne inférieure
Je demande à l'enfant de compter depuis 7, car ce dernier ne provoque pas un automatisme dans le comptage comme 10 pourrait le faire. Je l'ai choisi en dessous des nombres entre 11 et 16, car cette partie peut s'avérer compliquée pour certains enfants et je pourrai ainsi les repérer.
J'ai noté ce comptage par section de 10, sachant que, l'enfant arrivant à 50 obtient 5 points ; de 49 à 40, 4 points ; de 39 à 30, 3 points ; de 29 à 20, 2 points ; jusqu'à 20, 1 point.

1.2. Comptage avec borne supérieure

Je demande à l'enfant de compter jusqu'à 25. Je lui précise qu'il doit s'arrêter à ce nombre. Je note 1 point si l'enfant compte et s'arrête à 25, seul.

1.3. Comptage avec borne inférieure et supérieure

a) L'enfant doit compter de 15 à 30. Je lui précise qu'il doit débuter à 15 et s'arrêter à 30. Je note 1 point si l'enfant part de 15 et s'arrête à 30, seul.
b) L'enfant doit compter de 73 à 88. Je lui précise qu'il doit débuter à 73 et s'arrêter à 88. Il y a ici de plus grands nombres, car les enfants chez qui le comptage n'est pas sûr ont des difficultés avec les grands nombres.
   Je note 1 point si l'enfant part de 73 et s'arrête à 88, seul.

1.4. Comptage à rebours

L'enfant doit compter depuis 25, à rebours. Il est possible de préciser le vocabulaire, par exemple dire “compter à l'envers” ou “décompter”, mais sans initier le travail.
L'enfant qui décompte jusqu'à 20 obtient 1 point ; de 19 à 15, 2 points ; de 14 à 10, 3 points ; de 9 à 1, 4 points.

1.5. Comptage par pas

a) L'enfant doit compter de 2 en 2. S'il arrive jusqu'à 20, je note 1 point, sinon 0.
b) L'enfant doit compter de 5 en 5. S'il arrive jusqu'à 30, je note 1 point, sinon 0.
c) L'enfant doit compter de 10 en 10. S'il arrive jusqu'à 100, je note 1 point, sinon 0.

2. Le dénombrement

2.1. A l'aide d'une bourse contenant 23 jetons (collection simple), je vais demander à l'enfant de compter TOUS les jetons. Pendant cette phase, il s'agit d'observer et de questionner l'élève afin de vérifier s'il a acquis les 5 principes de Gelman :

a) Principe de correspondance terme à terme : à chaque unité, sans en oublier, on fait correspondre un seul mot-nombre, par mon observation cela sera acquis et je note 1 point ou non, et ce sera noté 0 point.
b) Principe de suite stable : la suite des mots-nombres est une liste fixe, stable (sans fin et qui grandit). Par mon observation, je note 1 point si cela est acquis et 0 si non.

c) Principe cardinal : le dernier mot nombre prononcé désigne le cardinal de l'ensemble et je vérifie en redemandant combien à l'enfant et j'observe s'il recommence à compter ou s'il me dit le dernier mot-nombre.

Je note 1 point si cela est acquis et 0 si non.

d) Principe de l'indifférence de l'ordre : les unités peuvent être comptées dans n'importe quel ordre. Je demande à l'enfant si on commence à compter depuis ce jeton (différent de celui par lequel l'enfant a débuté son comptage), combien y en-a-t-il ? Je note 1 point si l'enfant répond sans recompter, 0 s'il recommence.

e) Principe d'abstraction : toutes sortes d'éléments peuvent être rassemblés et comptés ensemble. Pour ce cinquième principe, j'utiliserai une bourse avec 23 autres jetons ronds, rectangles et triangles, de couleurs et de tailles différentes. En informant l'enfant qu'il s'agit bien de jetons, je lui demande combien il y en a.
Selon mon observation, je note 1 point si l'enfant compte tous les jetons et 0 si non. Pendant ce travail, j'observe la manière dont l'enfant s'y prend (Organise-t-il les jetons ou pas ? Les différentes couleurs ou formes posent-elles problème ? …).

2.2. Je demande à l'enfant d'écrire le nombre qu'il a trouvé. S'il ne l'a pas trouvé, je le lui dis et je lui demande de l'écrire. Je peux observer s'il l'écrit correctement et je note alors 1 point. Si l'enfant ne sait pas écrire le nombre, je le fais et je note 0.

2.3. a) Je demande ensuite à l'enfant de me dire quel est le chiffre des dizaines.
Je note 1 point si l'enfant me le dit, sinon 0 point.

b) Je demande ensuite à l'enfant de me dire quel est le chiffre des unités.
Je note 1 point si l'enfant me le dit, sinon 0 point.

2.4. Cet item se passe avec une collection plus importante de 100 jetons.

a) Les jetons disposés en alignement, je demande à l'enfant combien il y en a.
Je note 1 point si l'enfant me le dit, sinon 0 point.

b) Les jetons disposés aléatoirement, je demande à l'enfant combien il y en a.
Je note 1 point si l'enfant me le dit, sinon 0 point.

3. Compréhension du système numérique

3.1. Reconnaissance et identification

a) A l'aide d'étiquettes de nombres disposées aléatoirement devant l'enfant, je lui demande où est un certain nombre.

Je note 0.5 point par réponse correcte.

b) A l'aide d'étiquettes de chiffres et d'autres éléments (signe mathématique, signe de ponctuation et lettre), je demande à l'enfant s'il s'agit de chiffres.
   Je note 0.5 point par réponse correcte.

3.2. Transcodage

a) Je demande à l'enfant d'écrire les nombres dictés.
   Je note 0.5 point par réponse correcte.
b) A l'aide d'étiquettes, je demande à l'enfant de dire ce qui est écrit.
   Je note 0.5 point par réponse correcte.

   De plus grands nombres ont été mis dans cette partie, afin de voir si la numération positionnelle est comprise.

2.2.2. Procédure de passation des tests

Il s'agit d'un pré-test que je reprends en post-test. Je ne m'attarde pas à montrer à l'enfant comment s'y prendre ou quelle réponse est attendue. Dans la bienveillance et le respect, je poursuis le test jusqu'à sa fin.

2.2.3. Choix de l'échantillonnage

Afin de déterminer mon groupe expérimental et mon groupe témoin, j'ai évalué 35 élèves de 4H avec la partie comptage (Annexe 9 Sélection partie comptage), la partie dénombrement (Annexe 10 Sélection partie dénombrement) et la partie compréhension (Annexe 11 Sélection partie compréhension). Un premier tri a été effectué en fonction des diagnostics. Je n'ai pas évalué d'élèves déjà suivis en logopédie pour des difficultés ou troubles mathématiques. En effet, il y aurait eu un biais, les élèves ayant une autre aide et les résultats n'auraient pas été signifiants. Sur les 35 évaluations passées, j'ai pu sélectionner 8 élèves avec des résultats comparables et dont les totaux se situent nettement en dessous des autres enfants (Annexe 12 Sélection totaux). Le maximum de points possible est de 44 points. La moyenne sur 44 points de tous les élèves est de 31,7 points. Les 8 enfants sélectionnés ont été séparés en deux groupes, groupe expérimental et groupe témoin. Les groupes se situent à 19,8 points de moyenne.

Tableau 1 Moyennes des points des groupes au pré-test

	Comptage pré-test moyenne points	Dénombrement pré-test moyenne points	Compréhension pré-test moyenne points	Total pré-test moyenne points
Groupe témoin	3.00	5.5	11.375	19.875
Groupe expérimental	3.50	4.25	12	19.75

Je constate également un grand écart entre le meilleur résultat de tous les élèves (élève 29) qui est de 43 points et le meilleur résultat des élèves sélectionnés (élève 18), qui est de 23,5 points (Annexe 12 Sélection totaux).

Voici le protocole de recherche privilégié dans ce travail.

2.2.4. Protocole de recherche

L'organisation s'est faite en trois étapes. J'ai tout d'abord consacré 2 semaines au test individuel de chaque élève. Mon pré-test nécessitait environ quinze minutes par enfant. Après la détermination des groupes, j'ai travaillé sur dix semaines en suivant précisément la méthode “Baruk” et finalement, sur 1 semaine, les élèves ont passé le post-test, en individuel toujours et selon les mêmes critères que lors du pré-test.

2.2.5. Description du travail hebdomadaire

J'ai ainsi enseigné durant 10 semaines en suivant le Guide du maître (2012) qui accompagne le cahier de l'élève *Mes premières mathématiques avec Némo et Mila* (2012) de Stella Baruk. Mes élèves ont reçu la partie concernant la numération de ce cahier, photocopiée en couleurs. Ils gardent ainsi une trace du travail effectué. Avant chaque leçon, il s'agissait pour moi de bien relire le guide du maître, ceci afin de respecter au mieux les étapes proposées.
Ainsi, accompagnée dans ce cahier par deux enfants, Némo et Mila, j'ai commencé par différencier le nombre-de, le nombre et à élaborer des stratégies. C'est ensuite qu'est venu le travail autour des neuf premiers nombres en commençant par le 5, puis 6, 7, 4, 3, 8, 9, 2 et 1. Le travail autour du 5 inaugure tout ce qui se fera avec les autres nombres avant dix. Il est travaillé en nombre-de (Annexe 5 Exemple Cinq/5 en nombre-de) et en nombre (Annexe 6 Exemple Cinq/5 en nombre), mais il y a également une page sur la géométrie du cinq/5 (Annexe 7 Exemple Géométrie du cinq/5) et une dernière page d'exercice sur ce que Baruk appelle les trésors du cinq/5 (Annexe 8 Exemple Trésors du cinq/5), qui représente une révision des découvertes autour du cinq/5, tout en rendant l'enfant attentif à ce qu'il peut rencontrer autour de lui qui va par cinq, par exemple, les cinq bras d'une étoile de mer. Baruk propose ici des allers-retours de sens entre la langue commune et la langue mathématiques. Elle offre une transversalité entre le monde mathématique et le réel.

Chaque nombre est ensuite travaillé selon ce plan, dans un souci de cohérence.

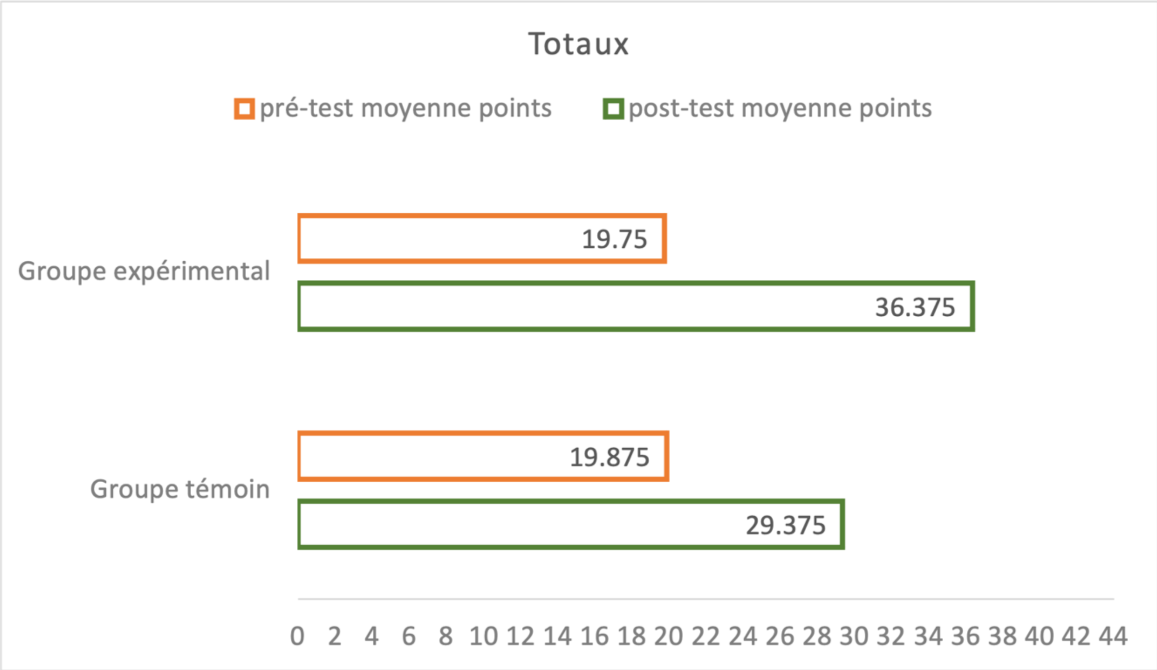
Toutes ces données me permettent à présent de débuter une analyse.

3. Résultats, analyse et interprétations

Afin d'analyser les résultats obtenus dans le cadre de cette recherche, je commence par le résultat général global des pré-test (Annexe 16 Résultats pré-test totaux) et post-test (Annexe 20 Résultats post-test totaux). Ensuite, chaque domaine, c'est-à-dire le comptage, la compréhension et le dénombrement sont observés. Ce faisant, je choisis de mettre en tête de chaque chapitre un tableau référentiel qui récapitule les résultats du domaine analysé des deux groupes sélectionnés. En deuxième partie, je regarde plus finement les résultats des élèves du groupe expérimental.

3.1. Résultats globaux

Tableau 2 Graphique totaux



Le test se compose de trois parties totalisant 44 points en tout.

Au pré-test, le groupe témoin a obtenu une moyenne de 19,875 points et le groupe expérimental de 19,75 points.
Les deux groupes sont très proches dans leurs moyennes.

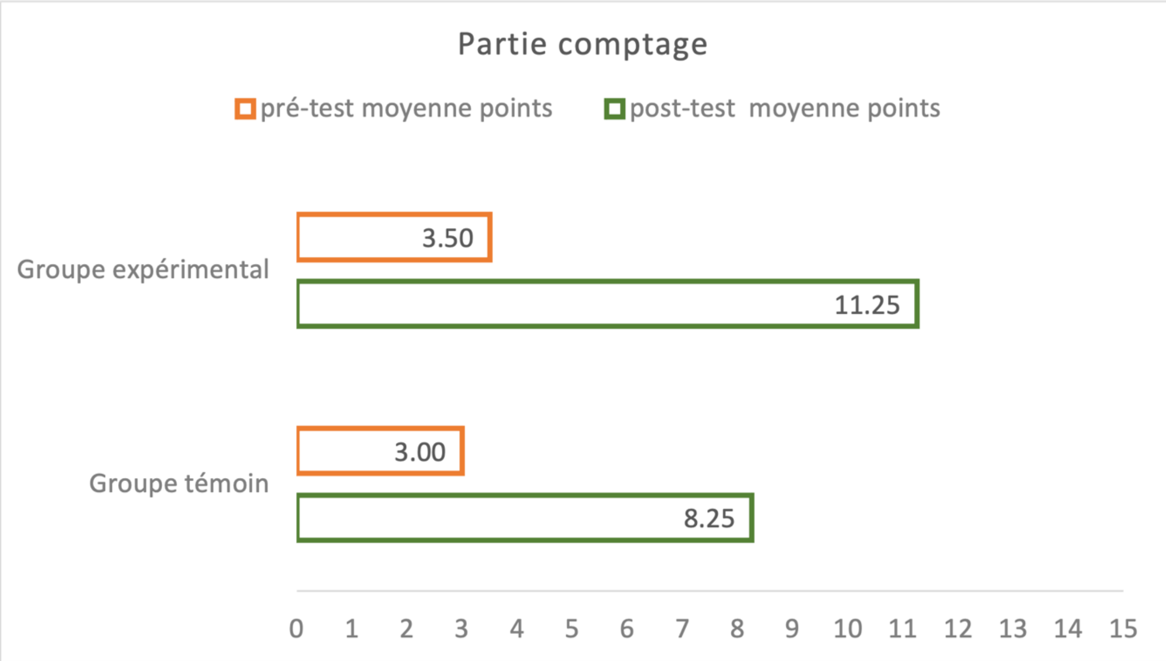
Au post-test, le groupe témoin a obtenu une moyenne de 29,375 points et le groupe expérimental de 36,375 points.
Les deux groupes se sont éloignés dans leurs moyennes. La différence est de 7 points.
Je constate un score plus élevé dans le groupe soumis à l'expérience.

Sur le plan des moyennes, je peux dire qu'en comparant les résultats, le groupe de l'expérience a un meilleur score et je pourrais donc dire que les propositions de Stella Baruk ont permis à mes élèves en difficultés en numération, d'améliorer leurs scores et d'obtenir un score plus haut que ceux du groupe témoin.

Je vais maintenant observer et décrire les résultats des 3 parties composants le test.

3.2. Résultats de la partie comptage

Tableau 3 Graphique partie comptage



Cette partie totalise un nombre de 15 points.

Au pré-test (Annexe 13 Résultats pré-test partie comptage), le groupe témoin atteint une moyenne de 3 points et le groupe expérimental de 3,5 points. Les deux groupes sont à 0,5 points de différence en faveur du groupe expérimental.

Au post-test (Annexe 17 Résultats post-test partie comptage), le groupe témoin atteint une moyenne de 8,25 points et le groupe expérimental de 11,25 points.

Je constate ainsi que dans la partie comptage, le groupe témoin a augmenté son résultat de 5,25 points et le groupe expérimental de 7,75 points.

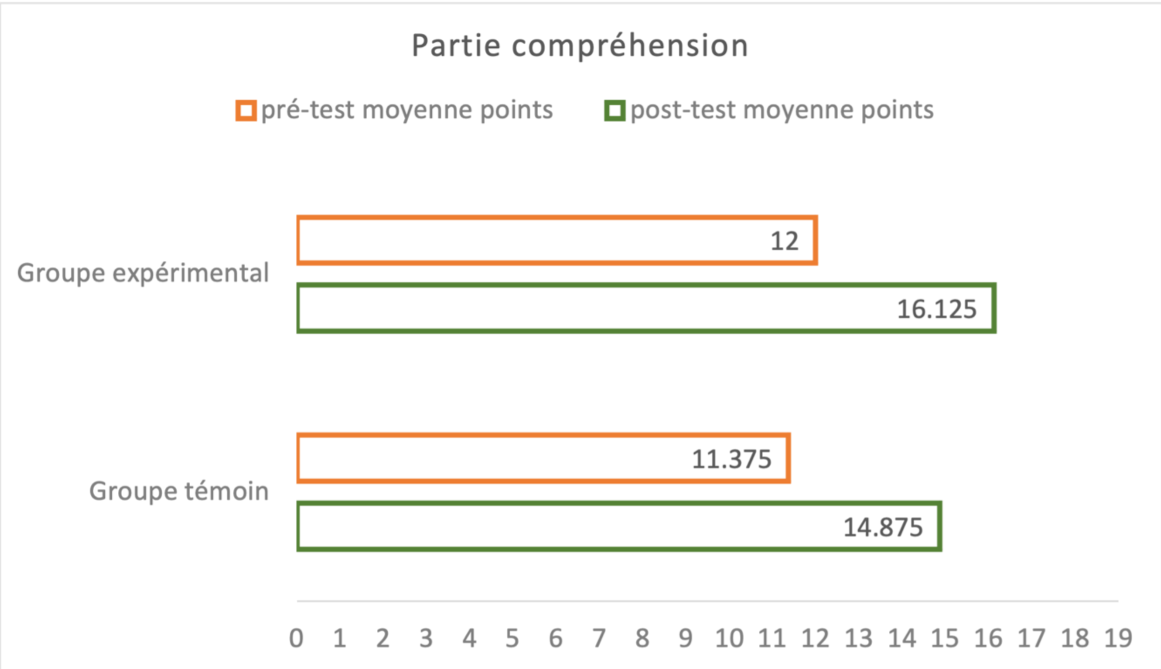
Le groupe expérimental a mieux répondu au post-test. Au pré-test déjà les enfants de ce groupe marquaient une légère différence en leur faveur, 0,5 points. Cependant, je constate que l'écart s'est creusé.
Si je considère chaque item, je constate en premier lieu que le groupe expérimental est majoritairement à l'aise avec tous les items, 2 enfants atteignant 14 points sur 15. Ils n'ont pas compté correctement de 5 en 5 (item 7). Excepté un enfant du groupe expérimental, aucun enfant des deux groupes n'a pu compter de 5 en 5.

En ce qui concerne les sauts de 2 en 2 (item 6), 3 élèves sur 4 du groupe expérimental et 2 du groupe témoin ont pu le faire en post-test, alors que pour le comptage de 10 en 10 (item 8), 3 élèves du groupe expérimental et 1 seul du groupe témoin ont su le faire.
Compter de 73 à 88 (item 4) est l'item le plus différencié. Alors qu'aucun enfant ne l'avait accompli au pré-test, tous les élèves du groupe expérimental l'ont réussi contre un seul enfant de groupe témoin.
Dans le comptage à rebours à partir de 25 (item 5), 1 élève du groupe témoin l'initiait, mais n'allait pas en-deçà de 20 et aucun enfant du groupe expérimental n'y parvenait. Au post-test, 1 élève de chaque groupe n'y parvient toujours pas, alors que les autres ont progressé. Dans le groupe témoin, 1 enfant va jusqu'à 20 et 2 entre 19 et 15. Dans le groupe expérimental, 2 enfants réussissent à aller jusqu'au bout et un jusqu'à 20.
Tous les enfants du groupe expérimental se sont montrés à l'aise avec le comptage jusqu'à 25 (item 2) et de 15 à 30 (item 3), alors qu'un enfant du groupe témoin ne l'a pas été.

Dans cette partie comptage, je constate donc que le groupe expérimental a obtenu un meilleur score que le groupe témoin. Je peux dire que le groupe a profité de l'enseignement de la numération basé sur la langue et le sens de Stella Baruk.

3.3. Résultats de la partie compréhension du système numérique

Tableau 4 Graphique partie compréhension



Cette partie totalise un nombre de 19 points.

Au pré-test (Annexe 15 Résultats pré-test partie compréhension), le groupe témoin atteint une moyenne de 11,375 points et le groupe expérimental de 12 points. Les deux groupes sont à 0,625 points en faveur du groupe expérimental.

Au post-test (Annexe 19 Résultats post-test partie compréhension), le groupe témoin atteint une moyenne de 14,875 points et le groupe expérimental de 16,125 points.

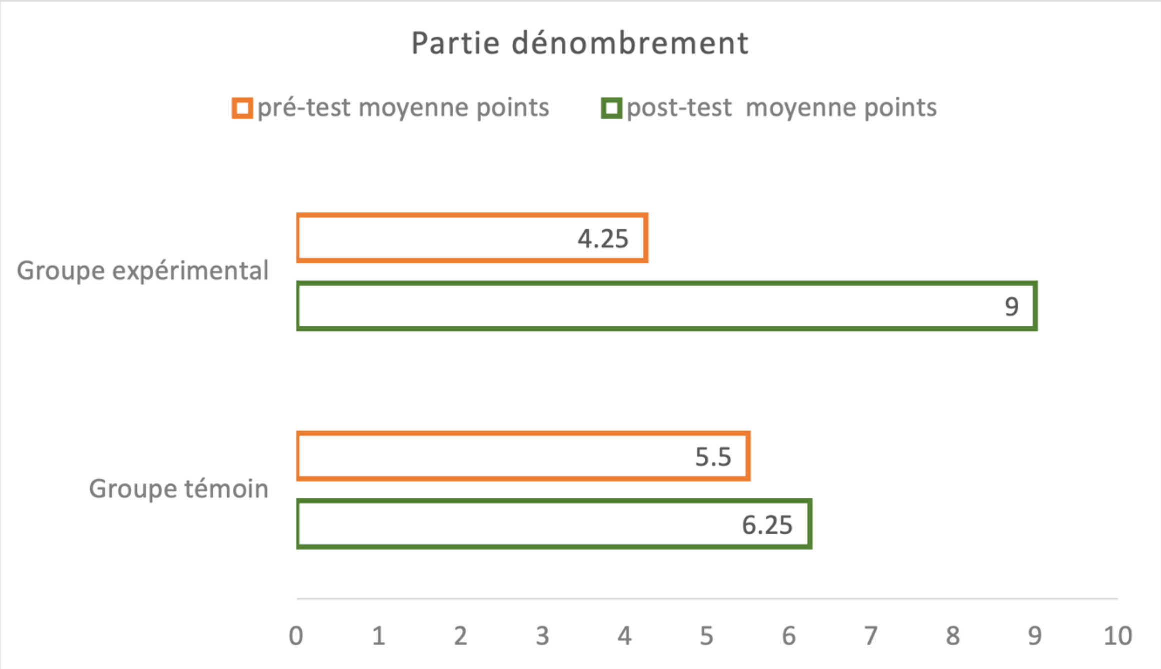
Je constate ainsi que le groupe témoin a augmenté son score de 3,5 points et le groupe expérimental de 4,125. L'écart entre ces deux progrès est de 0,625 points en faveur du groupe expérimental, le même que lors du pré-test.
Dans cette partie, les deux groupes se montrent similaires dans leurs scores. Cependant, dans une observation plus fine, je constate que c'est à l'item 4 (*peux-tu me dire ce qui est écrit)* que le groupe expérimental augmente plus son score. Le groupe témoin augmente de 1,375 points alors que le groupe expérimental de 2 points. Ainsi je pourrais dire que la reconnaissance de nombres écrits a été améliorée par l'intervention dans le groupe expérimental. Dans cette partie de transcodage, pour l'item 3 (*peux-tu écrire…)*, les deux groupes ont augmenté leur score de manière quasi similaire (1,37 et 1,41 points).
Je relève encore qu'à l'item 2 (*peux-tu me dire s'il s'agit de chiffres)*, un enfant de chaque groupe avait soit une soit deux erreurs, mais tous les élèves ont répondu correctement au post-test. A ce stade, tous les enfants reconnaissent des chiffres.

La reconnaissance (items 1) a évolué de manière très proche dans les deux groupes. Le groupe témoin a augmenté de 1,15 points et le groupe expérimental de 1,25.

Dans cette partie compréhension du système numérique, je constate des scores très proches dans les deux groupes, mais je relève un score légèrement plus important du groupe expérimental dans une partie du transcodage, celle de la lecture de nombres. Le travail dans le groupe a permis aux élèves du groupe expérimental d'augmenter leur score dans le transcodage. Les élèves passent plus facilement d'un mode de représentation (soit verbal soit écrit) à l'autre.

3.4. Résultats de la partie dénombrement

Tableau 5 Graphique partie dénombrement



Cette partie totalise un nombre de 10 points.

Au pré-test (Annexe 14 Résultats pré-test partie dénombrement), le groupe témoin atteint une moyenne de 5,5 points et le groupe expérimental de 4,25 points. Les deux groupes sont à 1,25 points en faveur du groupe témoin.

Au post-test (Annexe 18 Résultats post-test partie dénombrement), le groupe témoin atteint une moyenne de 6,25 points et le groupe expérimental de 9 points. L'écart est de 2,75 points, mais cette fois-ci pour le groupe expérimental.
Je constate ainsi une différence. Le groupe témoin a un score de 0,75 points de plus et le groupe expérimental de 2 points.

Dans cette partie, lorsque les élèves dénombraient des jetons, j'observais s'ils avaient acquis les 5 principes de Gelman. Au pré-test, seulement 2 enfants du groupe témoin les avaient tous acquis. Pour tous les autres, un des principes n'était pas encore acquis ou, en tous les cas, pas de manière sécure, celui de la cardinalité. Lorsque je demandais après leur comptage combien il y avait de jetons en tout, 4 enfants se sont mis à recompter et deux m'ont dit ne pas savoir. Cependant, au post-test, tous les enfants ont répondu avec le dernier mot-nombre, sans recompter ou douter. Parmi ces 6 enfants, il y avait tous ceux du groupe expérimental et 2 du groupe témoin.

Lors du pré-test, une information évidente pour les 2 groupes s'observe dans le tableau. Aucun enfant n'a pu obtenir des points de l'item 3 à l'item 6. Il s'agissait de dire à propos d'un nombre quel était le chiffre des dizaines et celui des unités et de dénombrer des jetons disposés en alignement puis avec une disposition aléatoire.
Au post-test, un enfant du groupe témoin a pu donner le chiffre des unités, mais aucun autre élément nouveau n'apparaît dans le tableau des résultats.
Pour le groupe expérimental en revanche, trois des quatre enfants ont pu répondre à tous les items. Ces enfants ont appris à reconnaître les chiffres des unités et dizaines et ont su, par leur organisation, dénombrer les jetons. Ils ont chacun organisé leur travail avec des paquets de dix dans le cas de la disposition aléatoire et les jetons en alignement ont été comptés de 10 en 10. Les trois enfants ont travaillé de la même manière, j'émets ainsi l'hypothèse que c'est dans le travail du groupe qu'ils ont acquis cette compétence. Je relève cependant qu'un enfant du groupe expérimental n'a pas du tout acquis ces compétences.

Avant de passer à l'observation des résultats des élèves du groupe expérimental, je peux dire qu'à l'observation et description des résultats des deux groupes, le groupe expérimental a montré des scores plus élevés. Non seulement les enfants ont acquis avec sécurité tous les principes de Gelman, mais dans la majorité ils ont su organiser les éléments pour les dénombrer et citer les dizaines et unités.

3.5. Résultats individuels du groupe expérimental

Afin de compléter cette recherche, je souhaite regarder également les résultats individuels des quatre élèves du groupe expérimental. Au-delà des moyennes du groupe, il me paraît intéressant d'observer les différents scores dans le groupe. Pour le faire, je vais reprendre le même schéma que précédemment. Je commence par les résultats globaux pour chacun des enfants, puis j'observe et je décris les résultats des trois parties du test (comptage, compréhension du système numérique et dénombrement).

Élève 09

Sur un total de 44 points, cet élève a obtenu 17 points au pré-test et 41 au post-test. C'est l'enfant qui a le plus augmenté son score. Sans aucun doute, il a pleinement profité de cet enseignement.
Si je regarde maintenant les trois domaines évalués, je vois qu'en comptage, de 2 points sur 15, il est passé à 14 points sur 15. Dans la compréhension du système numérique, il a d'abord obtenu 11 points sur 19, puis 17. Dans le dénombrement, il est passé de 4 points sur 10 à la totalité des points. Toutes les parties ont montré un bénéfice. Cet enfant a progressé dans tous les domaines, il a pleinement profité de cet enseignement.

Élève 11

Pour cet élève, sur le total de 44 points, il avait 15,5 points au pré-test et 25 points au post-test. Cet enfant a obtenu un meilleur score au post-test, mais parmi les élèves de ce groupe, c'est celui qui a une plus petite différence entre les deux tests.
De 2 points sur 15 au comptage, il est passé à 5 points sur 15. Les 3 points de plus ont été obtenus d'abord à l'item 1 (*peux-tu compter depuis 7 ?)*. Alors qu'il avait à peine pu aller à 9 lors du pré-test, il s'est arrêté à 29. Il a encore réussi à compter avec les deux bornes supérieures et inférieures. Là où cet enfant n'a pas obtenu de point, c'est dans le comptage à rebours et le comptage pas à pas (*de 2 en 2, de 5 en 5, de 10 en 10).*
En ce qui concerne la compréhension du système numérique, les points sont passés de 9,5 à 14 sur 19. Déjà lors du pré-test, l'élève savait s'il s'agissait de chiffres ou pas (item 2). C'est essentiellement dans le transcodage que cet enfant a augmenté ses scores. Aux items 3 et 4, alors qu'il devait écrire et dire des nombres, sur les 10 nombres observés, il a reconnu et écrit 3 au pré-test et 6 au post-test et ceci pour les deux items. Lors de l'écriture, les nombres 9, 15 et 32 étaient écrits correctement au pré-test et au post-test, il a en plus écrit correctement 26, 40 et 61. Les nombres 57, 473, 1084 et 3298 n'ont pas été transcrits correctement.
En lecture de nombres écrits, les 6, 14 et 31 étaient lus correctement en pré-test et au post-test, il y a eu en plus le 28, 50 et 83. Le 62 dans la série avant 100 n'est pas lu correctement ainsi que les plus grands nombres, 147, 774 et 1095.
Je peux dire que dans ce domaine, cet enfant a augmenté sa progression vers 100, sans la dépasser, mais avec des faiblesses, le 57 ne faisant pas partie des nombres transcrits correctement ni le 62 en lecture. Un progrès dans ce domaine jusque vers 50 est constaté.
Pour ce qui est du dénombrement, l'élève a obtenu d'abord 4 points, puis 6 au post-test. C'est pour le principe de la cardinalité qu'un point de plus a été noté et dans la transcription du 23 qui ne s'est faite correctement que lors du post-test.

Élève 18

Pour cet élève, sur le total de 44 points, il avait 23,5 points au pré-test et 39 points au post-test.
Dans le comptage, cet élève avait pu réciter la comptine numérique jusqu'à 50 lors du pré-test déjà (item 1), mais il n'avait pas de points aux autres items (compter jusqu'à 25, de 15 à 30, de 73 à 88, à rebours, de 2 en 2, de 5 en 5 et de 10 en 10). Il avait obtenu 5 points sur 15, puis 12 au post-test. Au post-test, cet élève a obtenu des points pour tous les items, en revanche, il n'a pas pu compter à rebours après 20. Il a cependant su compter avec les bornes inférieures et supérieures et il a aussi compté de 2 en 2, de 5 en 5 et de 10 en 10, ce qu'il n'avait pas pu faire dans un premier temps. Je peux dire que dans cette partie, cet enfant a augmenté ses performances. Il doit encore apprendre à compter à rebours.
En compréhension de notre système numérique, de 13,5 points sur 19, il est passé à 17 points. Alors qu'il n'avait pas identifié le 45 et le 54 au pré-test, il les a identifiés au post-test. C'est essentiellement dans le transcodage que les points ont été augmentés. L'élève a su écrire les nombres jusqu'au 473 et les lire jusqu'au 147. Les plus grands nombres, 1084 et 3298 n'ont pas été écrits et le 774 et 1095 n'ont pas été lus. L'enseignement sur la numération dans le groupe expérimental s'était arrêté à 100, avec une seule explication sur la suite du système. Cet enfant a montré des compétences de déduction de compréhension de ce système en allant au-delà de l'enseignement reçu.
Dans le dénombrement, l'élève a obtenu la totalité des points au post-test, au pré-test il avait 5 points sur 10. Cet enfant recommençait à compter lorsque je lui demandais combien il y avait de jetons, ce qu'il n'a pas fait en post-test. Ensuite, il a su citer les chiffres des dizaines et des unités et il s'est organisé pour trouver le nombre de jetons. Dans cette partie du test, cet enfant a parfaitement maîtrisé les notions lors du post-test.

Élève 20

Pour cet élève, sur le total de 44 points, il avait 23 points au pré-test et 40,5 points au post-test. Ses résultats sont proches de ceux de l'élève précédent.
Dans le comptage, il avait 5 points au pré-test, puis 14 points sur 15. Cet enfant n'était pas aller au-delà de 45 à l'item 1 (compter depuis 7, l'examinateur l'arrête à 50) au pré-test. Il a atteint 50 au post-test. Dans cette partie, cet enfant n'a pas obtenu de point au comptage de 5 en 5, sinon il en a obtenu pour tous les items, y compris celui du comptage à rebours. Je constate ici une différence avec l'élève précédent.
En compréhension du système numérique, de 14 points il est passé à 16,5. L'élève a désigné deux nombres de plus dans la reconnaissance et dans le transcodage, il n'a pas pu écrire les nombres 473, 1084 et 3298. En lecture cependant, il a lu le nombre 147, nombre au-delà de 100, mais pas 774 ni 1095.

Dans le dénombrement, comme l'élève précédent, il a obtenu la totalité des points au post-test, alors qu'au pré-test, il avait 4 points sur 10. Dans cette partie du test, cet enfant a parfaitement maîtrisé les notions lors du post-test.

Je constate que ces deux derniers élèves, dans le groupe, sont les enfants les plus proches dans leurs résultats. Les deux autres enfants du groupe ont amélioré leurs résultats, mais de manière plus flagrante pour l'élève 09 (il est passé de 17 points à 41) que pour l'élève 11 (il est passé de 15,5 points à 25)

Le groupe n'étant composé que de 4 enfants, je ne peux pas généraliser. Je peux cependant constater que 3 élèves du groupe ont nettement amélioré leurs scores dans les 3 parties du test.

Remarques sur le travail dans le groupe

A l'annonce du travail autour du cinq/5, un élève a dit qu'il connaissait déjà, qu'il n'avait pas besoin de refaire cela. J'ai alors dû expliquer au groupe que nous allions suivre leur dossier et faire toutes les découvertes des premiers nombres, même s'il semblait que ce travail était déjà connu. Je leur ai expliqué qu'il était important d'extrêmement bien les connaître dans cette nouvelle approche et que cela les aiderait pour la suite, c'est-à-dire dans le travail avec les nombres à deux chiffres d'abord, puis plus tard dans le travail autour des opérations. Et aussi que cela fait du bien de commencer par quelque chose de connu et de bien maîtrisé.
Mes élèves ont rapidement compris la structure redondante du travail des premiers nombres et j'ai pu observer leurs préférences dans cette structure d'appropriation de chaque nombre. Ils ont tous beaucoup apprécié le travail autour de la géométrie. Ces enfants de 4H ont également manifesté leur compréhension des exercices à effectuer, sans avoir besoin de se référer à la consigne. La structure est la même et cela a été apprécié. L'écriture en mot des nombres étaient une découverte.

Le passage directement au travail sur la famille des trente les a surpris, mais ils ont également rapidement compris la structure du travail avec les différentes familles. Dans cette partie, la découverte des nombres à deux chiffres débute avec une sorte de mini-théâtre, ceci leur a particulièrement plu. Ils ont apprécié le travail avec les étiquettes stylisées des doigts. Ils ont appris à les positionner dans le but de les compter et de trouver le nombre correspondant. Dans cette partie importante pour l'apprentissage des nombres à deux chiffres, les élèves ont demandé pour jouer avec les étiquettes et ils se sont inventé des devinettes ainsi. A partir de cette découverte, ils ont souhaité terminer les leçons par la découverte d'un nombre créé avec les étiquettes.
Je peux ainsi mettre en évidence les quelques éléments suivants qui ont contribué, selon moi, aux progressions dans le groupe expérimental :

- L’accompagnement des deux personnages du livre et les mises en scène qui sont en relation avec les expériences et la vie de l’école des élèves
- La structure redondante du travail qui a permis d’avancer avec sécurité et autonomie
- La découverte d’un vocabulaire précis et explicité qui a permis un discours clair, sans ambiguïté
- Le travail sous différents angles du dire, lire, écrire, compter, voir et organiser qui a permis de faire des liens et d’apprendre à organiser leur travail
- La relation avec les formes géométriques et leur dessin qui a ouvert une fenêtre sur une partie d’un autre sujet mathématique
- L’utilisation des étiquettes des barres-doigts qui a permis de la manipulation avec une prise d’informations visuelles du nombre et de la quantité.

Ces éléments remarquables ont certainement contribué aux apprentissages du groupe expérimental.

Conclusion

Voici tout d’abord un tableau récapitulatif des principaux résultats.

Tableau 6 Tableau récapitulatif

Elèves		Comptage		Dénombrement		Compréhension		Totaux	
code_élèves	Indication	pré-test	post-test	pré-test	post-test	pré-test	post-test	pré-test	post-test
élève_05	Groupe témoin	3	8	6	6	13.5	15	22.5	29
élève_15	Groupe témoin	3	8	5	6	9	13.5	17	27.5
élève_22	Groupe témoin	1	8	6	7	10.5	16	17.5	31
élève_33	Groupe témoin	5	9	5	6	12.5	15	22.5	30
élève_09	Groupe expérimental	2	14	4	10	11	17	17	41
élève_11	Groupe expérimental	2	5	4	6	9.5	14	15.5	25
élève_18	Groupe expérimental	5	12	5	10	13.5	17	23.5	39
élève_20	Groupe expérimental	5	14	4	10	14	16.5	23	40.5

Ainsi, si je reprends ma question de recherche :

> Est-ce qu’un enseignement de la numération basé sur la langue et le sens selon Stella Baruk (2012) permet aux élèves en difficulté dans ce domaine d’améliorer leurs performances ?

De manière générale, je peux répondre que cet enseignement a permis aux élèves en difficulté dans le domaine de la numération d'améliorer leurs performances.
De manière plus individuelle, je peux dire que, dans le groupe expérimental, 3 élèves ont nettement augmenté leurs scores et qu'un élève, malgré un meilleur score, n'a pas eu autant de différence que les 3 autres entre le pré-test et le post-test. Cet enseignement, pour cet élève, ne s'est pas montré plus efficace que celui de l'enseignement traditionnel.

En conclusion, si l'on considère que "la capacité à passer d'un mode de représentation à un autre est une marque des progrès réalisés par les élèves dans leur maîtrise des nombres" (Charnay, 2013, p. 20), que " le dénombrement peut être défini, strictement, comme une activité de représentation sémiotique : des signes sont utilisés pour qualifier de façon certaine et exacte (à l'unité près) la taille d'une collection d'objets" (Ferrand et al., 2018, p. 229) et finalement que "Accéder aux codes symboliques nécessite donc une phase d'apprentissage plus ou moins explicite" (Ferrand et al., 2018, p. 269), je peux conclure que le travail sur la numération proposé aux élèves du groupe expérimental les a soutenus dans leur acquisition de la numération et a permis qu'ils améliorent leurs performances.

Je souhaite à présent nuancer les résultats par une auto-évaluation critique de la démarche.

Auto-évaluation critique de la démarche

Afin de mener cette recherche, j'ai dû créer un test d'évaluation. Bien que longuement réfléchi, cet outil n'est pas un test standardisé. En effet, ce sont les logopédistes qui ont accès à ces outils, il ne m'a donc pas été possible de les utiliser. J'ai cependant pu les consulter et m'en inspirer, tout en gardant à l'esprit le contexte dans lequel je souhaitais mener cette recherche, c'est-à-dire l'école. Ainsi mon test a été établi en fonction des objectifs du PER (2010).

Une autre faiblesse de ce travail se situe dans le nombre de participants. En effet, il a fallu trouver les élèves susceptibles de participer à cette recherche dans mon monde professionnel. J'avais l'intention de trouver un groupe un peu plus grand, mais en fonction des évaluations initiales et des élèves que je ne pouvais inclure dans ce travail (les enfants déjà suivis en logopédie), j'ai dû considérer le fait d'avoir deux groupes, le groupe expérimental et le groupe contrôle, et seul huit élèves correspondaient à mes critères.

Au cours de l'expérimentation, je me suis aussi calquée sur le guide du maître proposé par Stella Baruk (2012). Cependant, je tiens à préciser que j'ai moi-même enseigné dans le groupe expérimental et ceci peut représenter une faiblesse. Malgré mon engagement sincère dans cette interrogation, j'ai ainsi pu favoriser ou négliger certains éléments. Je dirais que mon désir de progrès pour mes élèves pourrait s'apparenter à un effet Pygmalion. Le fait de croire en l'augmentation de la maîtrise et de la compréhension de la numération chez mes élèves leur permettrait ainsi d'augmenter leurs performances. Dès lors, ce jugement pourrait influencer et conditionner les capacités de mes élèves. Le simple fait de croire en leurs capacités permettrait d'améliorer leurs chances d'atteindre les objectifs.

L'enseignement a été donné en petit groupe, ce qui n'a pas été le cas du groupe contrôle qui a continué avec l'enseignement traditionnel dans les plus grands groupes. On pourrait y voir la possibilité de créer du lien plus personnel avec les élèves dans le petit groupe. Il faut cependant préciser que je ne connaissais pas mes élèves avant l'intervention, alors que dans le groupe témoin, les élèves connaissaient leurs enseignantes depuis une année.

Enfin, cette recherche a été menée avec de jeunes élèves sans diagnostic établi. Une limite pourrait se situer dans le travail avec des élèves présentant des troubles développementaux du langage. En effet, si le travail proposé par Baruk propose un apprentissage du nombre et de la numération fondé sur la langue et le sens, il se peut que ceci représente un obstacle pour ces enfants.

Perspectives et recommandations de recherche

La démarche proposée par Stella Baruk a permis à 3 enfants sur 4 du groupe expérimental d'obtenir des scores bien meilleurs au post-test. J'ai donc appris que ces propositions, dans le cadre de mon travail d'enseignante de soutien, peuvent être considérées comme valides. Je peux ainsi dire qu'à présent je dispose d'un outil de plus pour soutenir les élèves en difficulté avec la numération. Je dois cependant relever que cela peut ne pas convenir, un enfant du groupe expérimental a amélioré ses scores, mais comme ceux du groupe témoin.
Il serait intéressant à présent d'analyser et de comprendre pourquoi un élève du groupe expérimental a progressé comme les élèves du groupe témoin. Qu'est-ce qui fait que cet enfant n'a pas suivi les progressions des autres élèves du groupe expérimental ?
Lacombe, de Chambrier et Dias (2021) détaillent sept pistes d'intervention à la suite d'une revue des revues existantes sur les démarches et outils efficaces pour les élèves en difficultés mathématiques : l'enseignement explicite, les feedbacks, l'enseignement de stratégies, la verbalisation par l'élève de son raisonnement, l'inclusion d'exemples, de représentations visuelles et matérielles dans les tâches et le tutorat par les pairs. Une future recherche pourrait être menée sur les correspondances entre l'enseignement des mathématiques selon Baruk et ces sept pistes d'intervention.

Les enfants des deux groupes ont progressé. Je souhaite relever le plaisir constaté par ces élèves lorsqu'ils ont perçu leur aisance au moment du post-test et 3 enfants du groupe expérimental l'ont verbalisée. Il est certain qu'un lien s'est tissé avec ces enfants, ils étaient en confiance, mais ils ont senti ou perçu l'amélioration de leurs compétences en numération. Ceci me mène vers un autre sujet autour des mathématiques que je citais déjà dans mon introduction et qui se manifeste souvent dans mon travail, qui est celui du sentiment négatif suscité par cette matière. J'entends régulièrement des élèves dire ne pas aimer les mathématiques. J'observe aussi des enfants soupirer à l'annonce du cours de mathématiques. A ce propos, Baruk (2021) explique ceci :

> Suspendre tout jugement, ne surtout pas noter l'enfant quand il est en cours d'apprentissage, le stimuler et l'encourager de la même façon qu'on l'a fait lorsqu'il était en train d'apprendre à marcher et à parler sont donc les conditions numéro zéro pour pouvoir travailler dans un domaine qui, quoi qu'on fasse met en jeu l'idée que l'on se fait de l'intelligence (p. 14).

Peut-être qu'actuellement l'évaluation des élèves en mathématiques n'attend pas que ces derniers maîtrisent suffisamment la matière. Les élèves se sentiraient trop rapidement jugés, n'osant plus essayer par peur de commettre des erreurs.

Dans la conclusion de son ouvrage sur l'acquisition du nombre, Fayol (2018) citent les travaux de Mark Ashcraft :

> Enfin, les travaux conduits par Mark Ashcraft ont mis en évidence les effets de l'anxiété sur les performances en mathématiques. Il s'agit d'une question cruciale, longtemps ignorée, qui vaut pour les enseignants comme pour les élèves. Les données permettent de comprendre comment l'anxiété intervient lors des apprentissages jusqu'à les empêcher (Fayol, 2018, p. 123).

Il serait en effet pertinent de poursuivre ce questionnement de l'anxiété autour des mathématiques et ceci déjà dans les classes des jeunes élèves, afin peut-être de minimiser ce sentiment d'incompétence voire de dégoût dont font preuve très tôt certains enfants. Plus attentive à ce sujet des mathématiques ces derniers mois, ces observations m'ont beaucoup interrogée et je me demande maintenant comment ces sentiments négatifs se développent et ce qu'il serait possible de mettre en place dans l'enseignement afin de favoriser un rapport plus optimiste et curieux aux mathématiques.

Il s'agit là d'un travail qui pourrait faire l'objet d'une future recherche.

Références bibliographiques

Barrouillet, P., & Camos, V. (2003). Chapitre 7. Savoirs, savoir-faire arithmétiques et leurs déficiences. In *Les sciences cognitives et l'école* (p. 305-351). Presses Universitaires de France; Cairn.info. https://doi.org/10.3917/puf.coll.2003.01.0305

Baruk, S. (1985). *L'âge du capitaine : De l'erreur en mathématiques*. Éditions du Seuil.

Baruk, S. (2004). *Quelles mathématiques pour l'école ? Si 7 = 0*. O. Jacob.

Baruk, S. (2011). Un autre enseignement des maths en primaire. *Démocratisation-scolaire*. https://www.democratisation-scolaire.fr/spip.php?article123

Baruk, S. (2012). *Mes premières mathématiques avec Némo et Mila CP : Guide du maître*.

Baruk, S. (2016). *Les chiffres ? Même pas peur !* Presses Universitaires de France; Cairn.info. https://www.cairn.info/les-chiffres-meme-pas-peur--9782130733515.htm

Baruk, S. (2017). *Échec et maths*. POINTS.

Baruk, S. (2018). Filles et maths (Dossier). *Revue Tangente EDUCATION*, *44*. https://www.infinimath.com/espaceeducation/tangenteeducation/TE.php#te44

Baruk, S. (2021). *Comptes pour petits et grands, vol. 1 : Nombre et numération: Collection Questions d'éducation* (2nd édition). MAGNARD.

Bellos, A., Muchnik, A., & The Surreal McCoy. (2015). *Alex et la magie des nombres : Un nouveau voyage au pays des mathématiques*. Robert Laffont.

Brissiaud, R. (2003). *Comment les enfants apprennent à calculer : Le rôle du langage, des représentations figurées et du calcul dans la conceptualisation des nombres* (Nouv. éd. augm. d'un essai introductif). Retz.

Brissiaud, R. (2007). *Premiers pas vers les maths*.

Bucheton, D. (2021). *Les gestes professionnels dans la classe : Éthique et pratiques pour les temps qui viennent* (2e éd. actualisée et enrichie). ESF sciences humaines.

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

Chevalier, A. (2020). *Réussir l'entrée en mathématiques : Construire les nombres naturels et les opérations*. COULEUR LIVRES.

Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin. (2010). *Plan d'études romand : Cycle 1. 5 : Capacités transversales, Formation générale* (C. Merkelbach, Éd.; Version 2.0, 27 mai 2010). Secrétariat général de la CIIP.

Dehaene, S. (2010). *La Bosse des maths : Quinze ans après* (édition revue et augmentée). Odile Jacob.

Dehaene, S. (2018). *Apprendre ! : Les talents du cerveau, le défi des machines*. Odile Jacob.

Dias, T. (2015). *Nous sommes tous des mathématiciens : Des clés pour faire aimer les maths à tous vos élèves* (1er édition). MAGNARD.

Dias, T. (2018). *Enseigner les mathématiques à l'école : Une démarche positive pour des apprentissages réussis* (1er édition). MAGNARD.

Fayol, M. (2018). *L'acquisition du nombre: Vol. 3e éd.* Presses Universitaires de France; Cairn.info. https://www.cairn.info/l-acquisition-du-nombre--9782130799894.htm

Ferrand, L., Lété, B., Thevenot, C., & Fayol, M. (2018). *Psychologie cognitive des apprentissages scolaires*. Dunod.

Gelman, R., & Gallistel, C. R. (1986). *The child's understanding of number*. Harvard University Press.

Maren, J.-M. van der. (2003). *La recherche appliquée en pédagogie : Des modèles pour l'enseignement* (2. éd). De Boeck Univ. [u.a.].

Van Nieuwenhoven, C. (2001). *TEDI-MATH : Test diagnostique des compétences de base en mathématiques*. Les Éditions du Centre de Psychologie Appliquée.

Van Nieuwenhoven, C. (2007). Le comptage et la cardinalité, deux apprentissages de longue haleine qui évoluent en interaction. *Revue des sciences de l'éducation*, *22*(2), 295-320. https://doi.org/10.7202/031882ar

Annexes

Annexe 1 Modèle test partie comptage

Test de performance en numération 4H			
Comptage			
Comptage avec borne…			
… inférieure			
Consigne	Réponse de l'élève		Cotation
Peux-tu compter depuis 7 ? Je te dirai quand t'arrêter.	**0**		**0**
arrêter à 50 5pts • 49-40 4pts • 39-30 3pts • 29-20 2pts • 9-1 1pt			
… supérieure			
Consigne	Réponse de l'élève		Cotation
Peux-tu compter jusqu'à 25 ?	**0**		**0**
1 pt (avec arrêt à 25)			
… inférieure et supérieure			
Consigne	Réponse de l'élève		Cotation
Peux-tu compter de 15 à 30 ?	**0**		**0**
1 pt (avec arrêt à 30)			
… inférieure et supérieure			
Consigne	Réponse de l'élève		Cotation
Peux-tu compter de 73 à 88 ?	**0**		**0**
1 pt (avec arrêt à 88)			
… à rebours			
Consigne	Réponse de l'élève		Cotation
Peux-tu compter à rebours depuis 25 ?	**0**		**0**
25-20 1pt • 19-15 2pts • 14-10 3pts • 9-1 4pts			
Comptage par pas			
Consigne	Réponse de l'élève		Cotation
Peux-tu compter de 2 en 2 ?	**0**		**0**
jusqu'à 20 1 pt			
Comptage par pas			
Consigne	Réponse de l'élève		Cotation
Peux-tu compter de 5 en 5 ?	**0**		**0**
jusqu'à 30 1 pt			
Comptage par pas			
Consigne	Réponse de l'élève		Cotation
Peux-tu compter de 10 en 10 ?	**0**		**0**
jusqu'à 100 1 pt			
Total Comptage			**0**

Test de performance en numération 4H			
Dénombrement			
Compter les jetons			
Matériel : une bourse contenant 23 jetons (collection simple)			
Consigne	Réponse de l'élève		Cotation
	Observation des 5 principes de Gelman		
Peux-tu compter tous les jetons ? Combien y en a-t-il ?	**0**	1 bijection 1 – 0 pt	**0**
	0	2 ordre stable 1 – 0 pt	**0**
	0	3 cardinal 1 – 0 pt	**0**
	0	4 abstraction 1 – 0 pt	**0**
	0	5 non pertinence de l'ordre 1 – 0 pt	**0**
Consigne	Réponse de l'élève		Cotation
Peux-tu l'écrire ?	**0**		**0**
1 – 0			
Peux-tu me dire quel est le chiffre des dizaines ?	**0**		**0**
1 – 0			
Peux-tu me dire quel est le chiffre des unités ?	**0**		**0**
1 – 0			
Matériel : une bourse contenant 100 jetons			
Consigne	Réponse de l'élève		Cotation
Combien y a-t-il de jetons ? *Disposition en alignement*	**0**		**0**
1 – 0			
Combien y a-t-il de jetons ? *Disposition aléatoire*	**0**		**0**
1 – 0			
Total Dénombrement			**0**

Annexe 3 Modèle test partie compréhension

Test de performance en numération 4H											
Compréhension du système numérique											
Reconnaissance et identification											
Consigne	Réponse de l'élève										Cotation
Où est le … ?	5	13	24	30	45	54	67	78	89	91	**0**
0,5 point par réponse correcte											
Consigne	Réponse de l'élève										Cotation
Peux-tu me dire s'il s'agit de chiffres ?		!	3	E	9	2	G	7	+		**0**
Transcodage											
Consigne	Réponse de l'élève										Cotation
Peux-tu écrire…											**0**
	9	15	26	32	40	57	61	473	1084	3298	
0,5 point par réponse correcte											
Consigne	Réponse de l'élève										Cotation
Peux-tu me dire ce qui est écrit ?	6	14	28	31	50	62	83	147	774	1095	**0**
0,5 point par réponse correcte											
Total Compréhension											**0**

TOTAL	
Total Comptage	**0**
Total Dénombrement	**0**
Total Compréhension du système numérique	**0**
TOTAL	**0**

Annexe 5 Exemple Cinq/5 en nombre-de

2 Cinq / 5 en nombre-de

un	deux	trois	quatre	cinq	six	sept	huit	neuf
1	2	3	4	5	6	7	8	9

cinq

Recherche

VOIR	COMPTER
cinq doigts	cinq pommes
Némo compte ses doigts.	Mila compte des pommes.

Ils arrivent tous les deux à **CINQ**.

• *Conditions de sens d'un dénombrement*

1 a. Dans le tableau, peux-tu dire qu'il y a exactement cinq .... ?
Entoure oui ou non.

b. Si oui, complète le tableau comme dans l'exemple.

★		non	oui	cinq lapins
★		non	oui	
★		non	oui	
★		non	oui	
★		non	oui	
★		non	oui	

12 douze

Cinq / 5 en nombre

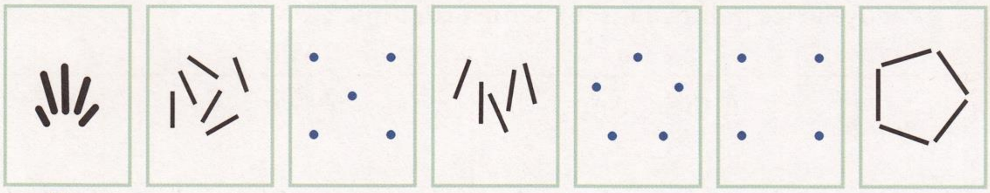
DIRE-LIRE-ÉCRIRE		VOIR	COMPTER
en mot	en chiffre		
cinq	5		

À ton tour

Numération

• *Reconnaître cinq quand il est organisé ; sinon, compter*

1 a. Entoure les cinq représentés en points ou en barres.



b. Colorie en vert les cases dans lesquelles tu les as trouvés.

2 Invente et dessine en points ou en barres des cinq qui se voient sans compter.

3 Entoure cinq qui, ici, est écrit en mot.

deux quatre cinq un sept cinq neuf huit cinq

4 Entoure cinq qui, ici, est écrit en chiffre.

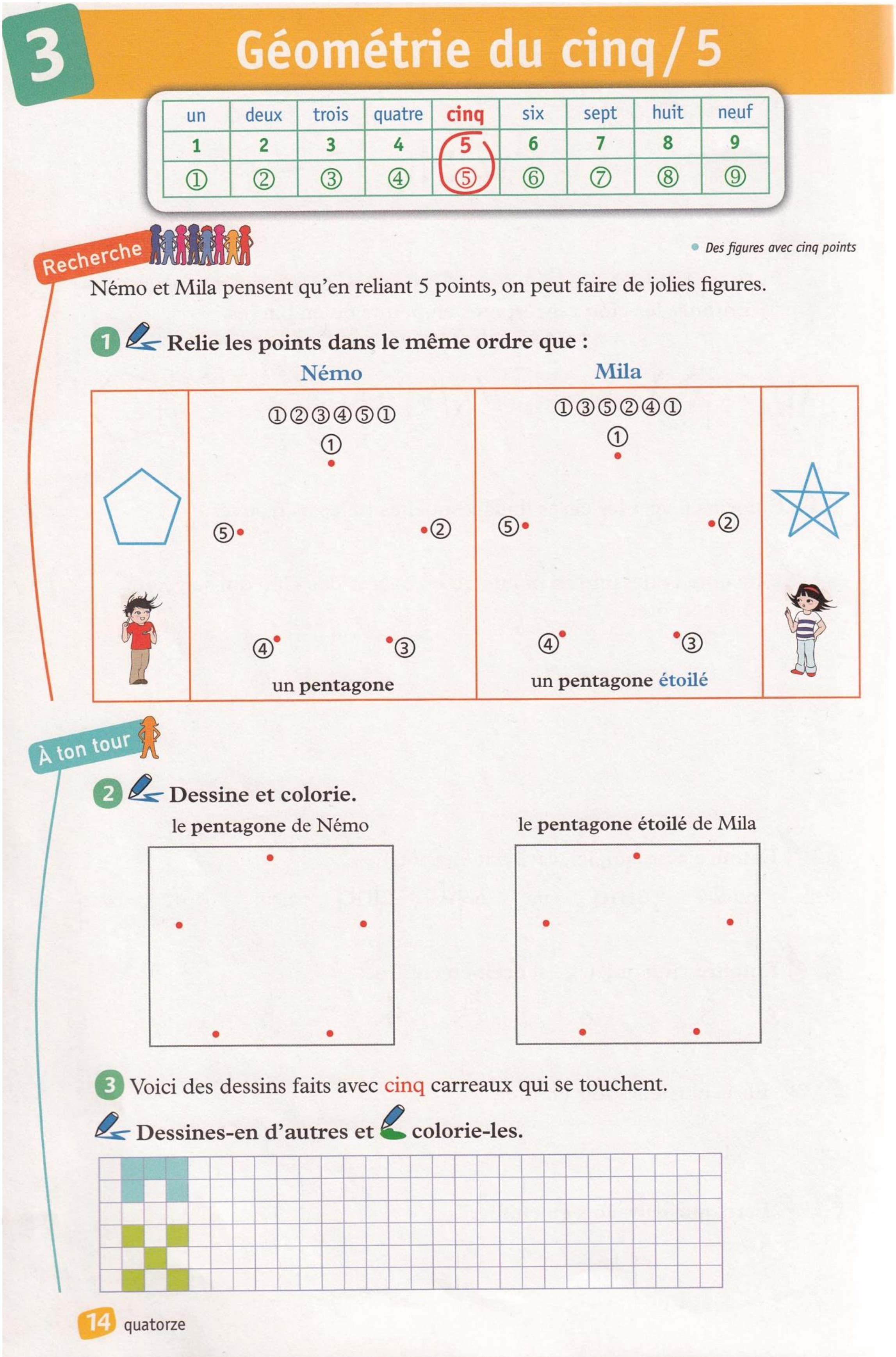
9 2 8 5 6 1 5 4 7 5 1 3 5

5 Écris plusieurs fois en mot.

cinq

6 Écris plusieurs fois en chiffre.

5



3 Géométrie du cinq / 5

un	deux	trois	quatre	cinq	six	sept	huit	neuf
1	2	3	4	5	6	7	8	9
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨

Recherche

• *Des figures avec cinq points*

Némo et Mila pensent qu'en reliant 5 points, on peut faire de jolies figures.

1 **Relie les points dans le même ordre que :**

À ton tour

2 **Dessine et colorie.**

3 Voici des dessins faits avec cinq carreaux qui se touchent.

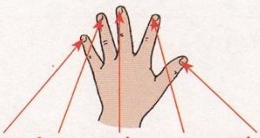
Dessines-en d'autres et colorie-les.

Trésors du cinq / 5

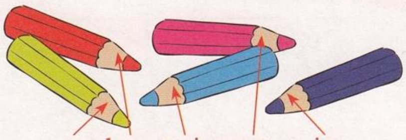
Numération

Recherche

Tu sais compter jusqu'à cinq : un, deux, trois, quatre, cinq.
Tu sais donc : que tu as **cinq** doigts à chaque main ou qu'il y a cinq crayons.



un, deux, trois, quatre, cinq



un, deux, trois, quatre, cinq

Pour dire « cinq » en nombre-de, il faut qu'il y ait cinq choses pareilles. Sinon, les compter n'a pas de sens.

On rencontre souvent des choses qui vont par cinq :

les cinq bras d'une étoile de mer

les cinq pétales d'un bouton d'or

les cinq maisons des pépins d'une pomme

À ton tour

Quand cinq est en nombre, tu sais le reconnaître s'il est organisé.

1 **Représente tes cinq préférés, en points ou en barres.**

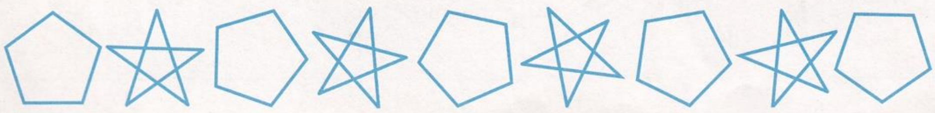
le cinq du pentagone				

2 **Écris plusieurs fois en mot et en chiffre.**

cinq

5

3 **Colorie de la même couleur les pentagones étoilés, et les autres à ton goût.**



Annexe 9 Sélection partie comptage

Elèves		Comptage sélection										
code_élèves	Indication	compta_1	compta_2	compta_3	compta_4	compta_5	compta_6	compta_7	compta_8	compta_total	compta_total_pts	compta_%
élève_05	Groupe témoin	0	1	1	0	0	0	0	1	3	15	20%
élève_15	Groupe témoin	2	1	0	0	0	0	0	0	3	15	20%
élève_22	Groupe témoin	0	1	0	0	0	0	0	0	1	15	7%
élève_33	Groupe témoin	3	0	0	0	1	1	0	0	5	15	33%
élève_09	Groupe expérimental	1	1	0	0	0	0	0	0	2	15	13%
élève_11	Groupe expérimental	1	1	0	0	0	0	0	0	2	15	13%
élève_18	Groupe expérimental	5	0	0	0	0	0	0	0	5	15	33%
élève_20	Groupe expérimental	4	1	0	0	0	0	0	0	5	15	33%
élève_01		5	1	1	1	4	1	1	1	15	15	100%
élève_02		5	1	1	1	4	1	1	1	15	15	100%
élève_03		5	1	1	1	2	0	0	0	10	15	67%
élève_04		5	1	1	0	0	1	0	1	9	15	60%
élève_06		5	1	1	1	1	0	0	1	10	15	67%
élève_07		5	1	1	0	0	1	1	0	9	15	60%
élève_08		5	1	1	1	4	1	1	1	15	15	100%
élève_10		5	1	1	1	4	1	0	1	14	15	93%
élève_12		0	1	1	0	4	1	1	1	9	15	60%
élève_13		5	1	1	1	4	0	0	0	12	15	80%
élève_14		5	1	1	0	1	1	0	0	9	15	60%
élève_16		5	1	1	1	4	1	0	0	13	15	87%
élève_17		5	1	1	1	4	1	1	1	15	15	100%
élève_19		5	1	1	0	0	0	0	0	7	15	47%
élève_21		5	1	1	0	1	1	1	1	11	15	73%
élève_23		5	1	1	0	2	0	1	0	10	15	67%
élève_24		5	1	1	1	1	0	1	1	11	15	73%
élève_25		5	1	1	0	4	0	1	1	13	15	87%
élève_26		5	1	1	1	0	1	0	1	10	15	67%
élève_27		5	1	1	0	4	1	0	1	13	15	87%
élève_28		5	1	1	0	2	1	0	0	10	15	67%
élève_29		5	1	1	1	4	1	1	1	15	15	100%
élève_30		5	1	1	1	1	1	0	0	10	15	67%
élève_31		5	1	1	1	4	0	0	0	12	15	80%
élève_32		5	1	1	1	2	0	0	0	10	15	67%
élève_34		5	1	1	1	1	0	0	0	9	15	60%
élève_35		0	1	1	0	1	0	0	0	3	15	20%

Annexe 10 Sélection partie dénombrement

Elèves		Dénombrement sélection								
code_élèves	Indication	déno_1	déno_2	déno_3	déno_4	déno_5	déno_6	déno_total	déno_total_pts	déno_%
élève_05	Groupe témoin	5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_15	Groupe témoin	4	1	0	0	0	0	5	10	50%
élève_22	Groupe témoin	5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_33	Groupe témoin	4	1	0	0	0	0	5	10	50%
élève_09	Groupe expérimental	4	0	0	0	0	0	4	10	40%
élève_11	Groupe expérimental	4	0	0	0	0	0	4	10	40%
élève_18	Groupe expérimental	4	1	0	0	0	0	5	10	50%
élève_20	Groupe expérimental	4	0	0	0	0	0	4	10	40%
élève_01		5	1	1	1	1	0	9	10	90%
élève_02		5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_03		5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_04		5	1	0	0	1	0	7	10	70%
élève_06		5	1	1	1	0	1	9	10	90%
élève_07		5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_08		5	1	0	0	1	1	8	10	80%
élève_10		5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_12		5	1	1	1	1	1	10	10	100%
élève_13		5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_14		5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_16		5	0	0	0	0	0	5	10	50%
élève_17		5	1	1	0	1	1	9	10	90%
élève_19		5	0	0	0	0	1	6	10	60%
élève_21		5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_23		5	1	1	1	1	0	9	10	90%
élève_24		5	1	0	0	1	1	8	10	80%
élève_25		5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_26		5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_27		5	1	0	0	1	1	8	10	80%
élève_28		5	1	0	0	1	0	7	10	70%
élève_29		5	1	1	1	0	1	9	10	90%
élève_30		5	1	1	1	1	0	9	10	90%
élève_31		5	1	0	0	0	1	7	10	70%
élève_32		5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_34		5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_35		5	1	0	0	0	0	6	10	60%

Annexe 11 Sélection partie compréhension

Elèves		Compréhension sélection						
code_élèves	Indication	compr_1	compr_2	compr_3	compr_4	compr_total	compr_total_pts	compr_%
élève_05	Groupe témoin	4	4	3	2.5	13.5	19	71%
élève_15	Groupe témoin	2	4	2	1	9	19	47%
élève_22	Groupe témoin	3	4	1.5	2	10.5	19	55%
élève_33	Groupe témoin	3.5	3.5	3	2.5	12.5	19	66%
élève_09	Groupe expérimental	3.5	3	2	2.5	11	19	58%
élève_11	Groupe expérimental	2.5	4	1.5	1.5	9.5	19	50%
élève_18	Groupe expérimental	4	4	2.5	3	13.5	19	71%
élève_20	Groupe expérimental	4	4	3	3	14	19	74%
élève_01		4	4	3.5	4.5	16	19	84%
élève_02		5	4	4	5	18	19	95%
élève_03		5	4	3.5	3.5	16	19	84%
élève_04		4.5	1	3	3.5	12	19	63%
élève_06		5	4	4	3.5	16.5	19	87%
élève_07		5	4	2.5	4	15.5	19	82%
élève_08		5	4	5	5	19	19	100%
élève_10		5	4	4	5	18	19	95%
élève_12		5	4	5	5	19	19	100%
élève_13		5	4	3.5	4.5	17	19	89%
élève_14		4	4	4	4	16	19	84%
élève_16		5	4	3.5	4	16.5	19	87%
élève_17		5	4	3.5	5	17.5	19	92%
élève_19		5	4	4	4	17	19	89%
élève_21		5	4	5	5	19	19	100%
élève_23		5	4	4.5	5	18.5	19	97%
élève_24		5	4	4.5	5	18.5	19	97%
élève_25		5	4	3	4.5	16.5	19	87%
élève_26		5	4	5	4.5	18.5	19	97%
élève_27		5	4	4	4	17	19	89%
élève_28		5	4	3.5	3.5	16	19	84%
élève_29		5	4	5	5	19	19	100%
élève_30		5	4	3.5	4	16.5	19	87%
élève_31		5	4	4	5	18	19	95%
élève_32		5	4	3	3	15	19	79%
élève_34		5	4	3.5	4.5	17	19	89%
élève_35		5	4	3.5	4	16.5	19	87%

Annexe 12 Sélection totaux

Elèves		Total sélection		
code_élèves	Indication	total	total_pts	total_%
élève_05	Groupe témoin	22.5	44	51%
élève_15	Groupe témoin	17	44	39%
élève_22	Groupe témoin	17.5	44	40%
élève_33	Groupe témoin	22.5	44	51%
élève_09	Groupe expérimental	17	44	39%
élève_11	Groupe expérimental	15.5	44	35%
élève_18	Groupe expérimental	23.5	44	53%
élève_20	Groupe expérimental	23	44	52%
élève_01		40	44	91%
élève_02		39	44	89%
élève_03		32	44	73%
élève_04		28	44	64%
élève_06		35.5	44	81%
élève_07		30.5	44	69%
élève_08		42	44	95%
élève_10		38	44	86%
élève_12		38	44	86%
élève_13		35	44	80%
élève_14		31	44	70%
élève_16		34.5	44	78%
élève_17		41.5	44	94%
élève_19		30	44	68%
élève_21		36	44	82%
élève_23		37.5	44	85%
élève_24		37.5	44	85%
élève_25		35.5	44	81%
élève_26		34.5	44	78%
élève_27		38	44	86%
élève_28		33	44	75%
élève_29		43	44	98%
élève_30		35.5	44	81%
élève_31		37	44	84%
élève_32		31	44	70%
élève_34		32	44	73%
élève_35		25.5	44	58%

Annexe 13 Résultats pré-test partie comptage

Elèves		Comptage pré-test										
code_élèves	Indication	compta_1	compta_2	compta_3	compta_4	compta_5	compta_6	compta_7	compta_8	compta_total	compta_total_pts	compta_%
élève_05	Groupe témoin	0	1	1	0	0	0	0	1	3	15	20%
élève_15	Groupe témoin	2	1	0	0	0	0	0	0	3	15	20%
élève_22	Groupe témoin	0	1	0	0	0	0	0	0	1	15	7%
élève_33	Groupe témoin	3	0	0	0	1	1	0	0	5	15	33%
élève_09	Groupe expérimental	1	1	0	0	0	0	0	0	2	15	13%
élève_11	Groupe expérimental	1	1	0	0	0	0	0	0	2	15	13%
élève_18	Groupe expérimental	5	0	0	0	0	0	0	0	5	15	33%
élève_20	Groupe expérimental	4	1	0	0	0	0	0	0	5	15	33%

Annexe 14 Résultats pré-test partie dénombrement

Elèves		Dénombrement pré-test								
code_élèves	Indication	déno_1	déno_2	déno_3	déno_4	déno_5	déno_6	déno_total	déno_total_pts	déno_%
élève_05	Groupe témoin	5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_15	Groupe témoin	4	1	0	0	0	0	5	10	50%
élève_22	Groupe témoin	5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_33	Groupe témoin	4	1	0	0	0	0	5	10	50%
élève_09	Groupe expérimental	4	0	0	0	0	0	4	10	40%
élève_11	Groupe expérimental	4	0	0	0	0	0	4	10	40%
élève_18	Groupe expérimental	4	1	0	0	0	0	5	10	50%
élève_20	Groupe expérimental	4	0	0	0	0	0	4	10	40%

Annexe 15 Résultats pré-test partie compréhension

Elèves		Compréhension pré-test						
code_élèves	Indication	compr_1	compr_2	compr_3	compr_4	compr_total	compr_total_pts	compr_%
élève_05	Groupe témoin	4	4	3	2.5	13.5	19	71%
élève_15	Groupe témoin	2	4	2	1	9	19	47%
élève_22	Groupe témoin	3	4	1.5	2	10.5	19	55%
élève_33	Groupe témoin	3.5	3.5	3	2.5	12.5	19	66%
élève_09	Groupe expérimental	3.5	3	2	2.5	11	19	58%
élève_11	Groupe expérimental	2.5	4	1.5	1.5	9.5	19	50%
élève_18	Groupe expérimental	4	4	2.5	3	13.5	19	71%
élève_20	Groupe expérimental	4	4	3	3	14	19	74%

Annexe 16 Résultats pré-test totaux

Elèves		Total pré-test		
code_élèves	Indication	total	total_pts	total_%
élève_05	Groupe témoin	22.5	44	51%
élève_15	Groupe témoin	17	44	39%
élève_22	Groupe témoin	17.5	44	40%
élève_33	Groupe témoin	22.5	44	51%
élève_09	Groupe expérimental	17	44	39%
élève_11	Groupe expérimental	15.5	44	35%
élève_18	Groupe expérimental	23.5	44	53%
élève_20	Groupe expérimental	23	44	52%

Annexe 17 Résultats post-test partie comptage

Elèves		Comptage post-test										
code_élèves	Indication	compta_1	compta_2	compta_3	compta_4	compta_5	compta_6	compta_7	compta_8	compta_total	compta_total_pts	compta_%
élève_05	Groupe témoin	4	1	1	0	1	1	0	0	8	15	53%
élève_15	Groupe témoin	4	1	1	0	2	0	0	0	8	15	53%
élève_22	Groupe témoin	5	1	1	1	0	0	0	0	8	15	53%
élève_33	Groupe témoin	5	0	0	0	2	1	0	1	9	15	60%
élève_09	Groupe expérimental	5	1	1	1	4	1	0	1	14	15	93%
élève_11	Groupe expérimental	2	1	1	1	0	0	0	0	5	15	33%
élève_18	Groupe expérimental	5	1	1	1	1	1	1	1	12	15	80%
élève_20	Groupe expérimental	5	1	1	1	4	1	0	1	14	15	93%

Annexe 18 Résultats post-test partie dénombrement

Elèves		Dénombrement post-test								
code_élèves	Indication	déno_1	déno_2	déno_3	déno_4	déno_5	déno_6	déno_total	déno_total_pts	déno_%
élève_05	Groupe témoin	5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_15	Groupe témoin	5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_22	Groupe témoin	5	1	0	1	0	0	7	10	70%
élève_33	Groupe témoin	5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_09	Groupe expérimental	5	1	1	1	1	1	10	10	100%
élève_11	Groupe expérimental	5	1	0	0	0	0	6	10	60%
élève_18	Groupe expérimental	5	1	1	1	1	1	10	10	100%
élève_20	Groupe expérimental	5	1	1	1	1	1	10	10	100%

Annexe 19 Résultats post-test partie compréhension

Elèves		Compréhension post-test						
code_élèves	Indication	compr_1	compr_2	compr_3	compr_4	compr_total	compr_total_pts	compr_%
élève_05	Groupe témoin	4	4	3.5	3.5	15	19	79%
élève_15	Groupe témoin	3.5	4	3	3	13.5	19	71%
élève_22	Groupe témoin	5	4	3.5	3.5	16	19	84%
élève_33	Groupe témoin	4.5	4	3	3.5	15	19	79%
élève_09	Groupe expérimental	5	4	4	4	17	19	89%
élève_11	Groupe expérimental	4	4	3	3	14	19	74%
élève_18	Groupe expérimental	5	4	4	4	17	19	89%
élève_20	Groupe expérimental	5	4	3.5	4	16.5	19	87%

Annexe 20 Résultats post-test totaux

Elèves		Total post-test		
code_élèves	Indication	total	total_pts	total_%
élève_05	Groupe témoin	29	44	66%
élève_15	Groupe témoin	27.5	44	63%
élève_22	Groupe témoin	31	44	70%
élève_33	Groupe témoin	30	44	68%
élève_09	Groupe expérimental	41	44	93%
élève_11	Groupe expérimental	25	44	57%
élève_18	Groupe expérimental	39	44	89%
élève_20	Groupe expérimental	40.5	44	92%