

Fiche 2 : La fabrication des instruments à calculer

1. L'étude et la fabrication	1
2. La fabrication du boulier chinois	2
3. Remarques pour le modèle des bâtons de Néper	3
4. Remarques pour le modèle des réglettes de Genaille-Lucas	3
5. Remarques pour les modèles de la règle à calcul	3

1. L'étude et la fabrication

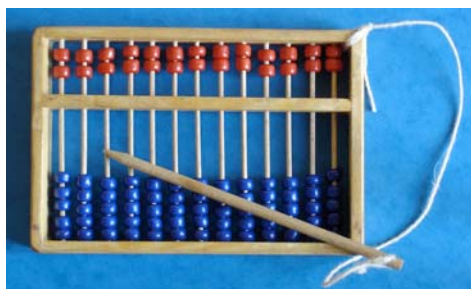
Nous proposons les trois phases suivantes : de découverte, de fabrication et d'étude.

- *Phase de découverte* : Avant de fabriquer les objets, le professeur distribue un instrument par groupe et pose la question de son mode de fonctionnement. La question de recherche est : *Comment ça marche ?* Ceci permet à chacun de manier les objets avant de les fabriquer, c'est une phase introductive qui va permettre de préparer la phase de fabrication. Certaines questions importantes apparaissent dès cette première phase, le professeur peut les valider en leur donnant le statut de question à traiter, mais il ne doit pas donner de réponses. Cette phase est assez courte (10-15 minutes) et nécessite une interruption volontaire, parfois même déterminée, du professeur qui va laisser les élèves sans réponses.
- *Phase de fabrication* : Chaque élève étudie comment réaliser son objet, le fabrique et le personnalise. Le temps de fabrication constitue un moment important de l'apprentissage où les enfants sont fortement valorisés par la réalisation d'une œuvre personnelle. De plus, ces objets matériels constituent une trace de ce qui a été appris. Ils permettent aux enfants de montrer aux parents le travail réalisé. Le cahier permet aussi de valoriser l'apprentissage, de le montrer. Mais un objet matériel, fait-main par l'enfant, que l'on peut garder plusieurs années, entreposé sur l'étagère de sa chambre possède un effet démonstrateur bien supérieur.
- *Phase d'étude* : Maintenant que chacun possède son instrument, on reprend la question de recherche. *Comment et pourquoi ça marche ?* Pour étudier les instruments il est préférable, voire nécessaire, d'avoir un instrument par enfant. Il est important de travailler par groupes de deux, trois ou quatre afin de tester et de confronter les opinions. Mais, il faut aussi que chaque élève puisse suivre convenablement l'institutionnalisation par le professeur, nous conseillons donc d'accoler les tables par quatre et de former un épi orienté vers le tableau.

Pour que les élèves et le professeur puissent montrer à la classe les différentes méthodes envisagées, nous recommandons l'utilisation d'un rétroprojecteur. Pour le boulier, on le pose directement dessus. Pour les bâtons à multiplier et la règle à calcul, les modèles (en fichiers à télécharger) permettent de réaliser des transparents que l'on découpe et que l'on peut ensuite manipuler sur le rétroprojecteur.

2. La fabrication du boulier chinois

Matériel nécessaire pour la construction d'un boulier chinois



- Cinq baguettes en bois de hauteur 0,5 cm et de largeur 2 cm. Pour la longueur : deux de 10 cm et trois de 14 cm.
- Treize tiges en bois (ou rondins) de 2 mm de diamètre que l'on peut trouver dans les magasins de modélisme, pour enfiler des perles.
- 91 perles, 26 (2×13) pour la partie supérieure et 65 (5×13) pour la partie inférieure.
- Colle à bois, serre-joints...

Argumentation sur nos choix

Nous avons choisi de construire un petit boulier c'est-à-dire de 14 cm par 10 cm. Ceux que l'on trouve en commerce mesurent au moins 25 cm par 12 cm. Ces bouliers " modèle réduit " présentent l'avantage d'un coût moindre, mais le problème est que les petites perles ne se déplacent pas facilement. On a donc rajouté un stylet pour que l'utilisation soit possible avec des doigts d'adulte ! Il faut donc bien noter dès à présent que la construction de ce boulier se fait dans l'objectif d'une activité en mathématiques et non dans les règles de l'art pratiquées en Asie. Le boulier chinois tel qu'on le connaît actuellement est le résultat de diverses évolutions, en particulier la taille et la forme du cadre, ainsi que le matériau des boules sont pensés pour que le déplacement soit le plus rapide possible. Pour écrire, on claque les boules vers la barre centrale, en un seul geste. Il va de soi que l'introduction d'un stylet ne va pas du tout dans ce sens. Notre objectif est que chaque enfant puisse construire un boulier pour qu'il soit le prétexte d'une réflexion sur la numération, le système positionnel décimal, les techniques opératoires, etc. Le boulier a donc été adapté à nos contraintes et à nos objectifs.

Le deuxième choix fait à propos du boulier, c'est la couleur des perles. Les objets construits doivent être beaux. Les enfants accordent beaucoup d'importance aux finitions de leur réalisation, c'est une part d'eux qu'ils mettent dedans. Nous avons donc préféré deux couleurs pour les perles, plutôt qu'une seule. Mais ce choix n'est pas uniquement dans un but d'esthétique. Les boules du haut n'ont pas la même valeur que celles du bas. Celles du haut valent chacune cinq et celles du bas chacune un. Donner une couleur différente permet de pouvoir en parler : les boules bleues, les boules rouges, même si on ne connaît pas ou si on ne se rappelle plus du vocabulaire spécifique. Bien sûr il est hors de question de mettre des perles multicolores car on ne peut alors plus rien lire ! Changer la couleur selon la tige ne serait pas non plus une bonne idée : toutes les notions intéressantes sur le système positionnel montrées avec le boulier perdent leur sens. Le boulier permet de montrer matériellement que trois dans la tige des dizaines ou dans la tige des centaines s'écrit de la même manière, c'est-à-dire en déplaçant trois unaires. Mais, selon la position de la tige, on ne lira pas le même nombre : ce sera 30 ou 300 ! On comprend alors ce que veut dire position dans le terme système positionnel.

3. Remarques pour le modèle des bâtons de Néper



Le modèle {modele1} peut servir au professeur pour fabriquer des bâtons de Néper pour que les élèves les manipulent avant de les construire lors de la *phase de découverte*. Mais nous ne conseillons pas que les enfants fabriquent les bâtons de Néper avec le modèle.

La fabrication des bâtons de Néper est relativement simple.

On peut les réaliser sur des feuilles quadrillées collées sur du carton. Il est bien plus productif que chaque élève remplisse le tableau de Pythagore. Cette remarque a d'ailleurs été exprimée par plusieurs professeurs des écoles en formation continue : " On comprend mieux en faisant ! " On peut aussi imaginer des séances en informatique pour construire les bâtons.

4. Remarques pour le modèle des réglettes de Genaille-Lucas



Bien qu'il puisse être intéressant de réaliser le tableau des réglettes de Genaille-Lucas en classe d'informatique, ceci nous semble plus délicat.

Le modèle {modele2} peut donc servir au professeur puis aux élèves. Le professeur peut fabriquer des bâtons pour que les élèves les manipulent avant de les construire, lors de la *phase de découverte*. Ensuite, pour la fabrication, les élèves peuvent coller les modèles sur du carton et tenter de répondre à la question : *Pourquoi ça marche ?*

5. Remarques pour les modèles de la règle à calcul



Le premier modèle¹ {modele3} est un modèle avec les graduations chiffrées qui peut servir au professeur pour fabriquer des règles à calcul pour que les élèves les

manipulent avant de les construire, lors de la *phase de découverte*.

Ensuite, le modèle avec les graduations non chiffrées {modele4} est destiné à la fabrication par les élèves qui doivent donc retrouver les nombres des graduations. Le modèle peut se photocopier sur du papier cartonné.

Pour la fabrication, il est préférable d'imprimer les modèles sur du papier cartonné.



On peut aussi réaliser la règle à additionner avec des baguettes de bois, en pyrogravant les graduations. (Photos ci-contre)

¹ Merci à Vincent Brandsma pour la réalisation des deux modèles de la règle à calcul.