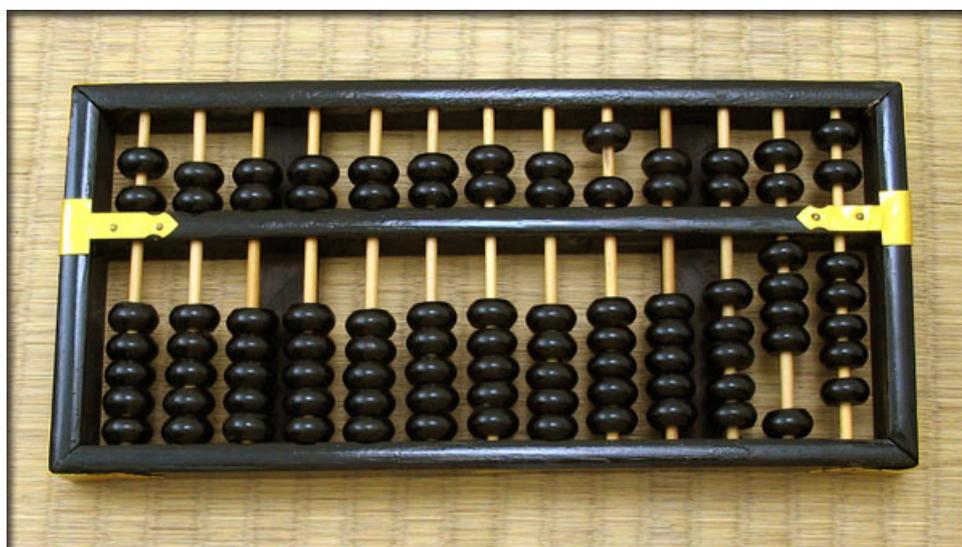




FORMATION INTERNE

au LYCÉE FRANÇAIS ALBERT CAMUS DE CONAKRY

Le boulier chinois



Alexandre COLIN
2016 - 2017

Public : enseignants volontaires
18 Octobre 2016

Table des matières

1 Le boulier chinois : qui est-il?	5
I Le vocabulaire	5
I.1 La valeur des boules	6
II Inscrire et lire un nombre	6
2 L'addition et la soustraction	9
I L'addition	9
I.1 L'addition sans retenue	9
I.2 L'addition avec retenue	11
II La soustraction	12
II.1 Rappel des techniques employées dans le système scolaire français	13
II.2 Avec le boulier	13
III Différences avec le soroban japonais	17
IV Le boulier virtuel	17
A Lire des nombres	19
B Inscrire des nombres	21
C Décomposer un nombre de différentes manières et les écrire au boulier	23
D Fiche d'exercices sur l'addition	25
E Fiche d'exercices sur la soustraction	27
F Fiche d'exercices additions et soustractions	29

Ce livret est à destination des enseignants volontaires du lycée Albert Camus de Conakry. Il est essentiellement destiné aux enseignants du premier degré et aux enseignants de mathématiques du second degré. Il se veut une aide à l'utilisation du boulier chinois dans le cours de mathématiques et dans la préparation de séquences pour lesquelles le boulier peut apporter un plus.



A l'issue de la formation, les collègues seront capables de :

- **Inscrire** (représenter) un nombre sur un boulier chinois.
- **Lire** un nombre sur un boulier chinois.
- **Additionner** deux ou plusieurs nombres.
- **Soustraire** deux nombres.

Les objectifs de l'utilisation du boulier chinois dès la grande section de maternelle sont :

- Un **Renforcement** du sens du nombre.
- Un **Renforcement** de la compréhension du système de numération positionnelle. (ceci inclut la notion d'échanges entre les classes (les tiges sur le boulier) et le fait qu'un chiffre n'a pas la même valeur selon sa position dans le nombre.
- **Établir** le lien (éventuel) entre les algorithmes de calcul papier-crayon et l'utilisation du boulier.

REMARQUE

encore plus loin

Avec le boulier chinois, il est également possible de multiplier deux nombres, de diviser deux nombres mais aussi d'extraire des racines carrées ! Toutefois, dans le cadre de la formation proposée aux collègues enseignants des cycles 1 à 3, cette dernière compétence ne sera pas vue. Quant à la multiplication et à la division elles seront, sur demande des enseignants, éventuellement vues dans une prochaine formation.

Chapitre 1

Le boulier chinois : qui est-il ?

Le boulier chinois fait partie de la catégorie des abaques. Le mot « abaque » est un emprunt (vers 1165) au latin *abacus*, lui-même emprunté au grec *abax*, *abakos*. Le mot a signifié en général « machine à calculer », puis « tableau jouant ce rôle » (1611) et « carré de bois évidé muni de fils parallèles et de boules mobiles pour compter » (1751).

Le boulier chinois est donc une « machine » à calculer. D'ailleurs, en mandarin, le boulier chinois s'appelle le « suan pan » qui signifie la « planchette à calculs ».

REMARQUE

machines à calculer

À la différence d'une calculatrice, par exemple, qui est aussi une machine à calculer, l'utilisateur d'un boulier chinois (et d'un abaque de manière plus générale) est actif (au sens cérébral) lors du calcul à effectuer. Le boulier chinois ne donne pas directement la solution comme la calculatrice. Il faut « construire » cette solution. Il permet de (re)-conquérir le sens des notions mathématiques, de s'appropriier le sens primitif des nombres, leurs décompositions en base dix, et de redéfinir le sens d'une retenue.

Le boulier chinois que l'on utilisera ici, au lycée Albert Camus de Conakry, comporte neuf tiges. Pourquoi ? Parce que c'est ceux-là que j'ai commandés ! Certains bouliers chinois comportent treize tiges et on pourrait en fabriquer qui comportent vingt-neuf tiges si cela nous plaît. Mais cela ne nous serait pas très utile ...

On verra ci-dessous, dans la partie vocabulaire, à quoi servent ces tiges. Sachez pour l'instant qu'avec neuf tiges on aura largement de quoi travailler.

I Le vocabulaire

Afin de bien comprendre de quoi on parle, il est nécessaire d'adopter le vocabulaire classiquement utilisé lors de l'utilisation du boulier chinois.

1. Une **tige** représente une colonne du tableau que l'on construit avec les élèves pour les unités, dizaines, centaines, unités de mille, dizaines de mille ... Il y aura donc la tige des unités, la tige des dizaines, la tige des centaines, la tige des unités de mille ...
2. La **barre du milieu** ou **barre centrale**, ou **barre de lecture**, est la barre vers laquelle on « approchera » les boules pour lire un nombre.
3. Lorsqu'on « approchera » une boule de cette barre centrale, on dira dorénavant que l'on « **active** » la boule. Lorsque l'on éloignera une boule pour la ramener dans sa position initiale, on dira que l'on « **désactive** » la boule.
4. Activer les boules permet d'**inscrire** un nombre. On écrit un nombre avec un crayon sur un papier, on inscrit un nombre au boulier.

I.1 La valeur des boules

REMARQUE

valeur des boules

En observant bien le boulier, on constate que sur chaque tige il y a 7 boules. Alors comment inscrire le nombre 9 ?

*Il n'y a donc pas équivalence entre la **valeur** des boules et la **quantité** de boules utilisées.*

1. Les boules situées sur la partie supérieure du boulier (par paires sur chaque tige) sont appelées les **quinaires**. Le mot « quinaire » vient du latin *quinarius* qui signifie « de cinq en cinq », « par cinq ».

Chaque boule quinaire a donc pour valeur le nombre 5.

Mais attention elle vaut 5 unités si la boule quinaire activée est sur la tige des unités, elle vaut 5 dizaines (donc 50 unités) si elle est sur la tige des dizaines, elle vaut 5 centaines (donc 500 unités) si elle est sur la tige des centaines ... !

Cette précision sera de la plus haute importance lors des calculs.

2. Les boules situées sur la partie inférieure du boulier (cinq par tige) sont appelées les **unaires**.

Chaque boule unaire a donc pour valeur le nombre 1.

Mais attention elle vaut 1 unité si la boule unaire activée est sur la tige des unités, elle vaut 1 dizaine (donc 10 unités) si elle est sur la tige des dizaines, elle vaut 1 centaine (donc 100 unités) si elle est sur la tige des centaines ... !

REMARQUE

machines à calculer

Lors de l'utilisation du boulier chinois avec les élèves, on s'attachera à utiliser le vocabulaire adéquat autant que possible. Un travail important sera, notamment, de faire verbaliser les élèves. Ils devront s'habituer à verbaliser ce qu'ils sont en train de faire.

II Inscrire et lire un nombre

On rentre là pleinement dans le vif du sujet.

Commençons déjà par apprendre à inscrire le nombre zéro. Pour inscrire zéro, c'est très simple puisqu'il n'y a finalement rien à faire !

Un boulier chinois s'utilise posé à plat (horizontalement) sur la table.

Pour initialiser le boulier, toutes les boules quinaires (rappel : ce sont celles de la partie supérieure) doivent être éloignées de la barre de lecture. Les boules unaires doivent également être éloignées de la barre de lecture.

Dans cette configuration, aucune boule n'est activée, on lit alors le nombre 0 !

Pour lire le nombre, il suffira de « lire » les boules proches de la barre de lecture et cette lecture se fera de gauche à droite.

En inscrivant un nombre sur le boulier ou en le lisant, on fait le lien avec la décomposition de ce nombre en utilisant les puissances de 10. En effet,

$$1979 = 1 \times 1000 + 9 \times 100 + 7 \times 10 + 9$$



FIGURE 1.1 – Un boulier en position initial. On y lit le nombre 0



FIGURE 1.2 – La représentation du nombre 1979

donc pour écrire 1979, j'active une boule unaire sur la tige des unités de mille, une quinaire et quatre unaires sur la tige des centaines ...

REMARQUE

Vous avez remarqué que l'écriture d'un nombre n'est pas unique. En effet, le nombre 15 par exemple peut s'écrire au boulier $10 + 5$ ou $5 \times 1 + 2 \times 5$. C'est-à-dire une unaire sur la tige des dizaines activée et une quinaire sur la tige des unités. Ou bien on active toutes les boules de la tige des unités ! Cette non-unicité de l'écriture ne sera pas un gros problème. Cependant pour une facilité de lecture on adoptera tous la règle suivante dite du « principe d'économie » : pour inscrire un nombre sur le boulier, on utilisera toujours le moins de boules possibles.

EXEMPLE

Combien existe-t-il de façons d'inscrire le nombre 10 sur le boulier chinois ? Cette question est l'occasion de travailler la décomposition du nombre 10 de plusieurs manières !

EXEMPLE

Combien existe-t-il de façons d'inscrire le nombre 100 sur le boulier chinois ? Cette question est l'occasion de travailler la décomposition du nombre 100 de plusieurs manières !

EXEMPLE

Combien existe-t-il de façons d'inscrire le nombre 1000 sur le boulier chinois ? Cette question est l'occasion de travailler la décomposition du nombre 1000 de plusieurs manières !

REMARQUE

Quel est le plus grand nombre que l'on peut inscrire avec le boulier à 9 tiges que vous avez devant vous ?

Cette question pourrait être posée à des élèves de CM_2 dans le cadre d'une activité de recherche en numération. Elle pourrait également être posée à tous les niveaux de classe du collège ! Cette question permet de (re)travailler la notion de classes (des unités, des dizaines ...)

Chapitre 2

L'addition et la soustraction

I L'addition

DÉFINITION

addition-somme-termes

L'addition est l'opération qui permet de calculer la **somme** de deux ou de plusieurs **termes**.

EXEMPLE

Dans $8 + 5 = 13$, les termes sont 8 et 5 et 13 est la somme.

Avec notre boulier chinois, pour additionner deux nombres on commencera par inscrire l'un des deux termes sur le boulier. (En général on inscrit le plus grand mais ce n'est pas une obligation).

Par des déplacements et éventuellement des « échanges » de boules entre les différentes tiges, on additionnera le deuxième terme au premier.

Dans un premier temps, nous allons étudier l'addition sans retenue.

I.1 L'addition sans retenue

EXEMPLES

Voici cinq additions :

$3 + 1$

$5 + 4$

$4 + 3$

$11 + 3$

$43 + 16$

- $3 + 1$: cette addition au boulier ne présente aucune difficulté particulière. J'active trois unaires pour inscrire 3 puis j'active une unaire.
- $5 + 4$: on inscrit le nombre 5 au boulier. Avec le travail préalable qui a été fait en amont deux situations peuvent se produire :
 - soit l'élève est plutôt à l'aise et a bien compris qu'il suffit d'activer une boule quinaire sur la tige la plus à droite du boulier,
 - soit l'élève active cinq boules unaires en récitant par exemple la comptine numérique.

Cette deuxième situation sera intéressante dans la mesure où l'élève se retrouvera dans quelques secondes en situation d'interrogation, de réflexion. Comment, en effet, activez encore quatre boules unaires alors que je n'en ai plus à disposition ?

Si l'élève active des boules quinaires de la tige des unités ou des boules d'une autre tige c'est qu'il n'a pas compris la valeur d'une quinaire et/ou qu'il n'a pas compris le système positionnel. On pourra alors proposer les deux rappels suivants :

1 - Une boule quinaire sur la tige des unités représente le même nombre de doigts que la main fermée : cinq.

Les boules unaires représentent chacune un doigt.

2 - On active toujours le moins de boules possibles pour inscrire un nombre. (c'est le « principe d'économie »)

Il est donc aisé maintenant de rajouter 4 : on active quatre boules unaires. La somme est 9.

- $4 + 3$: l'élève active quatre boules unaires. Comment peut-on rajouter trois unités ?

On n'évoque pas ici le cas de l'activation de la cinquième unaire et des deux quinaires qui feraient bien un total supplémentaire de trois boules activées mais qui montreraient à l'enseignement, qu'une fois encore, la valeur des quinaires n'est pas comprise.

Cette addition est l'occasion pour l'élève de travailler des aspects qui ne se révèlent guère lorsque l'on utilise, par exemple, le comptage sur les doigts.

Avec le boulier, une fois que l'on a activé les quatre unaires pour inscrire 4, il reste une unaire disponible (d'une valeur une unité) et les deux quinaires, sur la même tige, mais chacune de valeurs cinq unités.

Je veux ajouter 3. Je suis donc amené à me positionner sur l'une des deux stratégies suivantes :

- | | |
|--|--|
| – a) décomposer 3 en $1 + 2$ (dans ma tête). | – a) décomposer 3 en $5 - 2$ (dans ma tête). |
| – b) activer la boule unaire (1) et donc avoir cinq boules unaires activées. (travail de $4 + 1 = 5$) | – b) activer une quinaire (5) et désactiver deux unaires sur les quatre. |
| – c) utiliser la règle de l'« économie de boules » (lecture plus facile) en activant une quinaire et donc en désactivant les cinq unaires. | – c) fini ! |
| – d) activer deux boules unaires (2) | – d) :-) |

On lit bien évidemment dans les deux cas le nombre 7.

Lors d'une utilisation plus « experte » la deuxième méthode sera retenue. Cependant, pour un élève de grande section (dernière année du cycle 1 actuel) ou pour un élève de CP (première année du cycle 2 actuel), la méthode 1 mettra aussi en avant les compétences très intéressantes acquises par l'élève.

- $11 + 3$: Aucune difficulté particulière pour cette addition. Le seul point qui peut-être sensible est l'inscription du nombre 11 mais cela a déjà été vu. (Penser à écrire onze comme onze unités donc dix unités plus une unité c'est-à-dire une dizaine et une unité.)
- $43 + 16$: on inscrit 43. ($43 = 40 + 3$ ce qui correspond à quatre dizaines et trois unités)
Je dois ajouter six unités sur la tige des unités. Il ne reste que deux unaires de disponibles. Mais je dois ajouter six unités donc plus que une quinaire. Ainsi je pense à **décomposer** six comme ceci : $6 = 5 + 1$.
Pour ajouter six unités, j'active donc une quinaire et une unités sur la tige des unités.
Je n'oublie pas d'activer une dizaine puisque je devais ajouter 16 ($10 + 6$).
Je lis la somme sur le boulier : 59

REMARQUE

Il n'était pas possible, ici, d'utiliser le fait que $6 = 10 - 4$ et donc d'ajouter une dizaine mais de désactiver quatre unaires car je ne pouvais désactiver que trois unaires.

I.2 L'addition avec retenue**EXEMPLES**

Nous allons traiter deux additions : $18 + 4$ $9 + 8$

$18 + 4$: l'inscription de 8 est l'occasion pour l'élève de travailler la décomposition de 8 en $5 + 3$. Certains élèves le feront instinctivement ou presque et activeront une quinaire sur la tige des unités et trois unaires. D'autres auront besoin de passer par la comptine numérique en activant une par une cinq unaires puis auront besoin d'une petite réflexion pour savoir comment poursuivre.

On n'oublie pas d'activer une unaire de la tige des dizaines ($18 = 10 + 8$)

Je dois donc ensuite ajouter quatre unités mais je n'ai plus que deux unaires à disposition.

Voici une solution : je suis donc amené à :

- a) décomposer 4 en $2 + 2$,
- b) activer les deux boules unaires (2) et donc avoir cinq boules unaires activées.
- c) utiliser la règle de l'« économie de boules » (lecture facile) en activant une quinaire (donc les deux sont maintenant activées) et désactiver les cinq unaires.
- d) activer deux boules unaires (2)

Je lis le résultat : une unaire sur la tige des dizaines (donc 10), deux quinaires activées sur la tige des unités c'est $5 + 5 = 10$. (ou $2 \times 5 = 10$). Plus deux unaires activées, on obtient $10 + 5 + 5 + 2 = 22$.

Mais! En se rappelant de la règle de l'« économie » (lecture plus facile), plutôt que d'activer deux quinaires sur la tige des unités qui font donc 10 unités, il est préférable d'activer une boule-dizaine sur la tige des dizaines! Et voilà cette fameuse retenue que l'on a dans l'écriture

$$\begin{array}{r} 1 \\ 18 \\ + 4 \\ \hline 22 \end{array}$$

Ce petit 1 de retenue est la dizaine activée en lieu et place des deux quinaires.

Il serait donc, à mon sens, peut-être préférable de faire dire aux élèves, (mais vous le faites probablement déjà), lors du passage papier-crayon, qu'ils retiennent non pas 1 mais une dizaine.

REMARQUE

On aurait pu, pour ajouter 4, utiliser le fait que $4 = 10 - 6$ et donc activer une unaire sur la tige des dizaines et désactiver six unités sur la tige des unités. Pour ce faire, on aurait eu recours, une fois encore, à la décomposition de 6 comme ceci : $6 = 5 + 1$. On désactive la quinaire activée et on désactive une unaire.

$9 + 8$: on inscrit le nombre 9 au boulier. ($9 = 5 + 4$). C'est donc une quinaire et quatre unaires qu'il faut activer.

Il faut maintenant ajouter huit unités. Mais seules 6 unités sont encore disponibles (une boule quinaire et une unité). Cela paraît donc compromis !

(Mais avec un tout petit peu de réflexion c'est possible ! ... Essayez)

Voici deux méthodes :

- | | |
|---|--|
| – a) décomposer 8 en $6 + 2$ (dans ma tête). | – a) décomposer 8 en $10 - 2$ (dans ma tête). |
| – b) activer la boule unaire (1) et donc avoir cinq boules unaires activées et activer la quinaire. ($1 + 5 = 6$) | – b) activer une unaire sur la tige des dizaines (10) et désactiver deux unaires sur la tige des unités. |
| – c) utiliser la règle de l'« économie de boules » en activant une unaire sur la tige des dizaines et donc en désactivant les deux quinaires. | – c) fini ! |
| – d) désactiver les cinq unaires et ré-activer une quinaire. | – d) :-) |
| – e) activer deux unaires. | – e) facile, non ? |

On lit le nombre 17 !

REMARQUE

Le c) de la méthode 1 représente le petit 1 qui est retenu lors du passage papier-crayon.

ACTIVITÉ

C'est à vous

- Additionner avec le boulier $54 + 7$
- Pour s'entraîner, les écoliers ajoutent 9 fois de suite le nombre 123 456 789 : le résultat est 1 111 111 101 (et est facile à vérifier !)

II La soustraction

DÉFINITION

soustraction-différence-termes

*La soustraction est l'opération qui permet de calculer la **différence** de deux **termes**.*

EXEMPLE

Dans $8 - 5 = 3$, 8 et 5 sont des termes, 3 est la différence.

Dans ce livret on essaiera de mettre en parallèle le lien qui existe entre certaines soustractions effectuées au boulier et la méthode dite « par cassage » lorsque l'on utilise le papier-crayon.

La technique utilisée très couramment dans le système scolaire français, dite de la « différence conservée », ne s'adapte pas au boulier. Ce ne sera donc pas cette technique que l'on privilégiera lors de l'utilisation du boulier.

Avec notre boulier chinois, pour soustraire deux nombres on commencera par inscrire le plus grand des deux termes sur le boulier.

Par des déplacements et éventuellement des « échanges » de boules entre les différentes tiges, on soustraira le deuxième terme au premier déjà inscrit.

II.1 Rappel des techniques employées dans le système scolaire français

La différence conservée ou emprunt externe ou ajouts parallèles

En règle général, en France, c'est la méthode la plus utilisée. Lorsque l'on ne peut pas retrancher, par exemple, 8 unités de 3 unités, on « ajoute » une dizaine sous forme de dix unités au terme du haut et on ajoute cette dizaine, dans la colonne des dizaines cette fois au terme du bas.

Cette méthode vient de la propriété suivante :

PROPRIÉTÉ

Soient a et b deux nombres (entiers naturels dans ce livret) avec $a > b$.

On ne change pas la différence entre a et b en ajoutant la même quantité aux deux nombres.

Autrement dit : $a - b = (a + c) - (b + c)$

Selon moi, cette méthode contient au moins deux inconvénients pour les élèves (surtout au cycle 2) :

1. Le premier inconvénient est que cette notion de différence conservée est loin d'être évidente et donc la justification de l'algorithme papier-crayon employé n'est pas comprise. L'élève fait (avec plus ou moins de réussite) une procédure mécanique sans en comprendre réellement le sens.
2. Le deuxième inconvénient vient de l'écriture des « 1 » rajoutés. On voit beaucoup de confusions chez les élèves. En effet, un des deux « 1 » signifie dix unités et doit être placé devant le chiffre des unités mais l'autre signifie une dizaine et doit plutôt être placé sous la dizaine avec un petit signe +.

La méthode dite de « cassage » ou emprunt interne

Tout comme la méthode précédente, cette méthode nécessite de solides connaissances sur la numération de positions. (1 dizaine c'est 10 unités, 1 centaine c'est 10 dizaines ... Mais elle a l'avantage de ne pas nécessiter de connaissance arithmétique comme la conservation de l'écart. De plus, elle est, à mon sens, plus « parlante » pour des élèves, surtout de jeunes élèves.

La technique de cette soustraction pourra être mise en parallèle avec sa réalisation sur le boulier chinois.

II.2 Avec le boulier

EXEMPLES

Les soustractions suivantes sont appelées dans ce livret des soustractions simples :

$$\begin{array}{r}
 9 \\
 - 7 \\
 \hline
 2
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 17 \\
 - 3 \\
 \hline
 14
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 18 \\
 - 16 \\
 \hline
 2
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 54 \\
 - 32 \\
 \hline
 22
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 278 \\
 - 42 \\
 \hline
 236
 \end{array}$$

1. Les soustractions simples :

Dans ce livret, on entendra par « soustractions simples » toutes les soustractions pour lesquelles nous n'avons pas besoin d'une dizaine supplémentaire (ou d'une centaine supplémentaire ...) pour soustraire le plus petit des deux termes.

On les réalise très facilement avec le boulier. Traitons par exemple la dernière :

$$\begin{array}{r} 278 \\ - 42 \\ \hline 236 \end{array}$$

On inscrit 278 au boulier. Pour enlever les deux unités, on désactive deux boules de la tige des unités. Puis pour enlever quatre dizaines, on désactive quatre boules (unaires) sur la tige des dizaines. On lit le résultat : 236.

Nous aurons noté, tout de même, la légère astuce dont nous avons dû faire preuve pour désactiver quatre boules sur la tige des dizaines.

2. Les soustractions avec apport d'une dizaine supplémentaire :

Cas où le chiffre des unités du plus grand terme est inférieur ou égal à 5

Effectuons au boulier la soustraction suivante : $23 - 16$.

On inscrit le nombre 23. Il s'agit de soustraire 6 unités aux 3 unités de la tige des unités. Bien évidemment cela ne va pas être possible. Qu'à cela ne tienne. Nous allons « casser » les deux dizaines de 23, et en échanger une contre dix unités. Pour cela on désactive une boule des dizaines (il n'en reste donc plus qu'une), et on active les deux quinaires de la tige des unités.

On a donc 13 unités disponibles sur la tige des unités et on peut désactiver 6 unités. Pour se faire on remonte une quinaire et on abaisse une unaire.

EXEMPLES

$$\begin{array}{r} 33 \\ - 7 \\ \hline 26 \end{array} \quad \begin{array}{r} 64 \\ - 18 \\ \hline 46 \end{array} \quad \begin{array}{r} 91 \\ - 35 \\ \hline 56 \end{array} \quad \begin{array}{r} 444 \\ - 133 \\ \hline 311 \end{array} \quad \begin{array}{r} 365 \\ - 243 \\ \hline 122 \end{array}$$

REMARQUE

Pour certaines soustractions telles que 41-7, bien que le chiffre des unités du plus grand terme soit inférieur ou égal à 5, la soustraction telle que décrite ci-dessus n'est pas aisée Ce type de soustractions sera vu dans la section ci-dessous qui traitera du cas général.

Lors de séances d'exercices au boulier chinois avec des élèves de cycle 2, il me semble opportun de ne proposer que des soustractions de ce type.

A partir du cycle 3, on pourra proposer des soustractions telles que celles qui suivent :

Cas où le chiffre des unités du plus grand terme est strictement supérieur à 5

Voici un exemple que l'on va traiter :

$$\begin{array}{r} 27 \\ - 18 \\ \hline 9 \end{array}$$

Le chiffre des unités du plus grand des deux termes est supérieur strictement à 5. On doit enlever 8 unités aux 7 unités. Ce n'est pas possible.

Comme dans le paragraphe précédent, on peut penser à « casser » les deux dizaines de la tige des dizaines et en transférer une sous forme de dix unités sur la tige des unités. Bonne idée.

Mais ... oups Je n'ai pas dix unités disponibles sur ma tige des unités !

En effet, rappelons-nous ce que l'on avait dit au début de notre apprentissage du boulier. Sur la tige des unités on ne peut inscrire au maximum que 15 unités (on active pour cela toutes les boules soit 7 boules).

Or on en a déjà utilisé (des unités) 7 pour inscrire le nombre 27. Il n'en reste donc que 8 de disponibles. Impossible donc de récupérer une dizaine en provenance de la tige des dizaines.

Entendons-nous bien ! Cela n'est pas une faiblesse du boulier ! Simplement, pour certaines soustractions on ne peut pas faire le parallèle entre les techniques papier-crayon et le boulier.

Je dirais, et cela n'engage que moi, qu'en manipulant le boulier, il n'y a pas d'« artifices » théoriques non réellement compris, comme lorsque les élèves utilisent par exemple la différence conservée avec le papier-crayon.

Les manipulations de boules sur le boulier, nous sommes obligés de les comprendre pour les effectuer. Et, dans le type de soustractions que l'on va faire ci-dessous, ces manipulations vont permettre aux élèves de rentrer dans des sphères arithmétiques qui leurs seront bien utiles pour le collège.

MÉTHODE

soustraction générale au boulier

Retraire 8 unités c'est équivalent à retrancher 10 unités puis en rajouter 2. Donc pour effectuer au boulier $27 - 18$, une fois que j'ai inscrit 27, je désactive une dizaine (il n'en reste donc qu'une) et j'active deux unités (il y en a donc 9 d'activés).

On lit le résultat : 9



PROPRIÉTÉ

On a utilisé ceci : $x - 8 = x - (10 - 2) = x - 10 + 2$

En langue française : retrancher huit, c'est retrancher dix puis ajouter deux.

Les enseignants de collège voient là un exemple concret de la mise en évidence de la célèbre phrase : « dans une expression mathématique, lorsqu'il y a un signe moins devant une parenthèse et que l'on souhaite supprimer cette parenthèse, on change les signes à l'intérieur de cette parenthèse ». L'élève qui a compris la manipulation ci-dessus au boulier ne verra plus cette règle comme sortie de nulle part par les mathématiciens mais bien comme une vérité « logique » finalement.

EXEMPLE

Traitons l'exemple suivant :

$$\begin{array}{r} 56 \\ - 8 \\ \hline 48 \end{array}$$



J'inscris le nombre 56. Je dois retrancher 8 unités. Seules 6 unités ont été activées donc je ne peux pas en désactiver huit. Je pourrais donc « casser » les 5 dizaines pour en récupérer une et la « transformer » en 10 unités. Le petit souci, c'est que je ne peux pas activer 10 unités sur la tige des unités. Il ne me reste en effet qu'une quinaire et quatre unaires, ce qui fait un total de 9 unités.



FIGURE 2.1 – un soroban japonais

III Différences avec le soroban japonais

A la différence du boulier chinois, le soroban japonais comporte une quinaire et quatre unaires sur chaque tige.

Cela permet l'unicité de l'écriture de n'importe quel nombre. Souvenez-vous des nombres 5 et 10 par exemple que l'on avait écrit de plusieurs manières différentes sur le boulier chinois.

Avec le soroban japonais, 10 ne s'écrira que d'une seule manière : en activant une unaire sur la tige des dizaines. Il n'y a plus d'autre moyen !

Cependant, sur le boulier chinois, c'est cette non-unicité de l'écriture d'un nombre qui permet de mettre en évidence, le « transfert » de boules entre deux tiges. (Entre les unités et les dizaines par exemple). Et ce sera cette manipulation là qui permettra aux élèves de manipuler **à la main** les retenues que l'on trouve en utilisant les algorithmes de calculs sur papier-crayon.

IV Le boulier virtuel

Le boulier virtuel permet à l'élève d'être plus autonome qu'avec le boulier manuel.

Par exemple, en cliquant sur l'icône « voir nombre », le boulier virtuel indique quel nombre est inscrit. De plus, si la consigne était « inscrire tel nombre et le faire de manière économique », alors en cliquant sur l'icône « placement », le boulier chinois donne l'écriture « économique » du nombre inscrit. L'élève, peut donc, seul, s'auto-corriger .

Il est également un outil intéressant pour expliquer une notion à la classe entière avec le vidéo-projecteur.

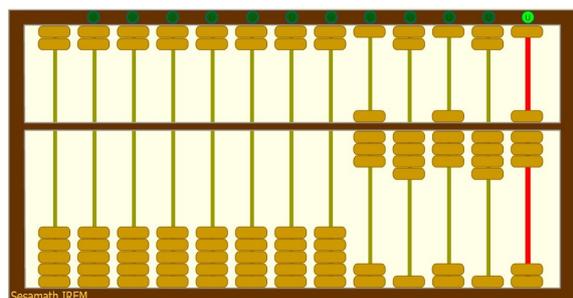
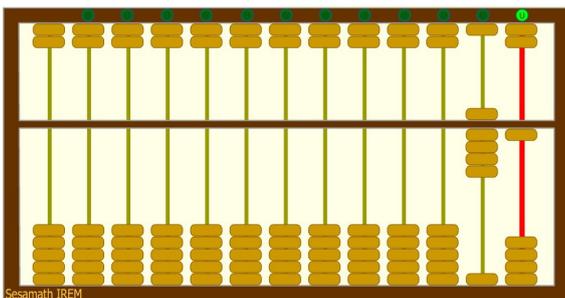
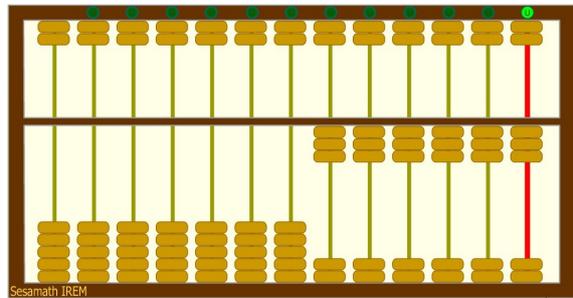
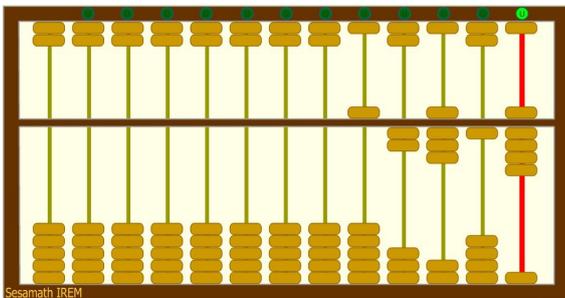
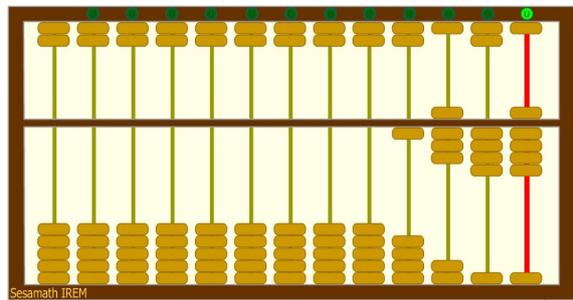
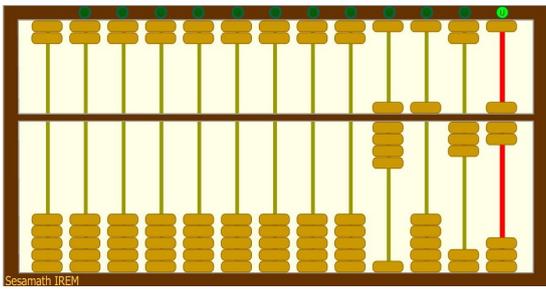
Voir ici :

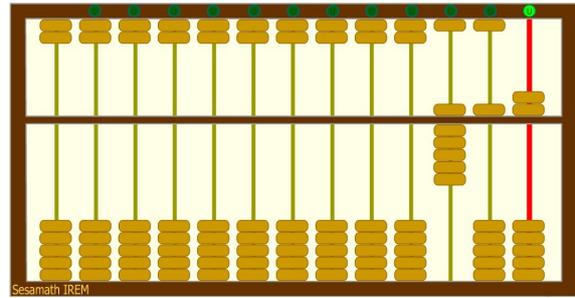
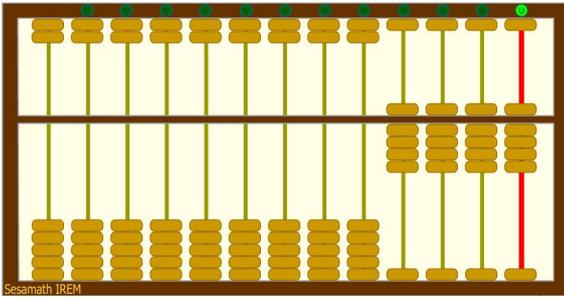
http://cii.sesamath.net/lille/exos_boulier/boulier.swf

Annexe A

Lire des nombres

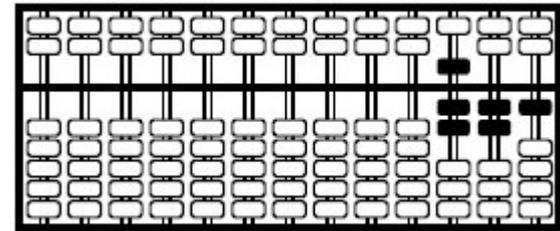
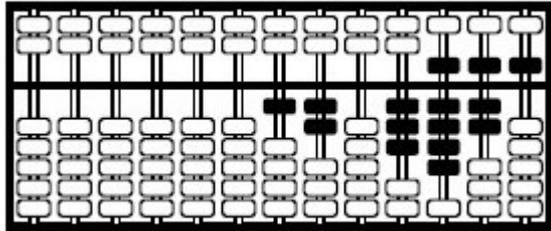
Écrire sous chaque boulier le nombre correspondant :





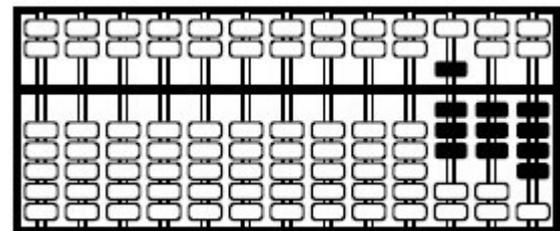
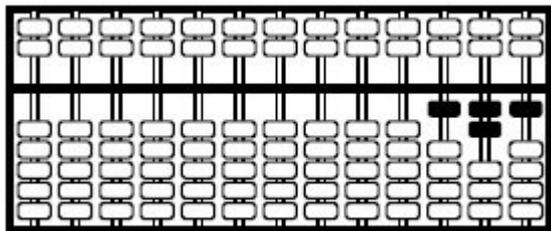
.....

.....



.....

.....



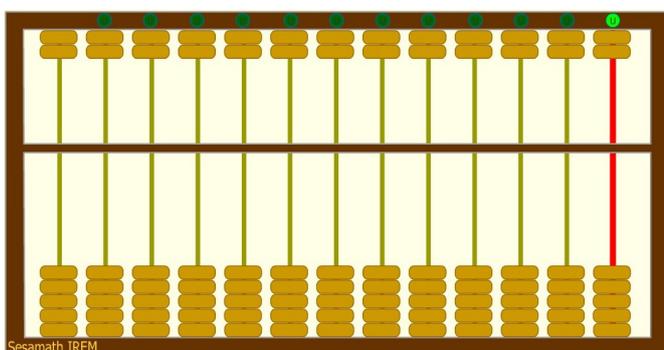
.....

.....

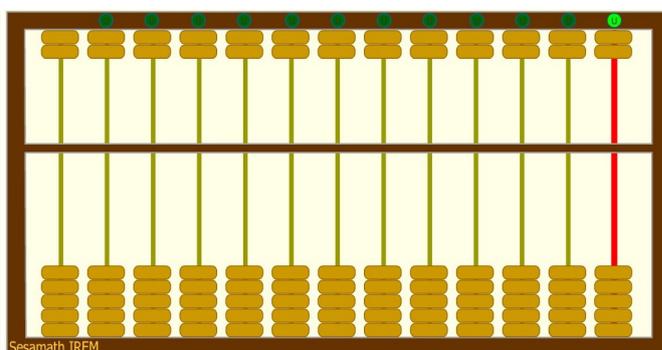
Annexe B

Inscrire des nombres

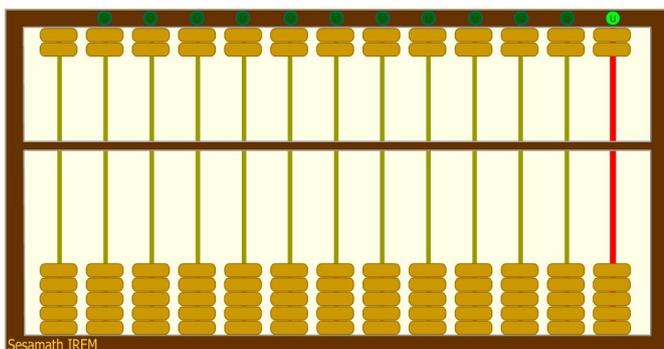
Inscrire sur chaque boulier le nombre demandé en dessinant **uniquement le nombre de boules nécessaires** :



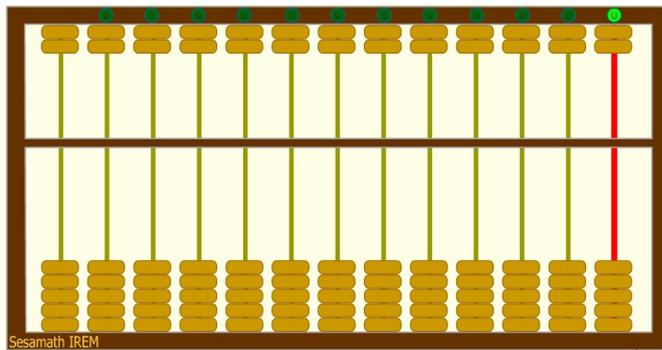
4



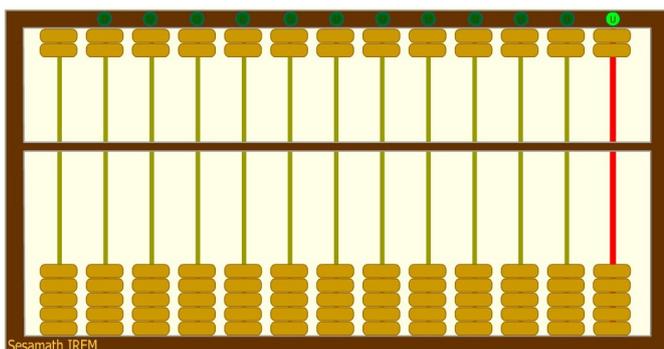
19



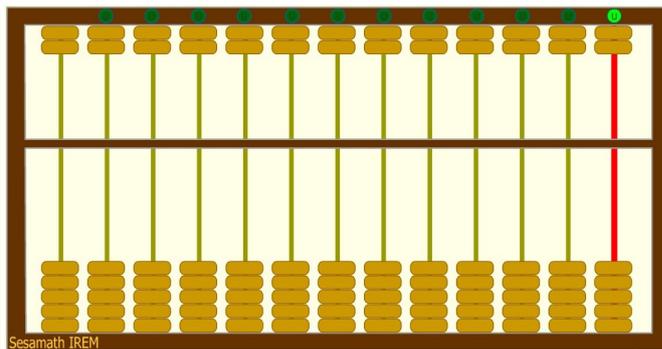
7



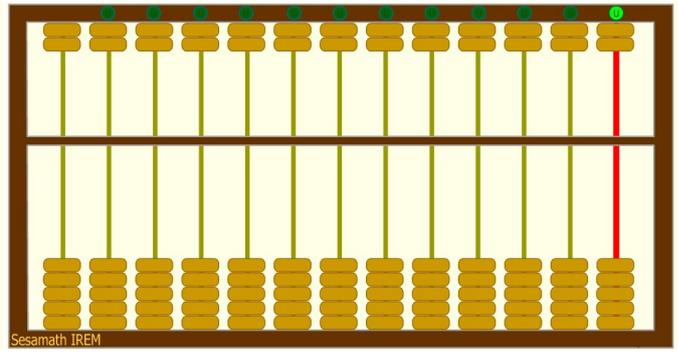
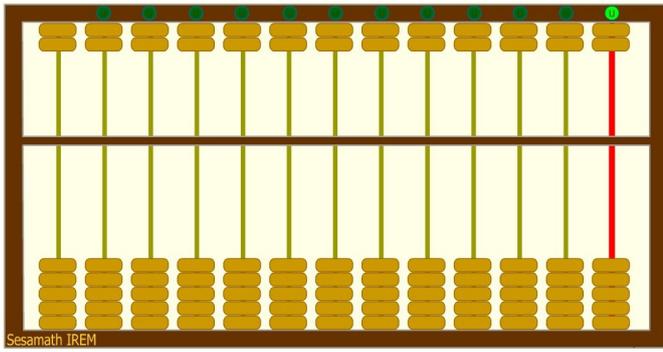
48



13

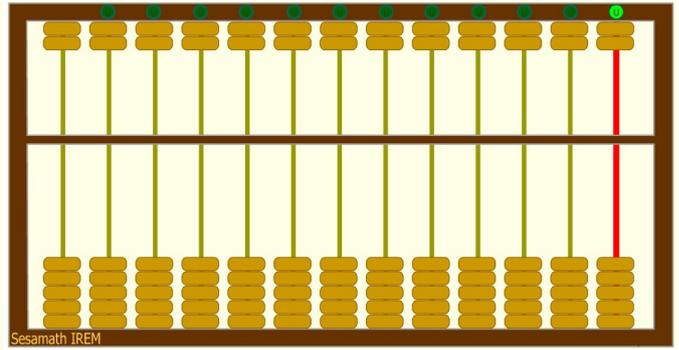
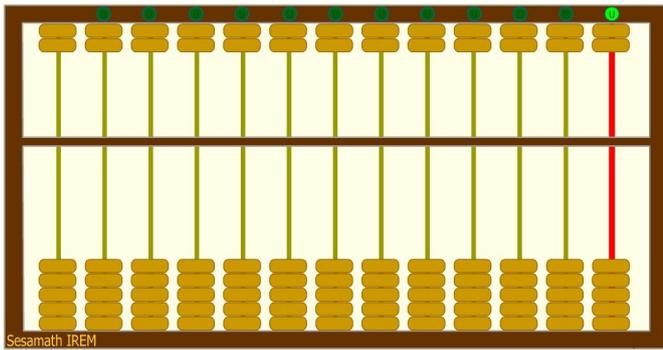


72



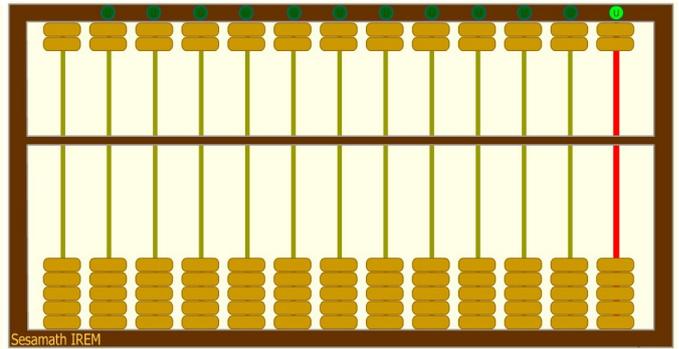
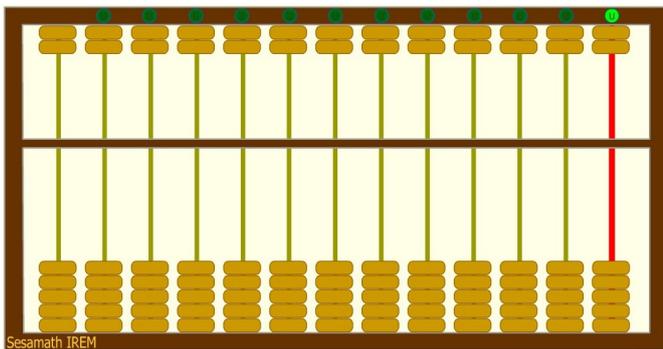
265

.....



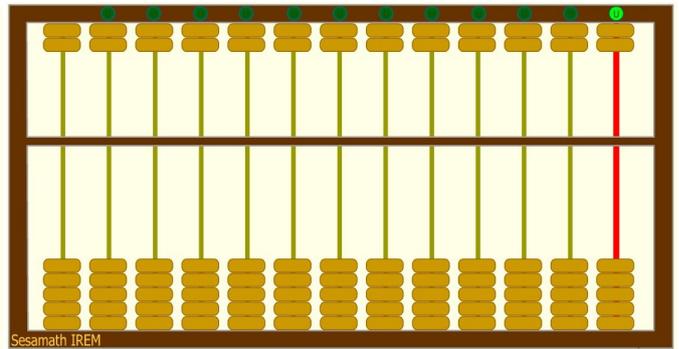
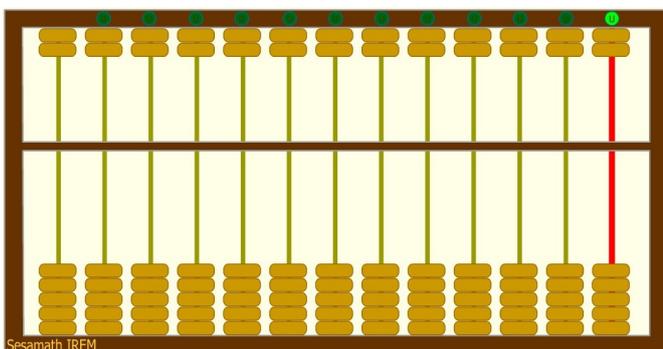
910

.....



1555

.....



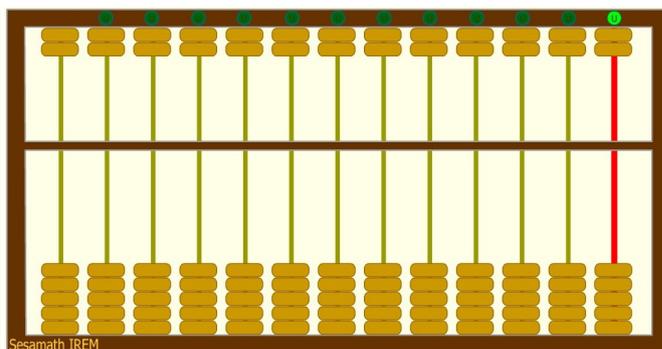
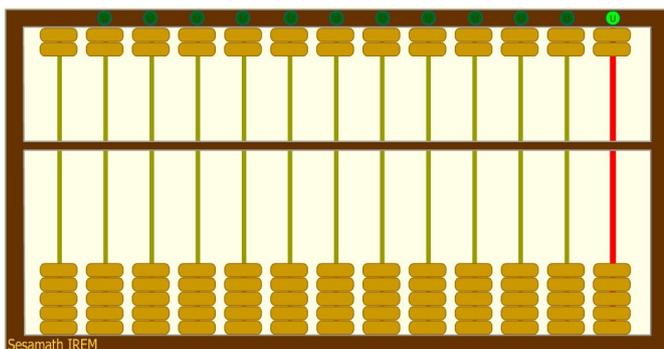
8234

.....

Annexe C

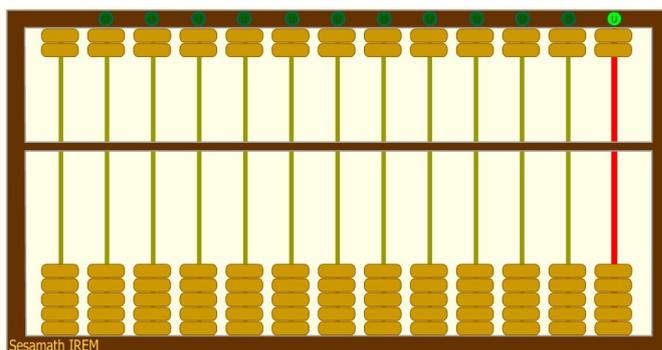
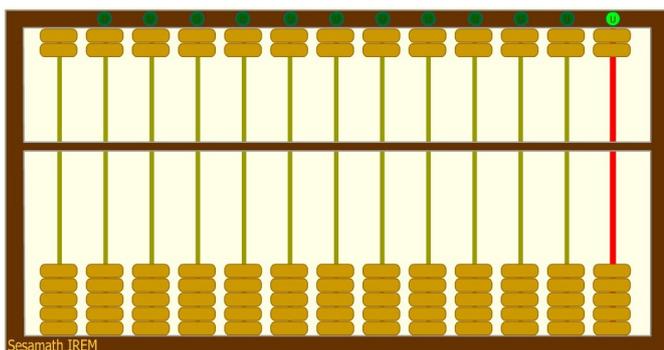
Décomposer un nombre de différentes manières et les écrire au boulier

Inscrire le nombre 2 510 de différentes manières sur les bouliers ci-dessous en dessinant les boules) puis écrire sous chaque boulier la décomposition du nombre.



.....

.....



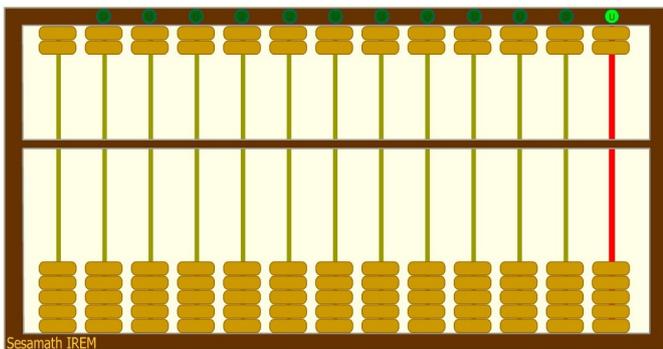
.....

.....

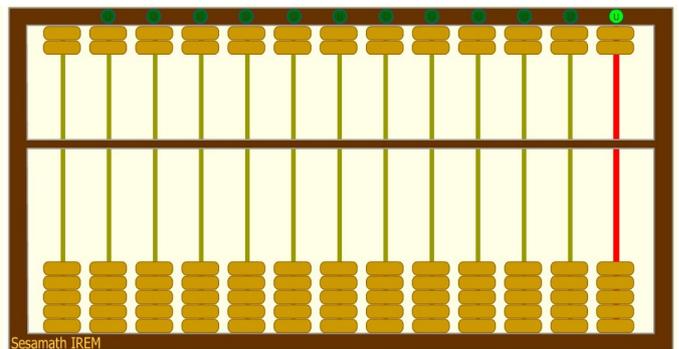
Annexe D

Fiche d'exercices sur l'addition

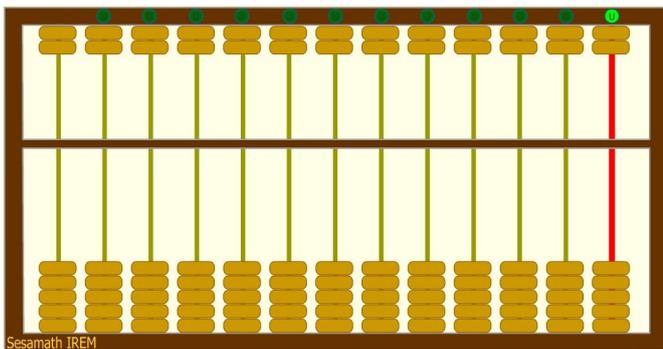
Effectuer, avec le boulier, l'addition des nombres écrits sous les bouliers et inscrire sur le boulier la somme (le résultat) en dessinant les boules nécessaires.



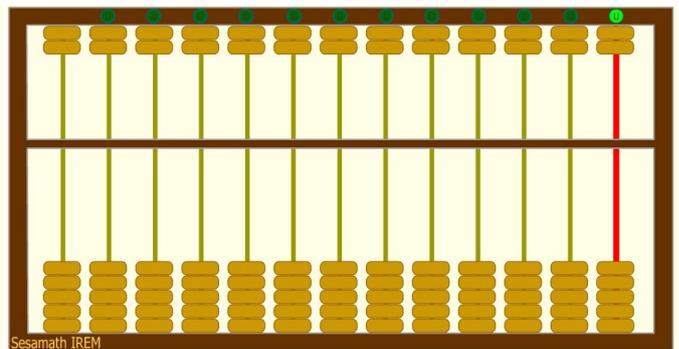
$$3 + 2$$



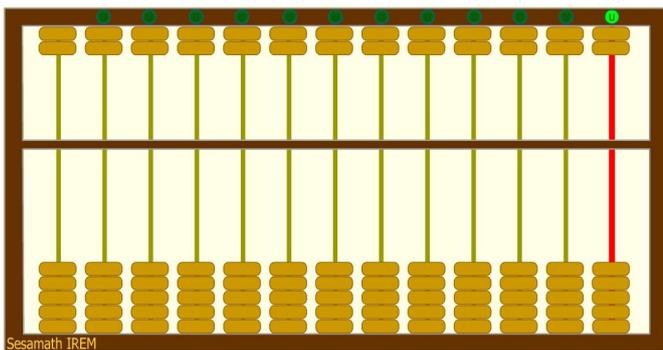
$$8 + 5$$



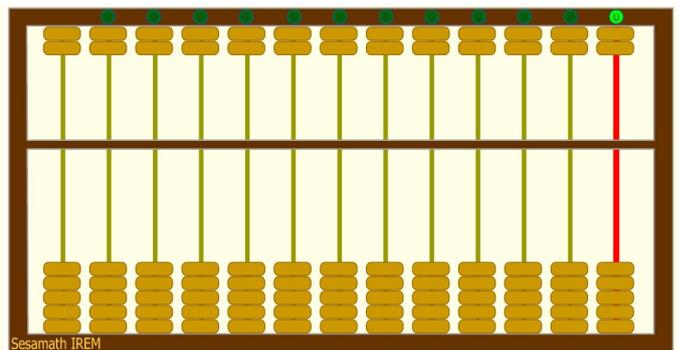
$$4 + 3$$



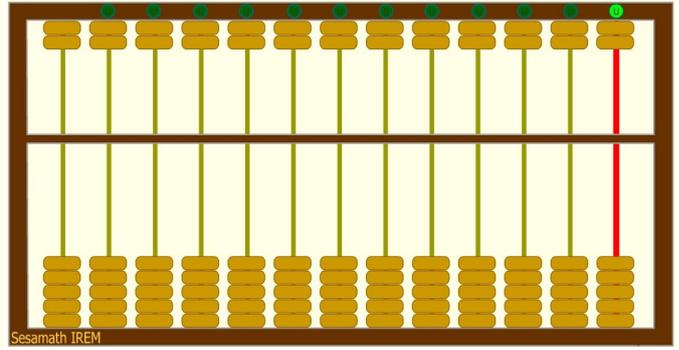
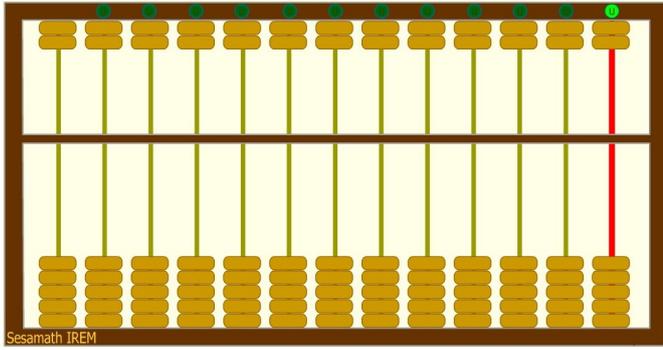
$$15 + 8$$



$$6 + 4$$

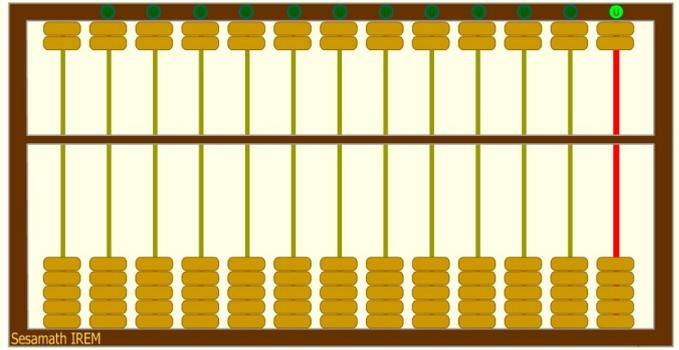
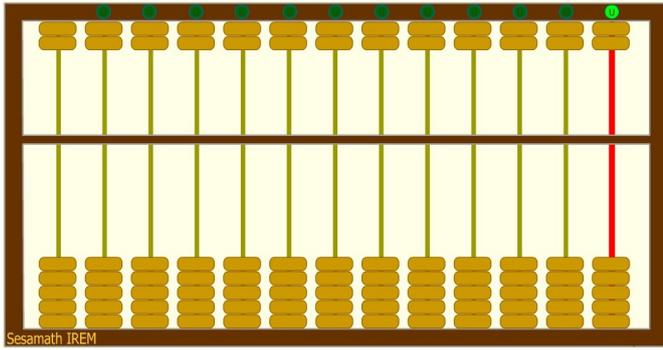


$$21 + 13$$



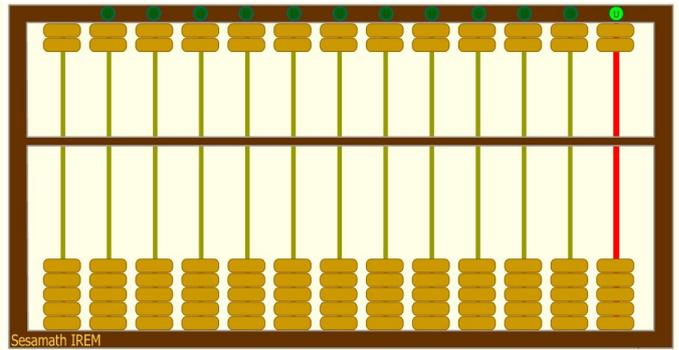
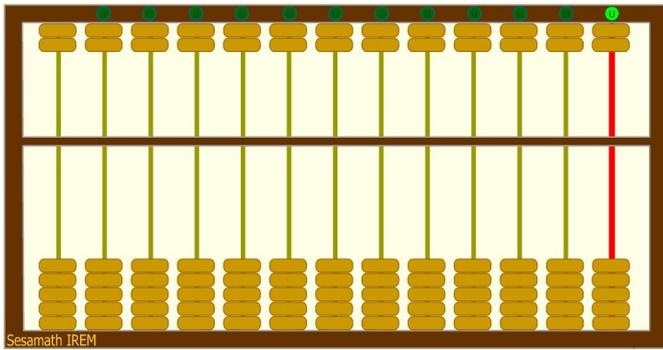
+

+



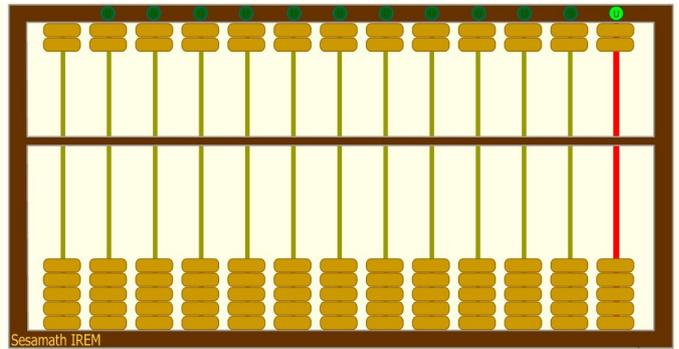
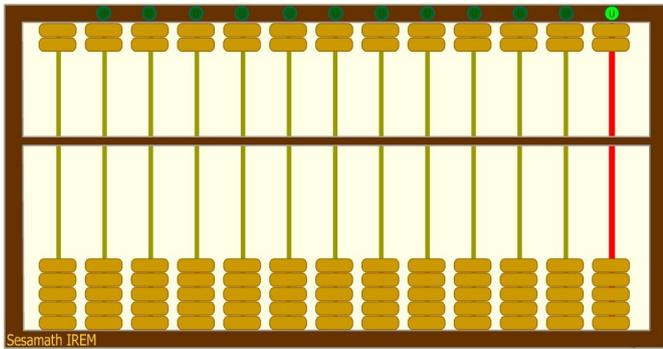
+

+



+

+



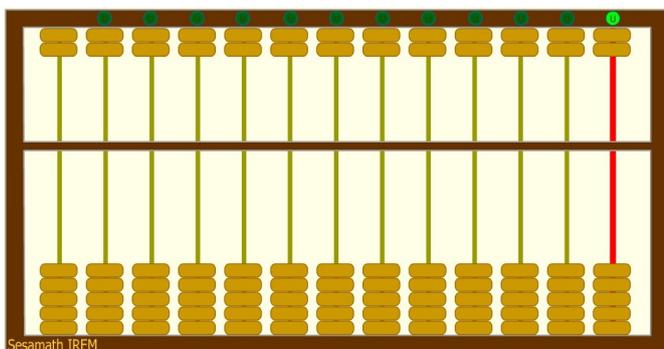
+

+

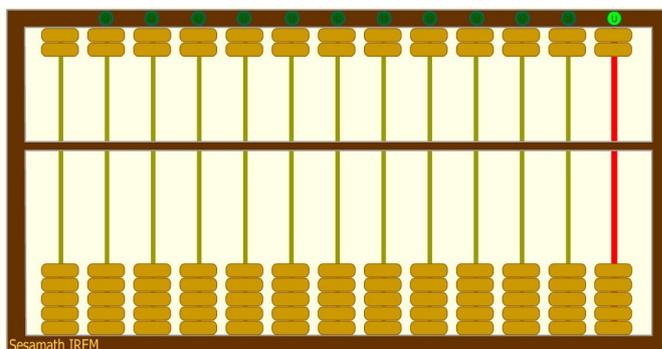
Annexe E

Fiche d'exercices sur la soustraction

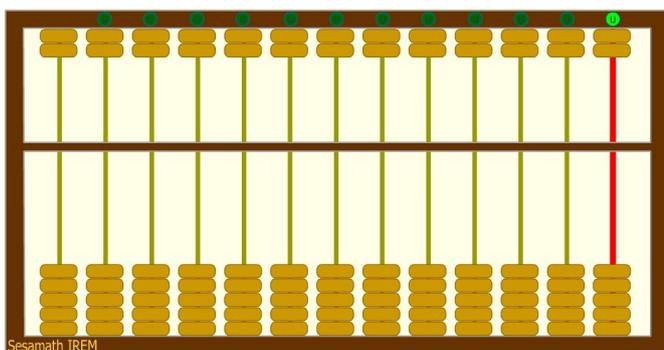
Effectuer, avec le boulier, la soustraction des nombres écrits sous les bouliers et inscrire sur le boulier la différence (le résultat) en dessinant les boules nécessaires.



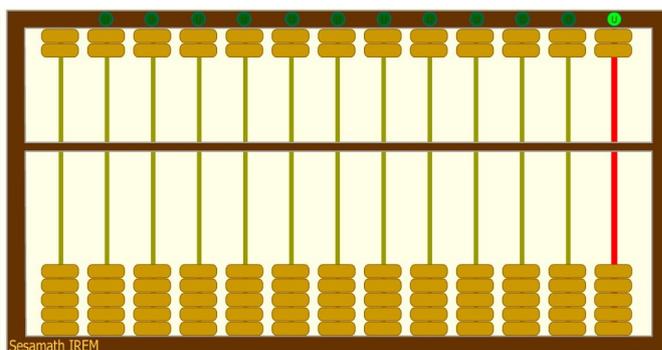
$$64 - 37$$



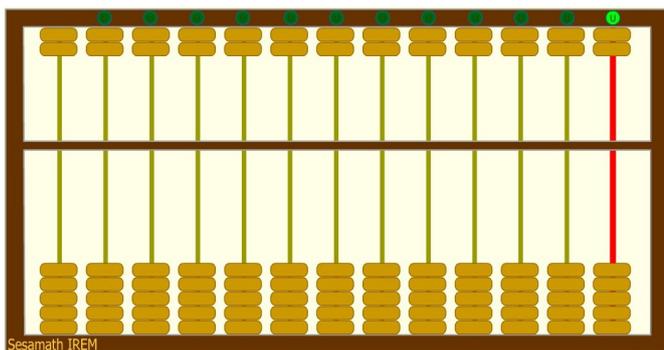
$$123 - 68$$



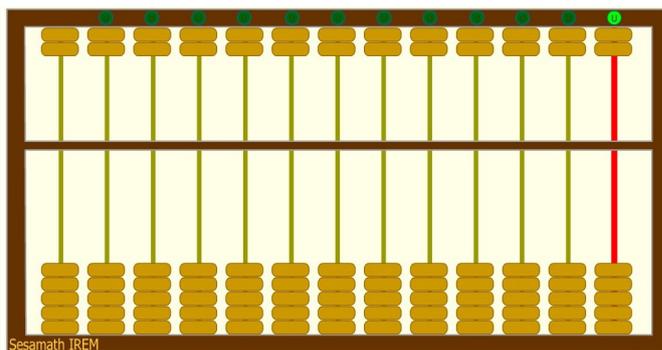
$$4\ 985 - 3\ 555$$



$$326\ 543 - 9\ 987$$



$$514 - 415$$

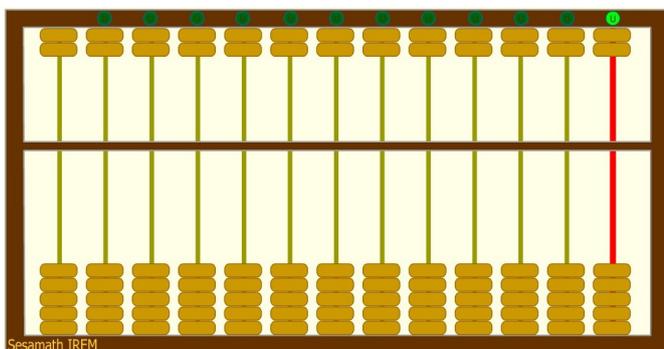


$$100\ 000 - 14\ 999$$

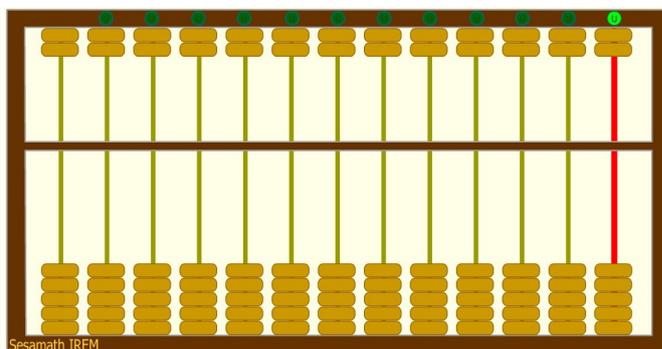
Annexe F

Fiche d'exercices additions et soustractions

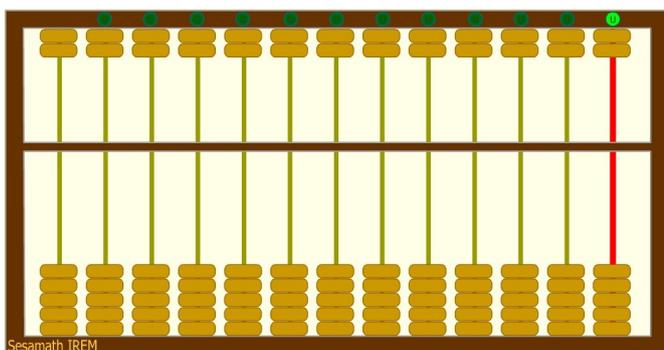
Effectuer, avec le boulier, les opérations suivantes et dessiner les boules donnant le résultat (somme ou différence) final.



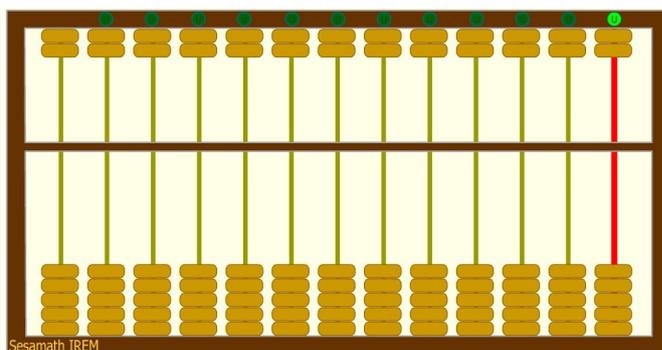
$$264 + 37 + 429$$



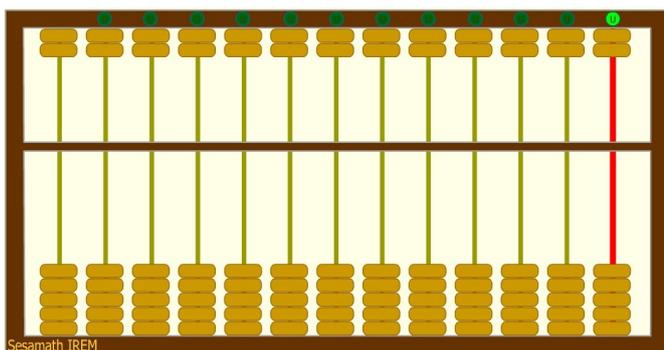
$$1235 - 368 - 43$$



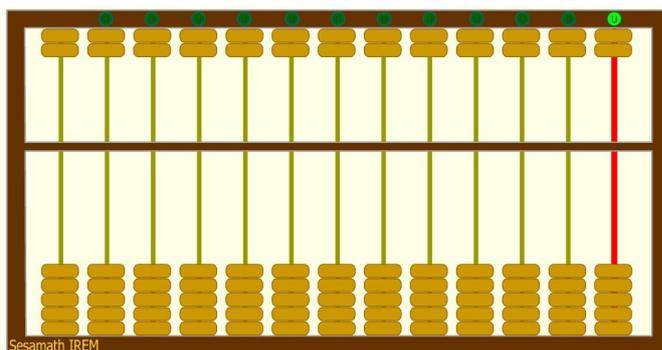
$$5\ 985 - 2\ 567$$



$$326\ 543 + 9\ 987 + 5786$$



$$514 + 415 + 123\ 456 + 789\ 562$$



$$300\ 100 - 148\ 999$$

Bibliographie

- [1] GAZAGNES ARNAUD, *Bouliers découverte du suan pan*
- [2] MARENE - GROUPE DE TRAVAIL COLLABORATIF, *Le boulier chinois à l'école*, 2015.
- [3] MARENE, « *Mallette boulier chinois à l'école* », 2014.
- [4] RIOU-AZOU GWENÄELLE, ESPE de Bretagne, IREM, *Apport du boulier chinois en grande section de maternelle*, n°98 janvier2015.
- [5] POISARD CAROLINE, *Boulier chinois et algorithmes de calcul*, Plot n°27,2009.
- [6] MJID NABIL, *Le Boulier chinois*, Editions mathello, 2013
- [7] REY ALAIN, *LeRobert, Dictionnaire historique de la langue française*, juin 2012
- [8] http://cii.sesamath.net/lille/exos_boulier/boulier.swf,
- [9] <http://ecoleduboulier.com/>,