

CODAGE ET ROBOTIQUE AU SERVICE DE LA CONSTRUCTION DU NOMBRE EN MATERNELLE

Arnaud GRANDADAM
CPD TICE, IEN SELESTAT

Arnaud.grandadam@ac-strasbourg.fr

Résumé

Construire le nombre en maternelle par le biais d'activités de codage, tel est l'enjeu des activités présentées. Comment la mise en œuvre d'activités débranchées et branchées permet-elle aux élèves de maternelle de découvrir le nombre sous ses deux aspects ordinal et cardinal et de lui donner du sens pour en fin de compte l'utiliser comme un outil ? L'usage du nombre fait par l'élève permettra d'évaluer son degré de maîtrise et sa capacité à le réinvestir dans différentes situations de recherche.

I - QUATRE CONCEPTS CLES

Brissiaud (2015) définit quatre concepts clés pour la pratique en classe et la formation des maîtres : décomposition, itération, comptage-dénombrement et comptage numérotage. Ils sont pour lui incontournables pour « amener chaque enfant à s'approprier le concept de nombre » dans ses deux aspects cardinal et ordinal.

1 La décomposition

« Comprendre un nombre donné, c'est savoir comment il est composé en nombres plus petits que lui et savoir l'utiliser pour en composer de plus grands » (Ibidem). Dès la maternelle, il est essentiel de manipuler les nombres au quotidien en insistant sur leurs multiples réalités.

La quantité 5 est bien un tout, composé de 5 unités mais aussi de 4 et encore 1 ou de 3 et encore 2 sans oublier de 2 et encore 3 etc. Des activités de recherche avec les élèves permettent de mettre en exergue les multiples formes des nombres (figure 1). La maîtrise du nombre par l'élève naît de la capacité de l'élève à le décomposer et recomposer.

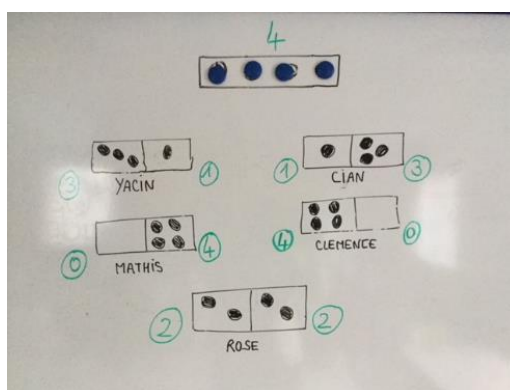


Figure 1. Décomposition du nombre 4 Sources Laurence Le Corf, Afdm

Les élèves utilisent du matériel qu'ils connaissent, qu'il s'agisse de jetons, de cubes ou alors de règles Cuisenaire. Le matériel induisant alors fortement une représentation du nombre que se fait l'élève. Ainsi, des jetons ou des cubes isolés amènent l'élève à se représenter que 3 est une quantité d'objets qui correspond à 1 jeton et encore 1 jeton et encore 1 jeton.

Lorsque l'on utilise des cubes emboîtables ou a fortiori des règles Cuisenaire, une autre réalité devient palpable. Elle s'apparente à une notion de grandeur (de taille) ouvrant la voie à la comparaison. Ainsi, de nombreux affichages de files numériques verticales viennent proposer des outils pour comparer des nombres et introduire le lexique support : plus grand que, plus petit que. Nous reviendrons sur la place du langage dans la structuration de la pensée de l'élève.

De telles activités permettent aux élèves de construire les affichages de la classe qu'ils convoqueront aisément lors d'activités de réinvestissement, mais aussi et surtout lors de nouvelles activités de recherche autour des nombres.

2 Itération de l'unité et comptage dénombrement

La construction des nombres en maternelle s'envisage alors dans l'ordre : tout nouveau nombre est construit comme le suivant du précédent. Ainsi, on ne peut imaginer construire le nombre trois sans que le nombre deux l'ait été avant. L'apprentissage se doit donc d'être progressif se limitant par exemple à la construction des nombres un, deux et trois pour la première année de maternelle. L'élève sera donc confronté à ces trois nombres tout au long de l'année, les utilisant pour dénombrer, comparer des collections et décomposer pour introduire l'addition. Bien entendu l'élève, notamment dans les classes à plusieurs niveaux, peut fréquenter des nombres plus grands.

Les activités menées se fondent sur l'itération de l'unité pour passer d'un nombre au suivant. Ainsi, l'élève envisage un nombre comme une quantité d'objets que l'on obtient en ajoutant un à la quantité précédente : deux c'est un et encore un, trois c'est deux et encore un. La notion de nombre intervient alors grâce à la comparaison de deux quantités différentes. Ici encore, le rôle du langage est prépondérant. Brissiaud souligne l'importance de ce travail afin de ne pas confondre une quantité de jetons avec une collection constituée par comptage-numérotage. Cette technique permet à un élève de constituer une collection demandée en se référant uniquement à la comptine des mots nombres depuis le début. Ainsi pour constituer une collection de 4 jetons il va être obligé de compter-numéroter de un à quatre (un, deux, trois, quatre). En arrivant à 4, l'élève sait qu'il a atteint la quantité demandée. Si on demande ensuite à l'élève 5 jetons et qu'il recommence à compter depuis un c'est qu'il n'a pas encore construit la relation entre quatre et cinq.

Enfin l'enjeu de la construction du nombre est de dépasser la notion de « nombre de ... » pour atteindre celle du nombre c'est à dire passer de la grandeur (quantité de ...) à la mesure de la grandeur (nombre). En effet, l'usage d'objets de médiation (jetons, assiettes, etc ...) est nécessaire pour accéder au nombre pour permettre la comparaison de quantités différentes. La quantité est essentielle pour accéder au nombre, mais le nombre en soi n'est réellement construit que lorsque l'élève en a intégré la notion d'itération de l'unité selon Brissiaud.

3 L'aspect ordinal des nombres

Les activités de codage et de déplacement sur quadrillage vont permettre de considérer le nombre sous l'aspect cardinal en réinvestissant les éléments détaillés précédemment mais aussi de considérer l'aspect ordinal, positionnel du nombre. En effet, lorsqu'un robot est dans la troisième case d'un quadrillage et

que l'on demande à un élève dans quelle case il se trouve, l'élève peut répondre de plusieurs manières (figure 2).

Un étiquetage : L'élève répond « le robot se trouve dans la case *bateau* ». Ici l'étiquette *bateau* ne fait pas référence au concept de nombre.

Un comptage-numérotage : L'élève répond « le robot se trouve dans la troisième case » sous-entendu depuis le départ après avoir récité, par comptage-numérotage, la comptine numérique associant à une case un nombre de la comptine : un pour la première case, deux pour la seconde, trois pour la troisième. Ici l'élève accède au concept de nombre ordinal qui est la mémoire de l'ordre, c'est-à-dire la mémoire du rang dans la liste ordonnée des objets ordonnés (liste des nombres pour la comptine, liste des cases pour le chemin du robot). Il construit une équivalence entre les deux listes (correspondance terme à terme).

Un comptage-dénombrement : L'élève répond « le robot se trouve à trois cases du départ » après avoir dénombrer combien de cases ont été parcourues depuis le départ. Ici l'élève accède au concept de nombre cardinal, mémoire de la quantité, évoqué au paragraphe précédent.

Nous pouvons ritualiser le vocabulaire utilisé en théâtralisant les actions menées avec le robot.



Figure 2. Déplacement d'un robot sur un quadrillage, Source personnelle.

Pour faire avancer le robot sur la case de la maison, je prends une étiquette AVANCER et je dis « première action » lorsque je pose cette flèche, je prends une autre étiquette avancer et je dis « deuxième action » lorsque je pose cette flèche. Je fais de même pour la dernière flèche. Ainsi, le robot est bien dans la troisième case du quadrillage et cela correspond à sa position suite à l'exécution de la dernière action de la collection des actions.

Pour dénombrer la collection des actions réalisées par le robot, je vais procéder ainsi : je prends la première étiquette AVANCER et je la pose dans une boîte à compter (boîte ouverte qui permet de rassembler des objets lorsqu'on les dénombre) et je dis « un » lorsque je pose l'étiquette, je prends la seconde étiquette et je dis « deux » lorsque je pose la carte dans la boîte sur la première et je fais de même avec la troisième en

disant « trois ». L'enfant pourra alors vérifier la position du robot en appuyant à trois reprises sur la touche AVANCER du robot. Il ira se positionner sur la troisième case.

II - CODAGE ET ROBOTIQUE EN MATERNELLE

Les situations exposées ici ont été menées dans le cadre d'un projet d'année avec des classes de petite, moyenne et grande sections. La mascotte de la classe part en voyage autour du monde et ramène des recettes, des chants, des histoires de différents pays du monde. Pour ce faire, un robot se déplace sur un planisphère quadrillé. Les élèves ont pu découvrir le robot, son mode déplacement et tester eux-mêmes sur des quadrillages (5 par 5) en moquette. Les élèves évoluent sur des carrés de moquette (30 cm par 30 cm) ou même sur des tapis pointés (9 m²) pour les élèves de grande section.

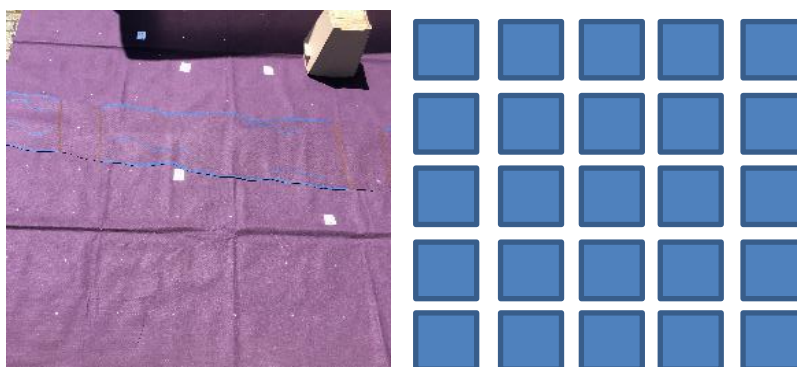


Figure 3a. quadrillage en moquette, Figure 3b Tapis pointé Sources personnelles.

1 Activités en petite section de maternelle

En petite section de maternelle, le travail se fera sur un quadrillage du type de la figure 2. En effet, l'objectif étant de construire les premiers nombres jusqu'à 3 et l'âge des enfants ne permet pas d'introduire des notions de latéralisation et encore moins d'orientation absolue ou relative.

Ces activités prennent appui sur une pratique du comptage numérotage (la comptine des mots nombres) que les élèves apprennent via des chansons ou des albums répétitifs. Afin de ne pas rechercher à atteindre le bateau en comptant un, deux, trois et en se satisfaisant de l'obtention de cette réponse pour considérer que l'élève sait que le robot a franchi 3 cases (dernier mot de la comptine correspondant à la quantité de la collection), nous nous servons des étiquettes comme médiateur. Elles pourront être manipulées dans un second temps afin de dénombrer les actions effectuées par le robot. Dans un premier temps, elles servent d'aide-mémoire, de témoin du déplacement du robot. L'élève qui fait avancer le robot de sa position initiale (voir figure 2) jusque sur la case de la maison appuie sur la touche avancer (symbolisée sur le robot avec la flèche orientée vers l'avant du robot). Il dit alors : AVANCER. Un second élève pose alors l'étiquette qui correspond. Le premier élève réitère l'expérience et dit à nouveau AVANCER, le robot se positionne sur la case du lapin (l'enseignant aura veillé à vider la mémoire du robot qui conserve les instructions effectuées et ajoute l'instruction nouvelle à la séquence mémorisée). Enfin, l'élève qui commande le robot recommence et son camarade de poser une troisième étiquette. Le robot se situe sur la

case du bateau et trois étiquettes AVANCER sont posées. L'élève a donc atteint la case demandée dans la consigne.

L'enseignant demande alors de combien de cases le robot a avancé. L'élève 1 peut émettre des hypothèses qui seront vérifiées grâce à la trace écrite de l'élève 2 (les étiquettes). Nous comptons ensemble les étiquettes toujours en théâtralisant cette action : je prends la première étiquette et je la mets dans la boîte à compter et je dis « un » lorsque l'étiquette est posée dans la boîte. Je fais de même avec la deuxième étiquette et je dis « deux » lorsque l'étiquette est dans la boîte. Idem pour la troisième. A noter que le mot nombre utilisé est prononcé lorsque l'étiquette est posée dans la boîte et non pas lorsque je la prends en main. Ainsi, je ne mets pas de confusion dans l'esprit de l'élève qui me voit prendre une étiquette et dire « deux ». C'est bien lorsqu'elle est dans la boîte que je prononce « deux », mot qui désignera alors la quantité. C'est une façon de ne pas alimenter l'ambiguïté du nombre qui est à la fois ordinal et cardinal : le nombre n désigne à la fois le nombre ordinal (c'est-à-dire le numéro n qui désigne la n -ième place) et le nombre cardinal (la quantité de n objets).

Ainsi, comme exposé ci-avant (partie I.3) la construction du nombre trois se fait lorsque le nombre deux aura lui-même été construit et utilisé. L'élève aborde alors trois comme deux et encore un. Pour aller sur le bateau le robot aura avancé de deux cases jusqu'au lapin et encore une jusqu'au bateau (itération de l'unité). A partir de ce « deux et encore un », nous pouvons également faire les premières décompositions et les expérimenter avec le robot. Pour aller sur la case du bateau, le robot avance de deux cases et encore une mais est-ce qu'il y arrive s'il avance d'une case et encore deux ? Le robot effectue le déplacement et vérifie cette hypothèse. Les élèves la confirment en mettant un dans la boîte à compter et ajoutent deux étiquettes. Ils obtiennent alors trois. La classe garde la trace de ces décompositions qu'elle pourra réinvestir tout au long de l'année.

L'usage d'une réglette de programmation bluetooth (figure 4) permet de travailler avec des plaquettes qui agissent directement sur le robot. L'élève peut donc manipuler ces plaquettes, les compter (figure 5) et les faire agir sur le robot en lançant la séquence afin d'en vérifier la pertinence.



Figure 4 Barre de programmation bluetooth



Figure 5 Pile de 4 cartes, source personnelle.

La place du langage en petite section est centrale afin de verbaliser les concepts. Ceci nécessite donc que l'enseignant soit extrêmement vigilant au vocabulaire employé utilisant les adjectifs ordinaux pour désigner les positions du robot et les cardinaux pour évoquer les quantités.

2 Blue bot sur un quadrillage

L'activité menée ici en grande section reprend la stratégie présentée en point 1. Il s'agit toujours de déplacer le robot d'un point de départ à un point d'arrivée en gardant trace des déplacements effectués. La trace permet une fois de plus de comparer le nombre d'actions effectuées par le robot et de les quantifier.



Figure 6 Bluebot évoluant sur un quadrillage, Source personnelle.

Le robot doit atteindre le drapeau à damier en franchissant la rivière grâce au pont.

Dans un premier temps, les élèves tracent le chemin à parcourir. Ils effectuent pas à pas (action après action) le trajet et les mouvements de rotation du robot sur lui-même (l’instruction flèche orientée vers la droite permet au robot de tourner sur lui-même d’un quart de tour vers la droite). La trace des différentes actions est réalisée comme en petite section lorsque l’élève qui programme verbalise l’action qu’il fait faire au robot. Lorsque le drapeau est atteint, on compte le nombre d’actions réalisées par le robot. Il en faudra dix au minimum. Les élèves pouvant tout à fait choisir le chemin qu’ils font emprunter au robot.

Dans un second temps nous allons utiliser la réglette de programmation située au bas du quadrillage. Elle ne compte que huit pas de programmation. Les élèves se trouvent confrontés à un problème qu'ils ne peuvent résoudre qu'en pondérant au moins une action (voir la carte figure 4 annotée d'un quatre). Les élèves réalisent une fois de plus le trajet en gardant la trace avec les étiquettes mobiles. Ils regrouperont les séquences d'actions identiques, les dénombrent et écrivent sur la pile d'actions identique le nombre d'actions de la pile (une pile de deux et une pile de quatre sont ainsi obtenues). Il est à présent possible d'écrire le programme du déplacement du robot avec un nombre d'instructions réduit.

Le nombre devient alors un outil au service de la résolution d'une situation problème. Pour l'élève le nombre est alors doté d'un pouvoir « magique » qui permet d'optimiser une écriture.

Ces activités sont poursuivies par la création de défis par des groupes d'élèves pour d'autres élèves mettant en œuvre de nombreuses compétences sortant du strict cadre des mathématiques.

3 Passage à l'abstraction complète

L'étape suivante amène les élèves à se confronter à un outil numérique les obligeant à entrer complètement dans l'abstraction.



Figure 7, Capture d'écran de l'application Bluebot sur iPad.

A partir de l'application Bluebot sur iPad (ou sur Android) les élèves réalisent le même genre de défis que sur le tableau quadrillé. Ils peuvent soit « prédire » sur quel objet le robot ira s'arrêter à partir d'un programme proposé soit écrire le programme permettant au robot de se rendre sur la case de la boule verte. Dans un cas comme dans l'autre l'élève pourra vérifier l'efficacité de son programme. En travaillant sous forme de défis, les élèves essayent de créer le programme le plus court mettant en œuvre les « supers pouvoirs » des nombres.

La tablette pourra également être un espace d'expérimentation avant de tester grandeur nature puisque la fonction bluetooth du robot permet à l'élève de faire réaliser à un vrai robot le programme qu'il a envisagé.

III - FORMATION DES ENSEIGNANTS

1 Lever les craintes

L'arrivée du codage (du mot codage) dans les programmes dès 2015 a suscité de l'émoi chez nombre de collègues de maternelle. Ils s'interrogeaient sur l'intérêt de faire coder les élèves de maternelle reléguant cette activité à l'école élémentaire à la limite mais plus vraisemblablement au collège. Cette réaction presque épidermique se comprend d'autant mieux que les enseignants de maternelles sont attachés à l'action concrète de l'élève sur le monde qui l'entoure. Il a fallu faire découvrir ce que peut être le codage avec des enfants de 3 à 5 ans, mais aussi et surtout les concepts sous-jacents à la pratique du codage à

l'école. Enfin, la liste des compétences travaillées lors de ces séances de codage, tant en langage qu'en latéralisation, achèvent de rassurer les maîtres et maîtresses de maternelle.

2 Plan de la formation et points de vigilance

La formation proposée aux collègues de maternelle se déroule en six heures consacrées à d'une part faire vivre des situations de codage aux adultes et d'autre part à comprendre les enjeux de la mise en œuvre de ces activités en classe de maternelle.

La découverte des activités de codage permet de dégager une approche de définition du codage qui serait de dire que coder, c'est décomposer en tâches simples, en instructions non ambiguës quelque chose que l'on veut faire réaliser par autrui. La formation permet de découvrir des activités branchées et débranchées et met en exergue les intérêts et les limites de chaque dispositif. Quelques invariants se dégagent néanmoins. Toutes ces activités permettent de développer le langage notamment lié aux contraintes du code, d'asseoir le vocabulaire et de préciser toujours davantage les notions mathématiques que l'on travaille. De cette précision lexicale découle la précision conceptuelle. Il s'agit par exemple de vivre grâce au déplacement sur un quadrillage, la différence entre les deux aspects du nombre, l'aspect cardinal et l'aspect ordinal.

Ensuite, éclairé par les recherches de Butlen en didactique des mathématiques, les éléments prégnants sont pointés :

- le nombre permet de mesurer une grandeur : la quantité, par le dénombrement on obtient le nombre cardinal. Butlen nous encourage à mener concomitamment des travaux sur la mesure des longueurs (nous pouvons également nous référer à une file numérique verticale) ;
- le nombre permet de fixer la mémoire d'une position grâce à son aspect ordinal. Les deux aspects du nombre sont liés et des relations doivent pouvoir être faites ;
- travailler les décompositions – recompositions du nombre permet de pré activer (selon l'expression de Brissiaud) les relations propres à chaque nombre construit (quatre c'est 3 et encore un, itération de l'unité, quatre c'est cinq moins un, c'est un et encore un et encore un et encore un etc.). Cette maîtrise montre que l'élève a un accès direct au nombre et n'est pas obligé pour obtenir quatre de compter depuis le début (un, deux, trois, quatre : quatre).

Enfin, la dernière heure de formation est consacrée à la construction d'activités de codage adaptées au contexte de chaque classe afin d'être testée et évaluées.

IV - BIBLIOGRAPHIE

Brissiaud R. (2013). Apprendre à calculer à l'école – Les pièges à éviter en contexte francophone. Paris : Retz.

Brissiaud R. (2003). Comment les enfants apprennent à calculer (nouvelle édition) : Le rôle du langage, des représentations figurées et du calcul dans la conceptualisation des nombres. Paris : Retz.

Brissiaud R. (2015). [Le nombre dans le nouveau programme maternelle : quatre concepts clés pour la pratique en classe et la formation](#), Café pédagogique, 7 octobre 2015.

Butlen D. (2007). Le calcul mental, entre sens et technique, PUFranche-Comté.

V - ANNEXE 1 : SUPPORT NUMERIQUE DE LA COMMUNICATION

Présentation réalisée sur Genial.ly disponible en suivant ce lien :

<https://view.genial.ly/60c363679349cc0da66f36dd/presentation-copirelem-2021>