
APPORTS DU BOULIER CHINOIS EN GRANDE SECTION DE MATERNELLE

Gwenäelle RIOU-AZOU
ESPE de Bretagne
Laboratoire du CREAD

Cet article est également consultable
en ligne sur le portail des Irem
(onglet : Repères IREM) : <http://www.univ-irem.fr/>

1. — Introduction

Le projet « Mallette de ressources mathématiques pour l'école au cycle 1 et cycle 2 »¹ (dans le cadre d'un contrat entre le ministère de l'éducation et l'Institut Français de l'éducation, IFé), a pour objectif de développer des ressources testées dans les classes puis rendues disponibles au plus grand nombre d'enseignants. Le groupe de recherche Marene² qui participe à ce projet, a produit des ressources pour les usages du boulier chinois matériel en Grande Section de maternelle (GS), et pour l'articulation éventuelle avec le boulier chinois virtuel développé par l'association Sésamath et l'Irem de Lille. Des travaux de recherche portant sur l'appropriation par les professeurs des écoles des ressources produites ont été menés (Bueno-Ravel, Gueudet & Poisard, 2014, Dhondt, 2013, Besnier, Bueno-Ravel, Gueudet & Poisard 2013). De notre côté, dans le cadre d'un mémoire de

Master nous avons observé puis analysé des séances de la séquence construite par l'équipe du projet Marene (présentée en Annexe 1), menées dans une classe de GS en 2012/2013. Selon les séances, le boulier chinois utilisé est matériel ou virtuel (boulier Sésamath utilisé avec un TNI³ ou avec des ordinateurs ultra-portables). Nous nous sommes posé deux types de questions :

- Des questions concernant les apprentissages des élèves avec un boulier chinois en GS lorsque la séquence de Marene est mise en

1 <http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath/recherche/equipes-associees/mallette>

2 MAllette de REssources pour le Nombre à l'Ecole : http://python.espe-bretagne.fr/blog-gri-recherche/?page_id=201

3 Tableau Numérique Interactif.

œuvre. Quels sont-ils ? Quel(s) est(sont) le(s) intérêt(s) d'utiliser un boulier chinois en GS pour construire le nombre ?

- Des questions concernant l'utilisation conjointe d'un boulier matériel et d'un boulier virtuel. Comment les élèves s'approprient-ils ces différents objets ? Est-ce que le boulier virtuel facilite la compréhension pour les élèves ou bien est-il une source de difficulté pour les élèves ?

Nous nous proposons de présenter dans cet article des éléments d'analyse et d'observation afin de répondre à ces questions. Dans un premier temps, il nous semble nécessaire de décrire brièvement les deux objets utilisés dans cette séquence : le boulier chinois matériel et un boulier chinois virtuel.

2. — Présentation du boulier chinois matériel et virtuel utilisé

2.1. *Le boulier chinois matériel ou « suan-pan »*

Ce boulier (figure 1), très répandu en Chine depuis le 12^{ème} siècle, est constitué d'un cadre en bois et comprend en général treize tiges et une barre centrale que nous nommons « barre

de lecture » (Poisard, Gueudet, & Bueno-Ravel, 2011).

Sur chaque tige cinq boules, appelées unaires (chacune vaut un), sont situées sous la barre de lecture et deux boules, appelées quinaires (chacune vaut cinq), sont situées au dessus. Il faut choisir une tige pour les unités (pour la GS nous choisissons la tige la plus à droite puisque les nombres en jeu sont des entiers). Une fois ce choix fait, la seconde tige, en comptant les tiges de droite à gauche, représente les dizaines, la troisième les centaines, etc. Lorsque les boules sont toutes repoussées contre le cadre, le nombre inscrit est zéro.

Pour inscrire un nombre, il faut ramener les boules vers la barre de lecture centrale du boulier ; on dit qu'on les « active ». Pour être utilisé, le boulier matériel doit être posé à plat, sinon les boules retombent et la lecture du nombre est impossible ! Il est possible d'activer plusieurs boules d'une même tige en même temps. Par exemple, pour inscrire 3, on peut avec une main pousser trois unaires de la tige des unités ensemble. On peut également sur une même tige activer des quinaires et des unaires en même temps : on inscrit par exemple 6 en formant une « pince » avec le

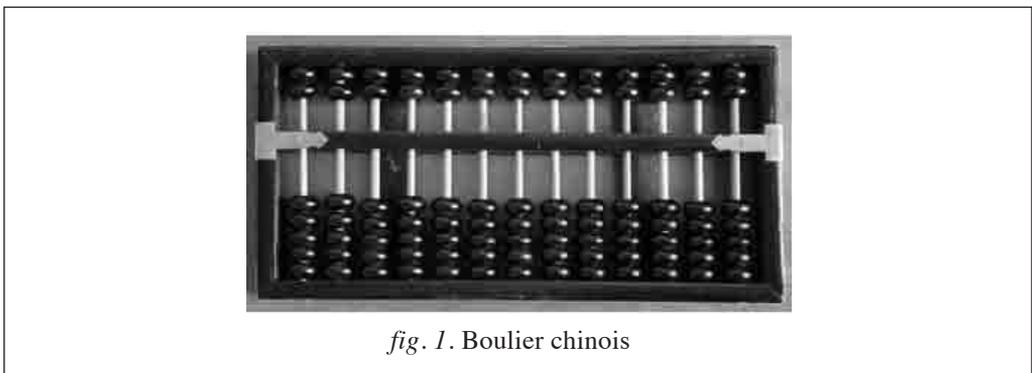


fig. 1. Boulier chinois

pouce et l'index pour activer une quinaire et une unaire. Il est encore possible, en utilisant les deux mains, d'activer des boules simultanément sur deux tiges différentes.

2.2. Le boulier chinois virtuel⁴

Inspiré du boulier matériel, il en possède certaines caractéristiques mais a aussi des spécificités. Comme le boulier matériel il possède un cadre (représenté par un grand rectangle), treize tiges, une barre de lecture et, sur chaque tige, deux quinaires au-dessus de la barre et cinq unaires en dessous. Pour activer une boule il faut cliquer dessus avec la souris. Comme avec le boulier matériel, il est possible d'activer plusieurs boules en même temps. Pour inscrire trois on clique sur la troisième unaire en partant de la barre de lecture. Par contre, il n'est pas possible d'activer simultanément des quinaires et des unaires sur une même tige ou sur différentes tiges. Un clic gauche est nécessaire à chaque étape. Pour inscrire six, on pourra cliquer une fois sur une quinaire de la tige des unités puis une fois sur une unaire de cette même tige.

Le boulier virtuel possède en plus des caractéristiques et fonctions spécifiques (auxquelles on accède en cliquant sur des icônes) que nous allons décrire :

- la tige choisie pour les unités est rouge ;
- la fonction « mise à zéro » désactive toutes les boules. Cette inscription de zéro est plus rapide qu'avec le boulier matériel ;
- la fonction « voir nombre » permet d'afficher l'écriture chiffrée du nombre inscrit sur le boulier. Cette fonction permet de valider ou non une réponse, ce qui n'est pas possible avec le boulier matériel ;
- Lorsqu'on clique sur l'icône « placement », l'inscription économique du nombre, c'est-

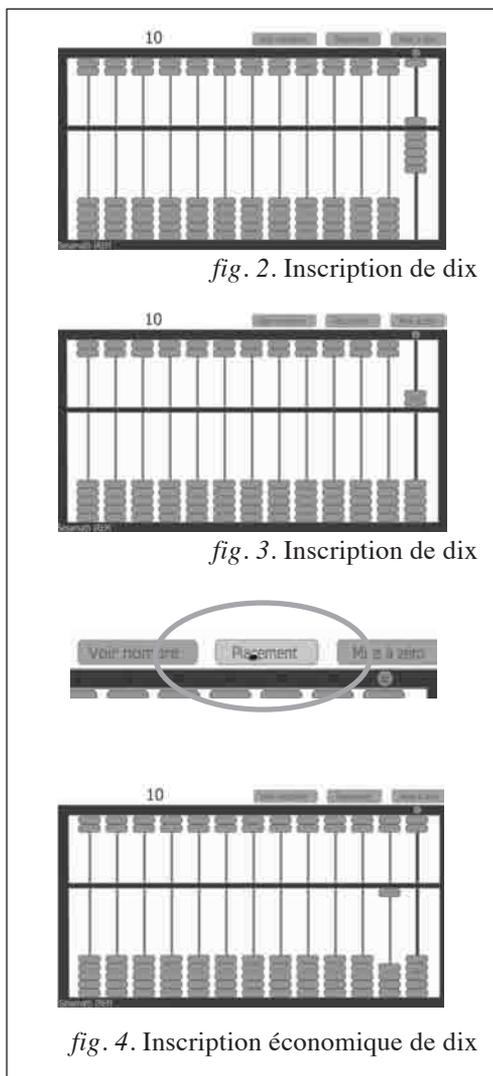


fig. 2. Inscription de dix

fig. 3. Inscription de dix

fig. 4. Inscription économique de dix

à-dire celle qui utilise le moins de boules possible, si elle n'était pas choisie en première intention, est affichée. Par exemple, si un élève inscrit dix comme sur les figures 2 ou 3 puis clique sur « place-

⁴ Logiciel développé par l'association Sésamath et l'Irem de Lille

ment », l'inscription qui utilise seulement une boule et que l'on nomme « inscription économique » (Poisard, 2005) s'affiche (figure 4).

Cette fonction permet ainsi de montrer qu'il existe plusieurs manières d'inscrire un nombre sur un boulier chinois.

Ces descriptions montrent que le boulier chinois est lié à notre système de numération décimale positionnelle. En effet, dans notre système d'écriture chiffrée des nombres les groupements se font par dix (numération décimale) et c'est la position d'un chiffre dans le nombre qui indique sa valeur (numération positionnelle) : 5 vaut cinq dizaines dans 52 alors qu'il vaut cinq unités dans 25. De même, chaque tige du boulier correspond à un rang de la numération de position : pour inscrire 52 il faut activer cinq unaires ou une quinaire sur la seconde tige en partant de la droite et deux unaires sur la tige la plus à droite.

Or, certains élèves de l'école élémentaire rencontrent des difficultés dans ce domaine. Par exemple, au cycle 2, les difficultés suivantes peuvent être constatées : les élèves perçoivent 25 et 52 comme étant identiques ; ils ne comprennent pas que 5 vaut 50 et non 5 unités dans 52 ; ils écrivent 503 pour cinquante-trois ...

Ce constat se fait bien que la construction du nombre qui consiste pour les élèves à comprendre notamment que le nombre est à la fois un représentant de la quantité, de la grandeur et de la position (Margolinas & Wozniak, 2012) ainsi que l'apprentissage de la numération occupent une part importante des programmes de l'école.

Au paragraphe suivant, nous rappelons l'importance des premiers apprentissages sur

le nombre en maternelle puis examinons en quoi le boulier chinois peut permettre certains de ces apprentissages en GS.

3. — Un boulier chinois en GS : pour quels apprentissages sur le nombre ?

Les premiers apprentissages du nombre sont fondamentaux et ne se réduisent pas en maternelle à « savoir compter » c'est-à-dire à réciter la comptine numérique pour dénombrer les éléments d'une collection. Si la connaissance de la comptine est nécessaire, les élèves doivent aussi être capables de résoudre des problèmes qui donnent du sens aux nombres. Les nombres sont alors des outils pour résoudre ces problèmes (problèmes dans lesquels les nombres sont utilisés comme mémoire d'une quantité ou d'une position, problèmes de comparaison, problèmes d'anticipation...).

Ainsi, les programmes de l'école maternelle en vigueur (BO 2008, HS n°3, 19/06/08) évoquent la connaissance de la comptine numérique et son utilisation pour dénombrer des quantités ainsi que la résolution de problèmes pour notamment une première entrée dans le calcul. L'association des noms des nombres à leur écriture chiffrée est aussi un des objectifs de la maternelle.

Nous souhaitons de plus souligner deux points importants :

- *décomposer un nombre* permet aux élèves de mieux comprendre les nombres (Brisiaud, 2007) : par exemple, un élève qui connaît différentes décompositions de huit (huit c'est cinq et trois, huit c'est quatre et encore quatre...) a une meilleure représentation du nombre huit que celui qui ne sait uniquement que réciter la comptine jusqu'à huit.

- dès la maternelle, les élèves commencent à découvrir la *numération positionnelle* : « Il y a donc nécessairement un partage de la responsabilité quant à l'enseignement de cette numération entre l'école maternelle et l'école élémentaire [...] De la même manière que l'on n'apprend pas aux élèves de l'école maternelle à lire tous les mots de la langue écrite ni à les engendrer par une transcription phonographique, les programmes de l'école maternelle ne prévoient pas l'apprentissage de l'engendrement des nombres d'une façon générale dans cette même période. Néanmoins, de même que les élèves sont familiarisés à la lecture et à l'écriture des lettres et de certains mots (prénoms, jours de la semaine, certains mots des albums étudiés, etc...) ils sont également familiarisés à la lecture et à l'écriture de certains chiffres et de certains nombres » (Margolinas & Wozniak, 2012, p. 109). Les élèves apprennent ainsi que le 2 de 21 se prononce « vingt » et que 21 est différent de 12 même s'ils n'apprendront qu'au cours préparatoire que 21 c'est deux groupes de dix et une unités.

Voyons, à travers deux exemples d'analyse a priori, en quoi le boulier chinois peut permettre des apprentissages sur le nombre parmi ceux que nous venons de citer. En GS deux types de tâches peuvent être donnés à réaliser avec un boulier : des tâches de lecture et des tâches d'inscription de nombres compris entre zéro et trente. Pour réaliser ces tâches les élèves peuvent utiliser différentes techniques qui nous donnent des indications sur les connaissances mathématiques acquises.

Prenons comme premier exemple l'inscription de huit sur le boulier. Pour réaliser cette tâche, un élève de GS peut (sur la tige des unités) :

- Activer une quinaire en récitant la comptine numérique « un, deux, trois, quatre, cinq » puis en prononçant « six » activer une unaire, une autre en disant « sept » et une dernière en disant « huit ». Cette technique relève du comptage.
- Activer une quinaire et trois unaires en une fois sur la tige des unités (geste de pince avec le boulier matériel ou clic sur une quinaire et clic sur la 3ème unaire avec le boulier virtuel). L'élève ne récite pas la comptine jusqu'à cinq, pour lui une quinaire vaut cinq. Le raisonnement de l'élève s'appuie sur la décomposition additive de huit ($8 = 5 + 3$).

Remarque : avant d'activer les boules, l'élève peut s'appuyer sur ses doigts pour décomposer 8 en énonçant « 8 c'est une main et 3 doigts ».

- Activer cinq unaires en récitant la comptine numérique « un, deux, trois, quatre, cinq » puis les échanger contre une quinaire sur la tige des unités puis activer 3 unaires les unes après les autres en prononçant « six », « sept », « huit ».

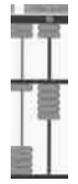
Il s'agit de comptage et de groupement/échange (une quinaire contre cinq unaires de la tige des unités).

- Activer une quinaire et cinq unaires puis désactiver deux unaires sur la tige des unités.

L'élève inscrit dix en s'appuyant sur la décomposition additive ($10 = 5 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1$). Deux possibilités existent : soit l'élève connaît les deux inscriptions de cinq et n'a pas besoin d'utiliser la comptine numérique de un à dix, soit il récite la comptine « un, deux, trois, quatre, cinq » en activant la quinaire puis en prononçant « six » active une unaire, une autre en disant « sept » et cætera jusqu'à « dix ». Enfin, il décompte de dix à huit.

APPORTS DU BOULIER CHINOIS EN
GRANDE SECTION DE MATERNELLE

La réalisation de cette tâche nécessite uniquement des connaissances sur la tige des unités. Par contre, de dix à quinze, les nombres peuvent être inscrits sur la tige des unités ou bien sur deux tiges (celle des unités et celle des dizaines). Voyons à travers un second exemple comment un élève peut réaliser une tâche en ayant le choix d'utiliser une ou deux tiges. Il s'agit d'inscrire quinze sur le boulier. Un élève peut :

<p>— Activer deux quinaires et cinq unaires de la tige des unités en une seule fois ou l'une après l'autre. Le raisonnement de l'élève s'appuie sur une décomposition additive de quinze : $15 = 5 + 5 + 5$ ou bien $15 = 5 + 5 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1$.</p>	
<p>— Activer une unaire (tige des dizaines) et cinq unaires (tige des unités) l'une après l'autre en prononçant « onze, douze, treize, quatorze et quinze ». L'élève passe du code indo-arabe 10 au code sur le boulier et peut raisonner ainsi : « 1 écrit à côté du zéro c'est une boule sur la deuxième tige et aucune boule sur la première tige » puis il surcompte.</p>	<p>Code indo-arabe : 1 0</p> <p>puis</p> 
<p>— Activer une unaire (tige des dizaines) et une quinaire ou cinq unaires en un seul geste (tige des unités). Dans ce cas, l'élève passe du code indo-arabe au code sur le boulier en codant 5 sur la tige des unités et 1 sur la tige des dizaines.</p>	<p>Code indo-arabe : 1 5</p> 

Cette analyse a priori nous montre que le boulier chinois peut permettre de renforcer des connaissances sur le nombre : comptine numérique, comptage, surcomptage... En effet, les élèves de GS ont besoin de réciter la comptine en activant les boules et/ou pour vérifier une inscription. Le travail avec le boulier peut ainsi permettre de consolider la connaissance de la comptine et montrer aux élèves son utilité. Les procédures de surcomptage peuvent quant à elles intervenir surtout lorsque la valeur d'une quinaire de la tige des unités est bien comprise, les élèves comptent ainsi sur cinq puis sur dix.

La réalisation de tâches avec le boulier peut de plus permettre de développer d'autres connaissances sur les décompositions additives des nombres et sur la numération positionnelle :

- l'inscription des nombres de six à quinze sur la tige des unités nécessite une décomposition en appui sur cinq, ce que nous avons montré avec les inscriptions de huit et de quinze ($8 = 5 + 3$ et $15 = 5 + 5 + 5$)
- l'inscription des nombres de dix à trente sur deux tiges permet de construire des connaissances sur la numération positionnelle (les élèves apprennent à coder correctement quinze par 15 et non par 51 et peuvent associer le 1 de quinze au mot dizaine ou à dix)

Voyons maintenant ce que l'observation et l'analyse de séances nous a permis de constater.

4. — Observation et analyse de séances

Déborah, enseignante en moyenne section et membre de Marene a mis en œuvre, en 2012/2013, la séquence créée par le groupe (Annexe 1) dans la classe de GS de son école

(dans le cadre d'un échange de services). Cette classe avait été divisée, en début d'année, par l'enseignant titulaire de la classe en trois groupes de niveaux différents : un groupe « faible », un groupe « moyen » et un groupe

« fort ». Les séances ont eu lieu tout au long de l'année à raison d'une séance (de 30 à 60 minutes) par semaine et par groupe. Déborah a choisi d'utiliser, selon les séances et selon les phases d'une même séance, soit :

- des bouliers matériels (un boulier par élève sur une table d'atelier)
- un boulier virtuel (ordinateur portable de Déborah et TNI)

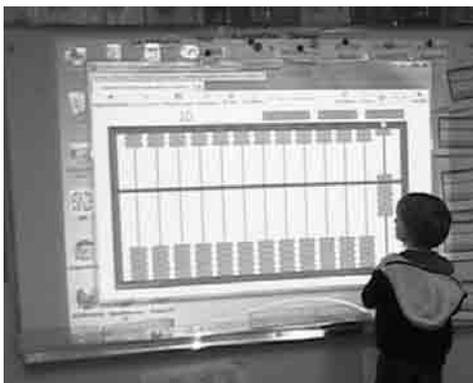


fig. 6. Le boulier virtuel utilisé par un élève au TNI



fig. 5. La table d'atelier

- des bouliers virtuels individuels (deux ordinateurs fixes et quatre ordinateurs ultra-portables)



fig. 7. Les deux ordinateurs fixes de la classe

- des fiches du boulier (des exemples de fiche sont présentés en Annexe 2)

Nous avons observé et analysé neuf séances (deux séances par groupe en janvier et une séance par groupe en avril ou mai). L'analyse de celles-ci montre en quoi l'utilisation du boulier a permis aux élèves de tous les groupes de renforcer leurs connaissances de la comptine numérique, de l'écriture chiffrée des nombres et des mots-nombres associés (jusqu'à dix pour le groupe identifié comme « faible », jusqu'à vingt pour les autres groupes).

Dans tous les groupes, des apprentissages sur les décompositions additives des nombres de zéro à dix en appui sur cinq et sur le groupement par cinq ont été réalisés lors des séances. Nous insistons, d'une part sur le fait que cela a nécessité un temps long car les élèves devaient différencier valeur d'une quinaire et nombre de boules sur la tige des unités ce qui constitue une difficulté importante en GS. Nous avons ainsi pu observer au mois de janvier des erreurs telles que celle-ci : pour inscrire six sur leur boulier, plusieurs élèves ont activé six boules (cinq unaires et une quinaire de la tige des unités). Cette difficulté à différencier valeur et quantité se retrouve au cours préparatoire lorsque les élèves doivent comprendre la valeur positionnelle des chiffres dans un nombre. L'utilisation du boulier en GS pourrait sans doute faciliter cet apprentissage en CP. Nous soulignons aussi le fait que pour surmonter cette difficulté et donc savoir inscrire cinq de manière économique, les élèves ont eu besoin de manipuler le boulier à plusieurs reprises. Cela explique pourquoi les premières séances de la séquence (Annexe 1) sont consacrées à la lecture/inscription des nombres jusqu'à cinq seulement.

D'autre part cet apprentissage a été facilité par le lien entre le boulier et les mains. Par exemple, Tina, qui a activé une quinaire et une

unaire pour inscrire six et montre cinq doigts de sa main droite puis un doigt de sa main gauche en disant :

Tina : « Celle-là elle vaut cinq et l'autre un ; cinq plus un ça fait six et comme je savais que celle du bas valait un, j'ai pris une aussi du haut. »



fig. 8. Tina inscrit six sur le boulier virtuel

Ainsi, Tina s'est appuyée sur la décomposition additive de six ; elle n'a pas eu besoin de réciter la comptine numérique jusqu'à six pour inscrire ce nombre.

D'autres apprentissages sur le nombre ont été possibles avec le boulier dans les groupes « moyen » et « fort ». Les élèves de ces groupes ont développé des connaissances sur les décompositions additives des nombres compris entre dix et quinze. Par exemple, en janvier, les élèves du groupe « moyen » connaissaient les deux inscriptions de dix sur la tige des unités : pour eux dix c'est cinq et cinq. Pour inscrire douze, ils activaient rapidement les deux quinaires de la tige des unités puis deux unaires. Leurs techniques montrent qu'ils sont capables de décomposer douze ($12 = 5 + 5 + 1 + 1$) ainsi que les nombres jusqu'à quinze.

Ces élèves ont aussi eu une première approche de la numération positionnelle pour les nombres de dix à vingt qu'ils ont appris à inscrire sur deux tiges. Ils ont été capables de passer d'un codage du nombre à l'autre. Pour représenter des quantités, les élèves ont utilisé le code verbal, le code indo-arabe et le code sur le boulier. Nous soulignons le fait que

le boulier n'a pas été utilisé seul. Examinons par exemple les aides proposées par Déborah pour coder douze sur une tige ou sur deux tiges sur le boulier (figure 9).

La bande numérique et la comptine permettent de passer du code verbal à l'écriture chiffrée (code indo-arabe). Les élèves récitent la comptine numérique jusqu'à douze en pointant du doigt l'écriture chiffrée correspondant à chaque mot-nombre prononcé ; ils associent ainsi douze à 12. Ensuite, soit le raisonnement des élèves s'appuie, avec l'aide des mains, sur la décomposition additive de 12 (flèche en trait plein sur la figure 9). L'association main/quinaire et unaire/doigt facilite ainsi de manière très importante le codage de douze sur la tige des unités.

Soit l'élève passe du code indo-arabe au code sur le boulier en s'appuyant sur le vocabulaire dizaines/unités pour différencier les tiges

(flèche en pointillé sur la figure 9). Les élèves apprennent ainsi à distinguer 12 de 21 et à coder douze sur deux tiges. Déborah a donné en plus aux élèves qui le souhaitaient un petit papier sur lequel elle a écrit 12. Les élèves l'ont placé devant leur boulier. Cela permet une première approche de la numération positionnelle.

Par exemple, Véra se trompe dans un premier temps (voir figure 10 de la page suivante), puis avec l'aide d'un autre élève code correctement douze sur le boulier :

Déborah : Est-ce que tu as écrit douze ?

Véra : oui !

Déborah : je ne suis pas d'accord

Elève : moi aussi, parce que le 2 est à la place du 1.

Déborah : Attention quand on écrit douze, on a une dizaine et deux unités.

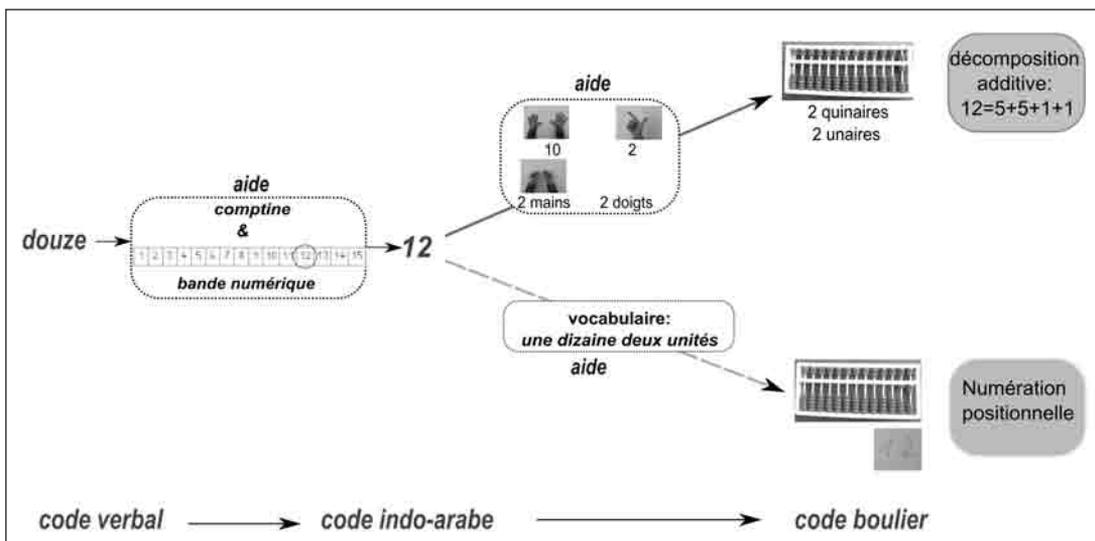


fig. 9. Les aides pour coder douze sur le boulier

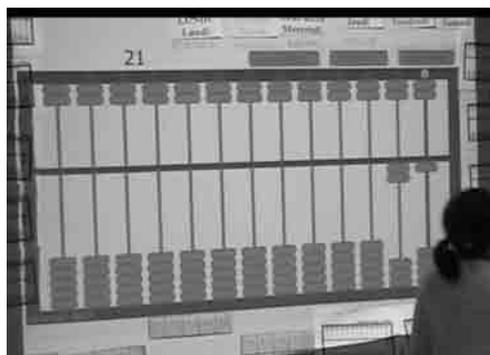
Déborah met ainsi en évidence le fait que le 1 de 12 représente une dizaine. L'inscription sur le boulier permet aux élèves d'apprendre à décomposer douze en une dizaine et deux unités. Ils découvrent ainsi un des principes de notre numération de position.

Pour eux douze n'est plus seulement le mot qui vient juste après onze lorsqu'ils récitent la comptine numérique, douze c'est dix et deux (décomposition additive : $12 = 10 + 2$).

Pour permettre ces apprentissages des décompositions additives des nombres en appui sur cinq et sur dix, il nous semble important de ne pas favoriser trop vite l'inscription économique des nombres sur le boulier ; c'est le choix fait dans la séquence en GS.

Concernant l'usage conjoint d'un boulier virtuel et d'un boulier matériel, cela n'a pas été une source de difficulté pour les élèves bien au contraire ! Les élèves ont rapidement été très à l'aise pour manipuler le stylet au TNI et activer les boules au tableau et/ou utiliser seul le logiciel sur un ordinateur individuel. Le logiciel a facilité la découverte des règles du boulier, en particulier, la fonction « voir nombre » leur a permis, au départ, de s'appuyer sur l'écriture

fig. 10. Inscription erronée de 12 par Véra au TNI



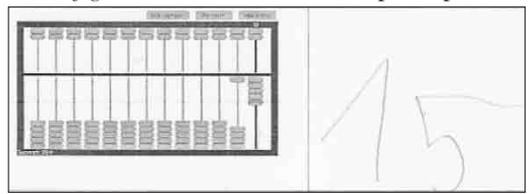
chiffrée des nombres pour faire des essais et tâtonner. Pour lire un nombre inscrit sur le boulier (sur une fiche de même type que la fiche 2 présentée en Annexe 2) les élèves ont souvent eu recours, en période 3, à cette fonction et ont donc lu l'écriture chiffrée sans s'appuyer sur les boules activées. Gaël, par exemple, pour lire le nombre quinze a activé les boules comme sur le boulier représenté sur sa fiche, a cliqué sur « voir nombre » puis recopié 15 sur sa fiche (figures 11 et 12). Il contourne ainsi la difficulté et n'utilise pas le boulier.

Mais, au fur et à mesure de l'appropriation du boulier les élèves comme Gaël ont été



fig. 11. Gaël recopie « 15 » sur sa fiche

fig. 12. Extrait de la fiche complétée par Gaël



capables d'effectuer une tâche quel que soit le type de boulier (matériel, virtuel ou boulier représenté sur une fiche). En période 5, ils ont réalisé des tâches de lecture/inscription de nombres uniquement sur fiche alors qu'en janvier le recours au boulier virtuel avec la fonction « voir nombre » était nécessaire. Cela s'est fait progressivement et sans contrainte (Déborah n'a pas interdit l'usage de la fonction « voir nombre »).

Quelles réponses pouvons-nous maintenant apporter à nos questions sur les apprentissages mathématiques et sur l'utilisation conjointe du boulier matériel et d'un boulier virtuel en GS?

Tout d'abord, nous considérons que le boulier chinois a des potentialités pour construire le nombre en GS, c'est à dire pour en comprendre le sens et les différentes fonctions, non pas seulement pour les bons élèves mais pour tous les élèves. Les apprentissages sont certes dépendants du niveau de chaque élève mais une progression est possible pour chacun d'eux. En particulier, l'utilisation de la tige des dizaines peut se discuter selon le niveau des élèves au sein d'une classe.

L'inscription sur deux tiges peut être un obstacle au départ pour les élèves mais celle-ci permet une première approche de la numération positionnelle. Selon les objectifs qu'il vise un enseignant pourrait ou non faire les mêmes choix que Déborah : inscrire les nombres de zéro à quinze sur la tige des unités uniquement et travailler ainsi les décompositions additives et/ou utiliser aussi la tige des dizaines pour apprendre aux élèves à différencier les écritures de 12 et de 21 par exemple.

Ensuite, le boulier chinois a parfois mis en difficulté les élèves de Déborah puis s'est

intégré petit à petit dans la classe comme une nouvelle ressource disponible pour construire le nombre au même titre que la bande numérique, les jetons, les cubes...L'utilisation de toutes ces ressources tout au long de l'année permet à l'élève de représenter les nombres de différentes manières et de faire des liens entre ces représentations et donc de donner plus de sens au nombre.

Le fait de surmonter des difficultés telles que celle liée à la valeur d'une quinaire ou à l'inscription sur deux tiges permet aux élèves (après un temps suffisamment long) de construire de nouvelles connaissances sur les nombres.

Bien sûr, ces élèves de GS n'ont pas utilisé toutes les tiges et n'ont pas découvert toutes les possibilités offertes par cet objet. Cela est lié au niveau de la classe mais aussi au fait qu'un temps long est nécessaire pour comprendre et utiliser de manière efficace un boulier chinois. La même remarque pourrait être faite à propos de la calculatrice par exemple. Pour nous, l'un des intérêts de cette introduction précoce est de faciliter le recours au boulier pour d'autres types d'activités au cycle 2 et 3. Par exemple, des élèves de CP qui auraient déjà utilisé le boulier pour inscrire et lire des nombres en GS seraient sans doute plus rapidement en mesure d'effectuer des additions sur le boulier.

Concernant l'utilisation du boulier virtuel, tout d'abord nous tenons à souligner le fait qu'il a suscité beaucoup de curiosité et d'enthousiasme chez les élèves de GS que nous avons observés. Pour nous, utiliser un boulier virtuel facilite l'appropriation du boulier chinois et permet une auto-validation des inscriptions et des lectures. Il permet aux élèves de travailler en autonomie. Il facilite aussi les mises en commun collectives et la présentation de dif-

férentes inscriptions correctes (douze sur une tige ou sur deux tiges par exemple).

Le nombre de ressources utilisées (boulrier chinois matériel, boulrier virtuel, fiches du boulrier, bande numérique) pourrait être vu comme une difficulté pour les élèves, en réalité c'est cela qui leur permet d'être très à l'aise avec le boulrier chinois et ses règles d'utilisation.

Plus concrètement, même si les ressources sont nombreuses, l'investissement engendré par la mise en œuvre d'une telle séquence en GS se limite à l'achat de bouliers matériels (le logiciel développé par Sésamath et les documents produits par le groupe Marene sont librement téléchargeables⁵).

5 — Conclusion

En premier lieu, le travail présenté ici montre la richesse des possibilités d'apprentissage pour des élèves de GS qui utilisent régulièrement un boulrier chinois. Ces élèves peuvent renforcer des connaissances sur le nombre (comptine, dénombrement par comptage...) et en acquérir de nouvelles sur les décompositions additives des nombres et sur différents codages des nombres.

Le boulrier permet aussi une première approche de la numération positionnelle en GS : familiarisation avec la valeur positionnelle des chiffres dans un nombre, avec le vocabulaire (unités, dizaines), avec la décomposition des nombres en appui sur dix...

Ces possibilités concernent tous les élèves. Le boulrier permet une réelle différenciation.

Ensuite, le boulrier dans sa version virtuelle, facilite le travail des élèves et de l'enseignant dans la classe. Il permet une appropriation plus rapide des fonctionnalités du boulrier.

Puis, il apparaît clairement que le boulrier s'intègre dans la classe comme d'autres ressources pour construire le nombre mais ne se substitue pas à elles. Cette intégration se fait sur un temps long.

Selon nous utiliser le boulrier en GS est une première étape, il s'agit d'une base pour les niveaux suivants. En effet, nos conclusions nous incitent à penser qu'une utilisation du boulrier chinois au-delà de la GS permettrait aux élèves de poursuivre et de consolider leurs apprentissages sur le nombre et la numération puis d'en entreprendre d'autres sur les calculs (additions, soustractions, multiplications...).

⁵ http://python.espe-bretagne.fr/blog-gri-recherche/?page_id=611

Description de la séquence produite par Marene⁶

Séquence : Le boulier chinois en GS

ANNEXE 1

Introduction : Cette séquence porte sur la « **construction du nombre en GS** » avec l'étude du boulier chinois et se veut complémentaire d'autres situations de classe sur le thème de la construction du nombre. L'objectif général de la séquence est d'étudier différents codages du nombre et d'amener les élèves à faire des liens entre ces différents codages pour construire le sens du nombre. Par codage du nombre, nous entendons : représentations par constellations, sur les doigts, inscription sur un boulier, écriture en chiffres, écriture en lettres, décompositions additives, etc. Nous présentons ici une séquence d'étude du boulier chinois en classe et nous pensons qu'il est pertinent de proposer l'utilisation du boulier sur d'autres temps de classe (que nous ne développons pas ici) : les rituels (les présents et absents en particulier), la résolution de problèmes, etc.

Objectifs de la séquence :

- Incrire et lire des nombres jusqu'à 30 avec le boulier chinois
- Distinguer valeur et quantité
- Décomposer de manière additive des nombres (un même nombre peut se coder de différentes manières sur le boulier chinois)

Fréquence et organisation des séances : Les séances s'effectuent en groupes, par exemple de huit élèves. Une séance par semaine et par groupe est prévue. Chaque séance dure environ 20 minutes. Si les séances sont plus éloignées, le suivi du travail est plus fastidieux. Le travail de mémoire des élèves de GS est trop important et ne permet pas de progresser suffisamment.

Matériel envisagé :

Pour le professeur : un ordinateur et un TBI (ou un vidéoprojecteur).

Pour les élèves : bouliers chinois matériels et ordinateurs (et TBI)

Ressources :

- Le boulier virtuel de Sésamath IREM de Lille (en utilisation libre) :
- http://cii.sesamath.net/lille/exos_boulier/boulier.swf
- Une bande numérique (et des étiquettes des nombres)
- Un livre du boulier
- Les fiches élèves

Cette séquence peut aussi s'envisager avec d'autres supports matériels : un rétro-projecteur où l'on pose un boulier matériel, ou une fiche A3 du cadre de boulier sur laquelle on manipule des aimants. Dans les descriptions des séances sont précisées le domaine numérique concerné et le matériel envisagé en priorité (boulier numérique et/ou virtuel et les fiches élèves).

Séquence en quatre phases (selon le domaine numérique concerné) et en 21 séances

Phase 1 : Découverte du boulier. Incrire et lire des nombres de 0 à 5. (S1 à S3)

Phase 2 : Incrire et lire des nombres de 0 à 10. (S4 à S7)

Phase 3 : Incrire et lire des nombres de 0 à 20. (S8 à S14)

Phase 4 : Incrire et lire des nombres de 0 à 30. (S15 à 21)

⁶ Extrait du PROTOTYPE de Mallette de ressources mathématiques pour l'école - COPIRELEM / CREAD EA n°3875 / IFÉ. La progression détaillée de cette séquence est disponible dans le n°40 de la revue MathémaTICE <http://revue.sesamath.net/>

ANNEXE 2

Deux exemples de fiches pour les élèves : Inscrire et lire des nombres de 5 à 10 sur le boulier chinois⁷.

Fiche 1 : Le boulier chinois : inscrire les nombres de 5 à 10

J'inscris le nombre sur le boulier :

Inscription sur le boulier

Écriture chiffrée

5

10

7

8

9

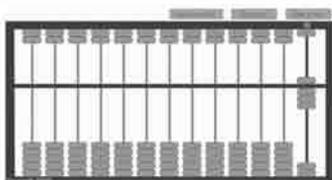
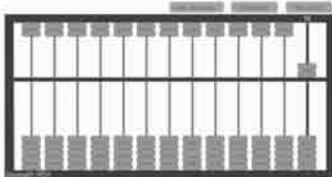
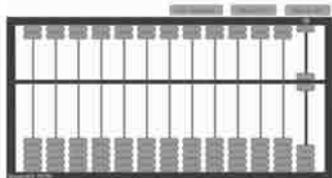
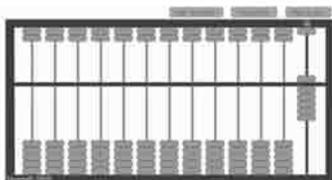
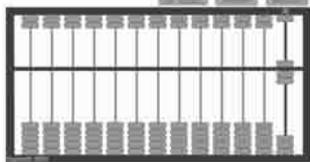
⁷ Ces fiches sont extraites du PROTOTYPE de Mallette de ressources mathématiques pour l'école - COPIRELEM / CREAD EA n°3875 / IFÉ

Fiche 2 : Le boulier chinois : lire les nombres de 5 à 10

Je lis et j'écris en chiffres :

Inscription sur le boulier

Écriture chiffrée



Références

- Besnier, S., Bueno-Ravel, L., Gueudet, G. & Poisard, C. (2013, août). *Conception et diffusion de ressources pour la classe issues de la recherche. L'exemple des apprentissages numériques à l'école*. D. Butlen, (Dir.) Actes de l'école d'été 17 de didactique des mathématiques, Nantes.
- Brissiaud, R. (2007). *Premiers pas vers les maths. Les chemins de la réussite à l'école maternelle*. Paris : Retz.
- D'hondt, D. (2013). *Appropriation du boulier chinois dans la pratique de professeurs en GS : deux études de cas concernant une ressource TICE pour la construction du nombre*. Mémoire de Master 2 RASPL, Quimper, non publié.
- Gueudet, G., Bueno-Ravel, L. & Poisard, C. (2014). *Teaching mathematics with technology at kindergarten: resources and orchestrations*. In Clark-Wilson, A., Robutti, O., Sinclair, N. (Eds.) *The mathematics teacher in the digital era*. vol 2 (213-240) New York : Springer.
- Margolinas, C., & Wozniak, F. (2012). *Le nombre à l'école maternelle*. Bruxelles : Deboeck.
- Poisard, C. (2005a). *Les objets mathématiques matériels, l'exemple du boulier chinois*. *Petit x*, 68, 39-67.
- Poisard, C. (2005b). *Ateliers de fabrication et d'étude d'objets mathématiques, le cas des instruments à calculer*. Thèse de Doctorat de l'Université de Provence, Aix-Marseille I.
- Poisard, C., Bueno-Ravel, L., & Gueudet, G. (2011). *Comprendre l'intégration des ressources technologiques en mathématiques par des professeurs des écoles*. *Revue pour le Recherche en Didactique des Mathématiques*. 31-2, 151-189.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.
- Riou-Azou, G. (2013). *La construction du nombre en grande section de maternelle avec un boulier chinois virtuel*. Mémoire de Master 2 RASPL, Quimper, non publié.