CONSTRUCTION DU NOMBRE ET ACTIVITÉS MUSICALES

Stéphanie DENERVAUD RUCHET*

Résumé – Construction du concept de nombre en s'appuyant sur des éléments rythmiques, mélodiques, par l'écoute et le mouvement. La transposition d'un registre sémiotique à un autre favorise-t-elle l'abstraction des principes du nombre et leur manipulation ?

Mots-clés : nombre, musique, mouvement, registres, transposition

Abstract – Construction of the concept of number by leaning on rhythmic, melodic elements, by the listening and the movement. Does the transposition of a semiotic register in the other one favor the abstraction of the principles of numbers and their manipulation?

Keywords : number, music, movement, registers, transposition

I. INTRODUCTION

1. Contexte

Je travaille dans une école spécialisée qui accueille des enfants présentant des troubles envahissants du développement. Ma classe est constituée de huit enfants qui ont sept à huit ans, sous la responsabilité de trois enseignantes, de sorte que deux enseignantes sont présentes simultanément la plupart du temps. Ce dispositif a permis de former deux groupes d'élèves pris en charge alternativement.

Outre des difficultés d'ordre relationnel, les enfants sont confrontés à des troubles de l'apprentissage en raison de leur peu de disponibilité à la réflexion, en lien avec leurs angoisses de multiples origines. J'ai pu constater chez plusieurs d'entre eux des difficultés à comprendre et à raisonner avec les notions mathématiques en général, à accéder à un certain degré d'abstraction nécessaire à la construction du concept de nombre, base indispensable de l'arithmétique.

2. Motivation personnelle

Durant la formation, les concepts piagétiens de construction logico-mathématique me sont apparus comme un ancrage fondamental pour comprendre et améliorer l'enseignement des mathématiques. Dans le cadre de mon mémoire professionnel de master en pédagogie spécialisée, j'ai donc voulu aller plus loin dans cette découverte.

D'autre part, un cours sur la créativité m'a sensibilisée aux aspects non seulement créatifs voire récréatifs de la musique, mais également au potentiel interdisciplinaire qui permettrait d'étayer des apprentissages pré-numériques ou numériques.

Dans sa présentation générale, le nouveau plan d'études romand (PER)[1] incite à la reconnaissance et à la formation de capacités transversales comme la collaboration, la communication, les stratégies d'apprentissage, la pensée créatrice et la démarche réflexive, qui d'ailleurs ne se limite pas au domaine mathématiques et sciences de la nature, (environnement, physique, chimie et biologie). Avec des élèves en difficulté de penser, pourquoi ne pas tenter une approche différente ?

* HEP Lausanne – Suisse – stephanie.denervaud-ruchet@etu.hepl.ch

[1] www.plandetudes.ch, volet Présentation générale puis Compétences transversales

© Denervaud-Ruchet S. (2012) Construction du nombre et activités musicales. In Dorier J.-L., Coutat S. (Eds.) *Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le 21e siècle – Actes du colloque EMF2012* (SPE1, pp. 1534–1544). http://www.emf2012.unige.ch/index.php/actes-emf-2012

3. *Ancrage didactique et épistémologique*

J'ai pu me rendre compte de l'abondance des liens admis de longue date entre mathématiques et musique. De Pythagore à Descartes, de Bach à Rousseau, les références ne manquent pas, ni les généralités. Je me suis alors demandé, dans l'hypothèse où le lien se justifierait, ce que l'on pouvait en faire concrètement. L'apprentissage de la numération peut-il s'appuyer sur des rythmes (et donc des mouvements) et des mélodies pour faire ressentir, pour faire vivre, puis pour conceptualiser l'usage du nombre et ses diverses représentations ?

Par cette recherche, je souhaite d'une part établir des moyens diversifiés pour amener les élèves à progresser dans leur construction du nombre et d'autre part comprendre des mécanismes de transposition de ces notions vers un degré d'abstraction plus élevé.

Il s'agira par exemple de proposer de dénombrer une collection en pointant du doigt, en dessinant successivement des éléments, en frappant dans les mains, en avançant de x pas… De ces différentes situations, l'enfant est amené à identifier des phénomènes récurrents car, selon Duval (1995) :

> La compréhension conceptuelle apparaît liée à la découverte d'une invariance entre des représentations sémiotiquement hétérogènes. (Op. cité, p. 61)

4. *Question et hypothèses de recherche*

La question principale de mon travail est la suivante : à partir d'activités d'écoute (rythmes, sons) et de mouvement, comment l'enfant transpose-t-il des connaissances relatives à la construction du nombre dans des registres sémiotiques de plus en plus abstraits ?

Afin de répondre à cette question, j'envisage les hypothèses suivantes :

- L'enfant s'appuie sur la connaissance acquise au travers de l'activité musicale pour résoudre une tâche dans un autre registre sémiotique.
- Les notions mathématiques s'acquièrent en donnant l'occasion à l'enfant d'appréhender par différents moyens un même concept.

II. ASPECTS THÉORIQUES

1. *Les composantes de la musique en lien avec le nombre*

Selon le dictionnaire Larousse (1996), si la musique est l'« art de combiner les sons » dans son acception la plus large, elle est aussi la « science des sons considérés sous le rapport de la mélodie, et du rythme » (2011).

La mélodie est définie comme une « ligne de sons successifs en hauteur et durée » (Costère 1990), tandis que le rythme relève de :

> L'ordonnance des sons dans le temps selon des proportions accessibles à la perception, fondées sur la succession de leurs durées et l'alternance de leurs points d'appui.

Par ailleurs, Dufourcq (1988) relève au sujet de ses origines que

> La musique, qui est aussi vieille que l'homme, paraît synonyme de mouvement dès les âges les plus reculés. Or qui dit mouvement dit rythme. Ainsi, la musique, la danse semblent avoir une commune origine. Qu'est-ce que le rythme ? C'est une répétition de bruits scandés. Les premiers instruments de musique ont été les mains de l'homme dont les battements furent la source primitive du rythme. (Op. Cité, p. 9)

Voici donc les trois ancrages fondamentaux que sont la mélodie, le rythme et le mouvement, à partir desquels je vais imaginer des activités destinées à favoriser la conceptualisation du nombre.

Les compositions mélodiques sont fondées sur la gamme diatonique majeure ascendante mise en lien avec la numération dans l'ordre croissant, la gamme est descendante si l'on vise une numération décroissante. Ainsi l'on peut former par addition successive des mélodies numériques, le passage d'un ton au suivant représentant la relation +1. D'autre part, la mélodie ne saurait se passer du rapport entre ses différentes hauteurs. L'identification de deux notes identiques, la comparaison entre une note aigüe et une note grave, voire la sériation de plusieurs notes pourraient soutenir les bases de la numération dès lors qu'on leur associe une valeur numérique ou quantitative. Notons au passage qu'en Chine la musique à l'école est notée en chiffres (Dauphin 2011, p. 50).

Une pulsation régulière qui peut être donnée par le tambourin, le métronome, etc…, se révèle un indispensable soutien au rythme. Il convient dès lors de permettre aux enfants d'intégrer cette pulsation par le mouvement (marche, sauts, balancements…) afin de l'inscrire dans un espace physique et corporel concret. Un rythme peut se greffer sur cette pulsation en une série identifiable, imitable, décomposable, dénombrable, comparable.

Une étude de Rauscher et al. (1997) a démontré que l'apprentissage du piano développe le raisonnement spatio-temporel (pp. 2-8), si indispensable à la construction du nombre. L' « effet Mozart » serait-il l'apanage des pianistes ou peut-on imaginer que de manière plus globale, la musique tout comme le mouvement stimulent la construction d'un espace-temps au service d'apprentissages numériques ?

Le mouvement est présent à tout moment : lorsqu'il s'agit de marcher au tempo, de frapper un rythme, de mimer une comptine, de danser une ronde, d'avancer ou de reculer d'une case. Il permet la constitution du schéma corporel, la structuration spatiale ainsi que la structuration temporelle.

Aux origines, les nombres étaient exprimés par le corps : les doigts de la main, puis différentes parties du corps désignaient les quantités plus élevées, pouvant aller jusqu'à la trentaine. Le nom des parties du corps a ensuite relayé le geste, puis différentes formes de désignation, qu'elles soient verbales, iconiques ou symboliques ont suivi selon les besoins et les moyens rencontrés au cours de l'Histoire (Deheane 2010). Un schéma corporel bien établi est non seulement à l'origine de l'expression numérique, mais il permet la discrimination, donc la comparaison d'éléments perçus quel qu'en soit le canal sensoriel, tout autant que l'accès à la symbolisation (De Lièvre et Staes 2006, p. 106).

La structuration spatiale permet de disposer de repères, et donc d'orienter la ligne numérique de gauche à droite ou de bas en haut (Deheane 2010, pp. 92-93). Selon De Lièvre et Staes (2006), elle permet en outre l'ordination des nombres et des quantités, de même que leur lecture dans un ordre précis. 12 n'est pas identique à 21, 6 est différent de 9. Le dénombrement requiert l'organisation d'un trajet spatial pour passer sur chaque objet, ainsi que pour mémoriser les endroits déjà pointés afin de ne pas compter deux fois le même élément. Le rapport entre les nombres est envisageable dès lors qu'un rapport à l'espace est stabilisé : l'invariance des longueurs permet d'abstraire la quantité quelle que soit sa représentation, et donc de manipuler ces mêmes quantités en les comparant, en les assemblant, en les séparant. La réversibilité opératoire est alors possible.

La structuration temporelle permet de s'orienter dans le temps pris comme une succession linéaire irréversible. Elle permet de lire/écrire dans l'ordre conventionnel, de situer des nombres ou des quantités les unes par rapport aux autres (avant/après) et donc de les ordonner. Elle contribue à la notion de cardinalité en donnant une valeur stable aux intervalles, du moment qu'une régularité est assurée : il peut s'agir d'un tempo, comme d'une suite numérique (0, 10, 20, 30,…) (De Lièvre et Staes, p. 119-121).

Le chant combine ces trois aspects rythmiques, mélodiques et corporels, puisque pour chanter on utilise son corps. De plus, il requiert la parole, tremplin vers la construction des nombres non perceptifs, c'est-à-dire au-delà de trois. Selon l'hypothèse de Deheane (2010), c'est en nommant ces quantités qu'elles peuvent progressivement être conceptualisées aussi précisément que les nombres subitisés (p. 104). Les comptines numériques ont donc toute leur valeur en ce qu'elles prolongent la construction des quantités numériques en leur donnant un vocable.

2. Ancrages théoriques et démarche de travail

Le nombre ne peut être défini ou désigné de manière directe. Piaget (1991) a cherché à comprendre comment il se construit chez l'enfant en interaction avec l'objet, par un processus d'adaptation à l'environnement. Il conçoit la genèse du nombre comme étant la synthèse des classes et des relations, construites par étapes successives. Dans un premier temps, j'ai rassemblé les objectifs fondamentaux du PER en lien avec la construction du nombre, afin de les analyser en regard des étapes de construction du nombre selon les théories piagétiennes. Cela a permis de concevoir une évaluation qui a pu être utilisée partiellement en début d'année scolaire afin d'estimer le niveau de compétences numériques et arithmétiques de mes élèves et de situer l'enseignement dans leur zone proximale de développement.

Deheane (2010) s'est intéressé aux aspects neurologiques qui interviennent dans la quantification. Il relève l'existence d'une intuition numérique qui permet l'approximation des quantités, qu'elles soient présentées sous forme non-symbolique ou symbolique. Il émet l'hypothèse d'une représentation des nombres sous forme de ligne numérique qui fonctionne sur un modèle logarithmique de manière spontanée, mais qui passe à un modèle plus linéaire par l'association quantité/symbole, par le truchement de l'éducation. Le concept de nombre est donc étroitement lié aux notions spatiales, ce qui m'incite à concevoir des activités qui permettent de mouvoir son corps en proposant des repères qui correspondent le plus possible à l'orientation de la ligne numérique. J'ai imaginé plusieurs activités évolutives rythmiques et musicales à explorer avec les enfants, en allant également puiser dans quelques moyens d'enseignement déjà existants. Leur intérêt réside premièrement dans leur potentiel de diversification progressive, et deuxièmement dans les transpositions des propriétés numériques dans de nouvelles représentations (visuelles, auditives, kinesthésiques) en mettant à contribution plusieurs informations sensorielles de manière ludique.

Dans la mesure du possible, les compétences explorées dans cette séance hebdomadaire sont réinvesties lors d'autres leçons en lien avec les moyens officiels d'enseignement des mathématiques en Suisse romande.

Les activités sont proposées dans un ordre constant, tout en y apportant des éléments de différenciation afin de soutenir l'intérêt des élèves et leur progression. La ritualisation permet de donner un cadre sécurisant car connu, ce qui facilite également le démarrage du jeu puisque les enfants peuvent s'appuyer sur ce qu'ils ont déjà vécu précédemment.

Dans une perspective innéiste, Gelman et Gallistel (1978), décrivent cinq principes qui régissent le dénombrement, à savoir :

- La comptine numérique ne change pas, les nombres sont toujours récités dans le même ordre.

- Que l'on pointe, que l'on dessine, que l'on frappe ou que l'on avance d'un pas la démarche est toujours identique ; chaque élément est désigné une seule fois.
- L'ordre de « désignation » n'est pas important.
- Le dernier élément oral cité dans la comptine implique le tout (cardinal).
- La nature de l'objet n'a pas d'importance, celui-ci reste équivalent aux autres dans son statut d'unité. C'est le principe d'abstraction.

J'ai pu observer que ces principes ne sont pas forcément compris de mes élèves. Ils me serviront de critères d'observation des démarches de dénombrement.

Duval (1995) relève que les apprentissages mathématiques se distinguent d'autres domaines de connaissance par l'accessibilité indirecte aux notions visées. Ainsi, il n'est pas possible de désigner l'objet mathématique en le montrant. Y faire référence par le moyen de signes organisés rend saillantes certaines de ses caractéristiques. Varier les registres sémiotiques permet de mettre en jeu les mêmes propriétés conceptuelles dans des situations diverses. L'enjeu est de comparer les différents registres pour identifier ce qui est semblable et qui peut relever d'indices pertinents concernant la notion visée, transposables dans d'autres circonstances, et ce qui est différent donc propre au registre choisi et indépendant de l'objet mathématique.

III. EXEMPLE D'UNE SEANCE ET OBJECTIFS

1. Comptine numérique

Activités	*Objectifs*	*Savoir-faire*
Un élève est chargé de disposer en cercle autant de coussins que de personnes présentes. S'ensuit une discussion sur la validité : y en a-t-il assez ? Trop ? Insuffisamment ? Combien en manque-t-il ?	Expérimenter les premiers nombres et leur signification par des exemples proches de l'enfant. Dénombrer une petite collection et exprimer oralement sa quantité. Comparer deux collections par correspondance terme à terme.	Utiliser la correspondance terme à terme. Utiliser les nombres pour organiser une situation de vie.
Une fois installés, nous chantons une comptine parfois en frappant dans les mains ou en mimant.	Mémoriser la suite numérique.	Chanter.
Puis un « chef d'orchestre » dit un nombre compris entre 0 et 10. Les « musiciens » montrent avec leurs doigts ce nombre.	Passer du mot-nombre à une représentation digitale.	Associer un nombre à une quantité. Passer de l'énonciation orale du nombre à une représentation gestuelle.

Figure 1 – *Comptine numérique*

Quelques adaptations possibles :

- Diversifier les chansons
- Jeu du « beuzeu » pour favoriser la mobilité de la représentation du nombre. En frappant alternativement sur les genoux et dans les mains, on récite la comptine numérique à tour de rôle le plus loin possible, de manière ascendante, descendante, en disant « beuzeu » chaque fois qu'il y a un trois dans le nombre énoncé, en disant uniquement les nombres pairs/impairs, etc.
- Lancer les dés ou tirer une carte pour décider du nombre de doigts que les musiciens doivent lever.
- Le chef d'orchestre frappe *x* fois dans les mains, les autres doivent l'imiter (compter dans sa tête).

2. Jeu de dés

Deux gros dés en mousse sont à disposition. A chaque constellation correspond une mélodie ascendante : pour un point, on chante la note « do » en disant « un », pour deux points, on chante « do-ré » en disant « un-deux », pour trois points on chante « do-ré-mi » en disant « un-deux-trois », etc…

Activités	*Objectifs*	*Savoir-faire*
Chaque joueur lance les deux dés, chante la constellation en recommençant sur la note « do » pour le deuxième dé. Cela donnera par exemple, pour le dé du quatre et du trois : « do-ré-mi-fa, do-ré-mi » chanté sur « un-deux-trois-quatre, un-deux-trois »	Dénombrer une petite collection et exprimer oralement sa quantité. Dénombrer deux quantités séparées.	Chanter en partant de la note « do ».
Pour se souvenir de la chanson, un camarade note la mélodie sur un panneau.	Traduire la situation additive en écriture non symbolique ou symbolique.	Mémoriser une mélodie. Inventer ou utiliser une représentation additive.
La semaine suivante, un enfant choisit une des représentations mélodiques et la chante.	Traduire une représentation additive en situation concrète.	Lire une représentation additive.
Ses camarades doivent deviner laquelle il a chanté.	Traduire la mélodie en représentation écrite.	Associer mélodie et écriture additive.
Valider la lecture/écriture de la mélodie	Traduire la mélodie en représentation écrite.	Juger de la pertinence d'une représentation Argumenter.

Figure 2 – *Jeux de dés*

Les enfants peuvent ainsi constater progressivement que le registre de représentation choisi permet un degré de précision variable : si l'on reste dans la représentation par points (iconique), il y a des risques que l'on déchiffre mal par omission ou adjonction de notes (difficultés lors du pointage). Par contre, avec une symbolisation chiffrée, le doute n'est plus possible, mais d'autres obstacles surgissent : comment ne pas confondre « 13 » et « 1 avec

3 » ? Il s'agira de trouver des systèmes de notation (conventionnels ou non) qui permettent de dissiper le doute.

Quelques adaptations possibles :

- Chanter à tour de rôle pour construire une chanson commune
- Lancer deux dés, chanter d'abord l'un puis l'autre, puis inverser
- Inventer d'autres paroles sur une mélodie décidée par les dés…

3. Transition : chaises musicales

Lorsqu'ils entendent la musique, les enfants dansent ou courent. Lorsqu'elle s'arrête, ils doivent trouver leur « maison » en s'asseyant sur un coussin.

Activités	*Objectifs*	*Savoir-faire*
Après chaque arrêt, on enlève une ou deux « maisons ».	Diminuer une collection.	Enlever des éléments.
Combien en restera-t-il ?	Anticiper le résultat d'un calcul.	Surcompter. Décompter.
Les élèves doivent retrouver parmi différentes écritures additives et soustractives l'étiquette avec l'écriture arithmétique correspondant à la situation.	Traduire la situation en écriture additive ou soustractive.	Choisir l'écriture pertinente.

Figure 3 – *Chaises musicales*

En procédant par élimination, les élèves sont amenés à choisir entre l'écriture additive et soustractive. Cette dernière étape peut être l'occasion d'institutionnaliser l'utilisation des signes + et -.

Quelques adaptations possibles :

- Faire varier le nombre de coussins qu'on enlève
- Mettre plus de coussins que nécessaire
- Demander aux enfants d'écrire le calcul correspondant

4. Les trains

Les enfants construisent un train avec des wagons de longueurs et de couleurs différentes. Ces wagons sont figurés par des feuilles de papier. Il s'agit d'abord de découvrir le matériel et son usage, à savoir marcher en rythme sur chaque wagon en disant le nom de ce dernier comme indiqué dans ce qui suit.

- D'abord uniquement avec les wagons blancs qui valent un.

« un »	« un »	« un »	« un »

- Puis on ajoute des wagons rouges qui valent deux.

« deux »	« -eux »	« un »	« un »	« un »	« un »	« deux »	« -eux »

Activités	*Objectifs*	*Savoir-faire*
Utiliser les mêmes wagons en les disposant différemment.	Expérimenter la commutativité et l'associativité de l'addition.	
Fabriquer des trains différents et de même longueur qui valent deux, puis quatre, puis six, puis huit.	Comparer, Egaliser. Utiliser la commutativité de l'addition. Trouver les différentes compositions d'une quantité.	
Comparer les trains.	Utiliser la correspondance terme à terme. Utiliser les nombres comme outil de comparaison. Associer rythme et composition additive.	Rapprocher ou superposer les trains.
Parcourir les deux trains simultanément et au tempo donné par le tambourin. Si chaque pas est réalisé conjointement, on doit arriver en même temps lorsque l'égalité est réalisée.	Comparer les trains. Correspondance terme à terme (marcher simultanément). Dénombrer.	Marcher au tempo. Scander les « noms de wagons ».
Egaliser deux trains.	Augmenter, diminuer ou égaliser deux collections.	Ajouter ; retrait ou double compensation.
Utiliser les signes =, < et > pour comparer les trains	Utiliser l'écriture symbolique pour comparer des quantités.	

Figure 4 *– Les trains*

Pour comparer deux trains, deux enfants les parcourent simultanément et au tempo donné par le tambourin. Si chaque pas est réalisé conjointement, on doit arriver tous en même temps lorsque l'égalité est réalisée. Si un enfant arrive avant l'autre, cela signifie que son train est plus court.

- Introduction du trois et du six en dernier et combinaison uniquement de ces deux types de wagons, car le rythme est ternaire.

« trois »	« -a »	« -a »	« si- »	« -i »	« -i »	« -i »	« -i »	« -ix »

- Le cinq et le dix sont des compositions de 1+4 ou de 2+3.

Quelques adaptations possibles :

- Verbaliser un nombre, frapper un rythme ou utiliser les dés chantés pour construire le train correspondant.
- Fabriquer le train (ou les trains) correspondant à une longueur de x pas.
- Est-ce que les trains s'arrêtent en même temps si j'ajoute un wagon ? si j'en enlève ?, tester simultanément des trains de longueur différent pour pouvoir les comparer.

- Disposition non linéaire du train : serpents, cercle à parcourir indéfiniment ou en s'arrêtant (se donner un repère).

IV. TRAITEMENT DES DONNEES

1. Récolte des données

Durant deux fois cinq séances, les élèves ont été filmés. Des séquences de ce corpus ont été choisies afin d'être analysées. Certaines productions ont été photographiées. De plus, après chacune de ces leçons depuis le début de l'année, j'ai tenu un journal de bord indiquant les activités réalisées et diverses observations ou interrogations relatives à la question de recherche, ce qui me permet non seulement de garder une trace, mais également de réajuster les propositions ou les interventions la fois suivante.

2. Outil d'analyse

Afin de vérifier mes hypothèses et de répondre à ma question de recherche, j'envisage une analyse à partir des registres sémiotiques tels que les a décrits Duval (1995). La première étape se base sur des extraits de séquences filmées dont les données sont classées dans deux grilles qui permettront de faire émerger les éléments suivants :

1) La classification des registres sémiotiques utilisés durant les séquences choisies.
2) Le repérage des invariants des différents registres qui permettent de faire ressortir des caractéristiques saillantes pour la construction du nombre et du raisonnement additif.
3) La reconnaissance des fonctions (méta-discursives ou non) de ces registres.
4) Les modalités de conversion d'un registre à l'autre.

La deuxième étape est tirée des notes prises après chaque leçon. L'étude de quelques situations mettra en évidence des fonctionnements qui n'émergent pas nécessairement lors des séquences filmées.

3. Premières observations

L'analyse des résultats étant toujours en cours au moment de l'écriture de cet article, elle ne peut donc faire l'objet d'une présentation définitive. C'est pourquoi je propose dans ce qui suit des éléments d'ordre qualitatif, sachant que des données plus quantitatives seront présentées dans le cadre de mon mémoire de master. Je puis néanmoins évoquer quelques observations :

Que ce soit pour un traitement ou une conversion, rares sont les situations dans lesquelles un registre tiers n'est pas utilisé. La fréquence d'apparition de ceux-ci semble soulever une hiérarchie dans leur utilisation, à savoir que le registre discursif apparaît de manière prédominante, essentiellement pour oraliser la comptine numérique. Le deuxième registre (non sémiotique) auquel les élèves ont recours relève de la gestuelle, que ce soit en utilisant le pointage, les doigts ou les pas. La mélodie apparaît également la plupart du temps en superposition au registre discursif et soutient la comptine oralisée. De manière plus anecdotique, les élèves peuvent avoir recours au registre iconique ou rythmique. Les aspects graphiques ou symboliques ne sont jamais apparus comme registres tiers. Je relève un degré de congruence plus élevé du registre tiers avec le registre initial, tandis que le degré de congruence entre le registre tiers et le registre final semble plus arbitraire. Ces aspects de congruence pourraient être mis en lien avec les fonctions que les registres tiers remplissent, à savoir une visée de l'ordre de la compréhension, de la mémorisation, du contrôle de l'action ou de la vérification. Les fonctions méta-discursives de communication et de traitement apparaissent essentiellement dans le registre final, mais peut-être cela dépend-il du dispositif mis en place.

L'étude de quelques situations pourrait mettre en évidence d'autres éléments. Par exemple le potentiel du registre mélodique comme soutien à des évocations mentales, de même que le matériel des « trains » utilisé comme support visuel et rythmique ont pu servir de support intériorisé au raisonnement additif. Le prétexte ludique des « chaises musicales » a permis d'introduire un premier aspect des soustractions ceci parallèlement à l'introduction des additions, contrairement à ce qui se pratique de manière habituelle, et contrairement au préjugé répandu que la soustraction est difficile à aborder avec des élèves pour qui le « manque » qu'elle évoque est potentiellement menaçant sur un plan psychologique.

V. CONCLUSION

Par ce travail, j'ai cherché des moyens qui permettent à mes élèves de construire quelques facettes du concept de nombre et des opérations, en partant de leur zone proximale de développement et en tenant compte de leurs besoins. Face à la prise de risque sur un plan d'intégrité psychique que constitue pour eux tout apprentissage nouveau, j'ai tenté de proposer une approche qui se voulait peu menaçante, tout en cherchant à construire avec eux un outil qui leur servira en parallèle ou ultérieurement à résoudre des situations-problèmes.

J'ai pu observer en début d'année que le « pour quoi » du nombre n'avait pas de sens et n'était pas accessible pour certains de mes élèves car pratiquement pas disponible. Alors que la découverte des principes du nombre est conçue comme innée par Gelman et Gallistel, j'ai pu constater que pour mes élèves (sauf exception) il n'est pas du tout évident que la suite numérique s'énonce toujours dans le même ordre, que le pointage doit concerner chaque élément mais une seule fois, que le dernier mot oralisé indique la quantité totale, que la façon de désigner (pointer, dessiner,…) ou la nature de l'objet dénombré n'a pas d'incidence sur la façon de dénombrer. Si les conversions congruentes (Duval) sont assimilables à l'isomorphisme des structures de Diénès, ne peut-on postuler qu'à défaut de donner un sens complet au concept de nombre naturel, il aura permis l'émergence de certains principes comme ceux du dénombrement (Gelman/Gallistel) sur lesquels pourront s'appuyer les élèves lorsqu'il s'agira d'utiliser le nombre comme outil ou moyen dans une situation-problème ? Je pense qu'une représentation minimale de ce que peut être un nombre est nécessaire avant de savoir à quel moment il devient un outil de résolution. C'est avant tout dans cette perspective que les activités ci-dessus ont été conçues. Cela dit, le concept de nombre serait bien incomplet si on se limitait à faire acquérir à l'enfant comment dénombrer. Je conçois ainsi qu'une approche idéale se voudrait « spiralaire » entre d'un côté la transposition de registres qui permet d'aborder le sens du nombre dans sa dimension du « quoi » et du « comment », et d'un autre côté des situations-problèmes qui permettent l'accès au sens du nombre dans sa dimension du « pour quoi » et du « quand ». Je considère que l'approche socioconstructiviste permet à cette dernière d'évoluer, bien qu'elle pose en soi d'autres questions face à des enfants que le conflit cognitif angoisse tout autant que la relation.

Les activités musicales ont pu servir de support à des évocations mentales ayant permis la résolution d'additions notamment. Même si les aspects rythmiques et mélodiques ne servent pas d'appui dominant au dénombrement, ils n'en restent pas moins des registres accessibles parmi d'autres, qui plus est en favorisant le mouvement qui, lui, contribue de manière importante à la constitution de repères spatiaux essentiels à la constitution de la ligne numérique. D'autre part, je relève que l'aspect motivationnel de la musique permet non seulement la mémorisation orale de la suite numérique dans la bonne humeur, mais encore des activités ludiques qui mettent suffisamment l’enfant en confiance pour qu’il puisse s’investir dans une élaboration de pensée.

REFERENCES

CIIP. (2010) *Plan d'études romand. Présentation générale/Compétences transversales.* Neuchâtel : Secrétariat général de la CIIP.

Dauphin C. (2011) *Pourquoi enseigner la musique ?* Montréal : Les Presses Universitaires.

De Lièvre B., Staès L. (2006) *La psychomotricité au service de l'enfant. Notions et applications pédagogiques.* Bruxelles : De Boeck et Belin.

Deheane S. (2010) *La bosse des maths.* Paris : Odile Jacob.

Dufourcq N. (1988) *Petite histoire de la musique.* Paris<. Larousse.

Duval R. (1995) *Semiosis et pensée humaine. Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels.* Bern :Peter Lang.

Costère E. (1990. *Dictionnaire de la musique.* Paris<. Larousse.

Gelman R., Gallistel C. R. (1978) *The child's understanding of number.* Cambrige, MA : Harvard University Press.

Larousse (1996) *Le petit Larousse illustré 1996.* Paris : Larousse.

Piaget J., Szeminska A. (1991) *La genèse du nombre chez l'enfant.* Lausanne : Delachaux et Niestlé.

Rauscher F. H., Shaw G. L., Levine L. J., Wright E. L., Dennis W. R., Newcom R. L. (1997) Music Training Causes Long-Term Enhancement of Preschool Children's Spatial-Temporal Reasoning. *Neurological Research* 19, 2-8.