Ontario

Guide
d'enseignement efficace des mathématiques de la maternelle à la 6^{e} année

Fascicule 5

2006

Éducation en Ontario L'excellence pour tous et toutes

Guide d'enseignement efficace des mathématiques de la maternelle à la 6e année

Fascicule 1 :	*1. Amélioration du rendement* *2. Principes d'enseignement des mathématiques* *3. Planification de l'enseignement des mathématiques* *4. Approches pédagogiques*
Fascicule 2 :	*5. Résolution de problèmes* *6. Communication*
Fascicule 3 :	*7. Gestion de classe*
Fascicule 4 :	*8. Évaluation* *9. Liens avec le foyer*
Fascicule 5 :	*10. Opérations fondamentales*

Ontario

Guide d'enseignement efficace des mathématiques

de la maternelle à la 6e année

Une ressource en cinq fascicules
du ministère de l'Éducation

Fascicule 5

Ce document a été produit en s'efforçant, dans la mesure du possible, d'identifier les ressources et outils mathématiques (p. ex., le matériel de manipulation) par leur nom générique. Dans le cas où un produit spécifique est utilisé par le personnel enseignant des écoles de l'Ontario, ce produit a été identifié par la marque sous laquelle il est commercialisé. L'inclusion des références aux produits spécifiques dans le présent document ne signifie aucunement que le ministère de l'Éducation en recommande l'utilisation.

An equivalent publication is available in English under the title
A Guide to Effective Instruction in Mathematics, Kindergarten to Grade 6.

Table des matières

Introduction

Ce cinquième fascicule composant le guide principal intitulé *Guide d'enseignement efficace des mathématiques, de la maternelle à la 6^{e} année* comprend le chapitre 10. Ce chapitre, Opérations fondamentales, est consacré à l'enseignement et à l'apprentissage des faits numériques de base et des opérations sur les nombres à plusieurs chiffres – habiletés qui sont les assises d'une aisance en mathématiques. La compréhension des opérations fondamentales et l'habileté à effectuer des opérations avec précision ont une répercussion sur la performance des élèves dans tous les domaines. Ce chapitre présente donc les approches et les stratégies les plus efficaces pour aider les élèves à comprendre et à consolider leur apprentissage des opérations fondamentales. En outre, des jeux et des activités accompagnés de feuilles reproductibles fournissent à l'enseignant ou à l'enseignante des idées pratiques pour présenter les stratégies.

Consultez le fascicule 1 pour un sommaire de l'organisation et des contenus des cinq fascicules composant le guide principal.

Un glossaire des termes pédagogiques employés tout au long du guide principal est inséré à la fin du fascicule 1. Les références se trouvent à la fin de ce fascicule. Une copie électronique de tout le matériel inséré dans ce guide est disponible sur le site atelier.on.ca. Sur ce site, les annexes, à la fin de chaque chapitre, sont en format Word afin de pouvoir les modifier au besoin.

Visitez le site atelier.on.ca pour consulter ou utiliser les versions électroniques des annexes.

REPÉRER L'INFORMATION PERTINENTE AUX DIFFÉRENTS CYCLES

Ce guide présente des exemples appropriés aux différents cycles qui permettent de clarifier les principes énoncés. L'information pertinente aux différents cycles est présentée à l'aide d'icônes inscrites dans les marges : M/J pour la maternelle et le jardin d'enfants, 1^{re} à 3^{e} pour le cycle primaire et 4^{e} à 6^{e} pour le cycle moyen. Les activités ou le matériel qui s'adressent à plus d'un cycle sont identifiés par une combinaison des icônes appropriées.

Repérez les icônes suivantes dans les marges du guide :

M/J **1^{re} à 3^{e}** **4^{e} à 6^{e}**

10. Opérations fondamentales

Table des matières

Opérations fondamentales

Introduction

Le présent chapitre porte sur le développement de l'aptitude des élèves à effectuer des opérations avec des nombres à un ou à plusieurs chiffres. Les opérations sur les faits numériques de base comprennent l'addition, la soustraction, la multiplication et la division des nombres de 0 à 9. Les opérations sur les nombres à plusieurs chiffres portent sur tous les nombres à deux chiffres ou plus dans les additions, les soustractions, les multiplications et les divisions. Par le passé, l'enseignement mettait l'accent sur la mémorisation des faits numériques de base, parfois au détriment de la compréhension conceptuelle des structures des nombres. Selon les études récentes, la compréhension conceptuelle des nombres est essentielle à la réussite future en mathématiques (National Council of Teachers of Mathematics, 2000). Les études démontrent également que l'enseignement axé sur cette compréhension améliore le raisonnement mathématique ainsi que la rapidité et l'exactitude avec lesquelles sont appliquées les procédures mathématiques (National Research Council, 2001). La compréhension des structures des nombres qui sous-tend la compréhension des faits numériques de base portant sur les nombres à un seul chiffre est un préalable pour aborder les opérations sur les nombres à plusieurs chiffres. Cependant, beaucoup d'élèves n'apprennent pas les concepts mathématiques inhérents aux opérations sur les nombres à plusieurs chiffres; ils se concentrent presque entièrement sur les procédures. Le recours excessif à des procédures apprises par cœur les empêche de faire appel à leur raisonnement mathématique. Ces élèves peuvent persister à utiliser la procédure avec emprunt pour résoudre par exemple 2 000 – 50 et arriver à une réponse comme 1 050 sans se rendre compte qu'une étape a été omise et que la réponse est peu vraisemblable. Les élèves qui ont acquis des stratégies en apprenant à travailler avec des nombres à un seul chiffre sont plus susceptibles de se servir de leur raisonnement dans les calculs de nombres à plusieurs chiffres et de reconnaître l'invraisemblance d'une réponse qui donne presque 1 000 de moins.

Apprendre les concepts relatifs aux faits numériques de base signifie développer une compréhension des relations entre les nombres (p. ex., 7 est 3 de moins que 10, et 2 de plus que 5) et saisir l'utilité de ces relations en tant que stratégies pour faire des calculs de manière cohérente et logique. Les élèves qui apprennent les faits numériques de base en se servant de stratégies diverses (regrouper par dizaines, utiliser les doubles) sont capables d'appliquer ces stratégies et de mettre à profit leur compréhension des nombres pour effectuer des calculs de nombres à plusieurs chiffres. Au cours des premières années d'études, les élèves commencent à développer leur compréhension des faits numériques de base en représentant les nombres de manière concrète (p. ex., en représentant 4 à l'aide de blocs). Ils utilisent leur compréhension des concepts « plus que », « moins que » et « est égal à » pour se rendre compte que 6 blocs, c'est plus que 4 blocs. À l'étape suivante, les élèves regroupent physiquement des quantités (p. ex., 3 blocs ajoutés à 4 blocs) et se servent de leur habileté de dénombrement pour compter tous les blocs et arriver à la solution. Souvent à cette étape, ils comptent à partir du premier nombre au lieu de compter à partir du premier ensemble de blocs, autrement dit, ils comptent séparément les 3 blocs, puis les 4 blocs et doivent ensuite recompter les 3 blocs et les 4 blocs ensemble pour arriver à la réponse. À mesure que leur sens du nombre se développe, les élèves se rendent compte qu'il est plus rapide et plus facile de compter à partir du plus grand nombre.

Méthode efficiente : méthode qui requiert peu d'opérations arithmétiques et peu de temps.

Méthode efficace : méthode généralisable qui s'applique à toutes les questions relevant de la même opération.

À cette même étape de leur développement, il est utile pour les élèves de commencer à penser en se servant de 5 et de 10 comme points d'ancrage. Le fait de reconnaître la relation entre tous les autres nombres à un chiffre et le nombre 5, d'abord, et ensuite le nombre 10, les aide à structurer leur compréhension des nombres autour de ces points d'ancrage importants. Les élèves qui se servent de 10 comme point d'ancrage disposent d'une stratégie précieuse pour le calcul des faits de base. Par exemple, il leur est possible de déduire par raisonnement que $7 + 6$ équivaut à $7 + 3$ (pris de 6) $= 10$ auquel on ajoute le 3 restant pour obtenir 13. Cette stratégie peut ensuite être appliquée aux calculs de nombres à plusieurs chiffres, comme $27 + 6$ équivaut à $27 + 3 = 30 + 3\,(= 33)$, et encore plus tard, à des calculs plus complexes comme $27 + 36$ équivaut à $20 + 30\ (= 50)\ + 7 + 3\ (= 60)\ + 3 = 63$. L'élève qui calcule ainsi fait des regroupements par dizaines, ce qui est une manière efficiente et efficace d'effectuer des opérations avec des nombres à plusieurs chiffres par écrit et, surtout, mentalement.

En plus d'enseigner les opérations arithmétiques à partir de stratégies et du raisonnement s'y rattachant, il est important de présenter ces opérations dans des contextes de résolution de problèmes. Lors de la résolution de problèmes, on encourage les élèves à utiliser les connaissances déjà acquises et à établir des liens avec le nouvel apprentissage. Ces liens peuvent être rompus si on ne présente pas aux élèves un éventail diversifié de problèmes. Les élèves qui n'apprennent pas à calculer dans des contextes de résolution de problèmes pourraient avoir beaucoup de difficulté à faire ces liens plus tard. Leur compréhension de la notion abstraite du nombre et de son application risque d'être floue, et il est possible que certains n'arrivent pas à utiliser efficacement des stratégies de calcul pour résoudre des problèmes.

Le recours à des contextes de résolution de problèmes est tout aussi important pour les opérations sur les nombres à plusieurs chiffres. Lorsqu'on donne des problèmes aux élèves, lorsqu'on les encourage à trouver un algorithme et à l'utiliser de manière souple, on leur donne l'occasion d'approfondir leur compréhension des opérations. Par souci d'efficacité et croyant bien faire, on enseigne souvent aux élèves l'algorithme à utiliser pour effectuer les opérations sur les nombres à plusieurs chiffres. Cette méthode leur étant présentée comme la « bonne façon » de résoudre le problème, les élèves font des efforts ardus pour comprendre et mémoriser cette procédure. Cette méthode entraîne souvent une utilisation peu efficace de l'algorithme, un manque d'exactitude et une compréhension limitée. Si, au contraire, on encourage les élèves à dégager le sens du problème et à élaborer leurs propres stratégies pour le résoudre, ils démontreront plus d'aisance et plus de précision dans leur travail sur les opérations.

Les jeux, les activités d'apprentissage et l'exploration procurent aux élèves des occasions d'utiliser du matériel de manipulation et d'interagir avec leurs camarades en pratiquant les stratégies liées aux faits numériques de base et les opérations sur les nombres à plusieurs chiffres. En permettant aux élèves de représenter des stratégies de calcul au moyen du matériel de manipulation, d'en discuter et de voir ces stratégies se concrétiser au cours d'un jeu ou d'une exploration, on les aide à établir des liens avec les connaissances et les compétences qu'ils ont déjà acquises. Les activités d'exploration favorisent la communication mathématique et amènent les élèves à reconnaître qu'un même problème peut être résolu de plusieurs façons. Le personnel enseignant trouvera dans le présent chapitre des activités et des jeux divers qui encourageront les élèves à appliquer les stratégies liées aux faits numériques de base et les aideront à acquérir une plus grande maîtrise des opérations sur les nombres à plusieurs chiffres.

Opérations fondamentales : addition et soustraction, multiplication et division

La facilité avec laquelle les élèves utilisent les opérations fondamentales a souvent un effet considérable sur leur confiance en eux en tant que mathématiciens et mathématiciennes. Cette confiance peut être amoindrie si l'enseignant ou l'enseignante accorde trop d'importance à la mémorisation et à la rapidité d'exécution des calculs et qu'il ou elle ne consacre pas assez de temps à aider les élèves à comprendre *les relations* et *les régularités* dans les faits numériques de base.

> *« Pendant des années, l'apprentissage des opérations arithmétiques consistait à suivre les instructions de l'enseignant ou de l'enseignante et à s'exercer jusqu'à ce qu'on arrive à une exécution rapide des calculs... Plus qu'un simple moyen d'arriver à une réponse, le calcul est de plus en plus perçu comme une fenêtre ouverte sur la structure profonde du système de numération. Heureusement, les études démontrent que la performance et la compréhension conceptuelle découlent toutes deux d'activités de mêmes types. Aucun compromis n'est nécessaire. »*
>
> (National Research Council, 2001, traduction libre)

Les études démontrent qu'enseigner le calcul selon une approche axée sur la compréhension conceptuelle conduit à une amélioration du rendement, à une bonne rétention et à une réduction du temps nécessaire aux élèves pour maîtriser les opérations arithmétiques. De plus, les élèves font moins d'erreurs de calcul lorsque l'enseignant ou l'enseignante utilise une approche axée sur la compréhension des concepts.

Tout jeunes, les enfants s'exercent à compter; ils peuvent se représenter et résoudre des problèmes écrits, et élaborer des stratégies pour manipuler avec plus d'aisance les faits numériques de base. Placés en situation de résolution de problèmes, les élèves acquièrent une meilleure compréhension de la relation entre les problèmes écrits et les faits numériques de base (Reys et coll., 2001; Baroody et Coslick, 1998; Carpenter et coll., 1989; National Research Council, 2001).

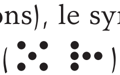
PRINCIPES D'ENSEIGNEMENT DES FAITS NUMÉRIQUES DE BASE

- La plupart des élèves peuvent apprendre les faits numériques de base avec précision, mais leur rapidité d'exécution peut varier considérablement.
- Les élèves devraient apprendre les faits numériques de base dans un contexte de résolution de problèmes.
- Les élèves devraient avoir de nombreuses occasions de modéliser les faits numériques de base à l'aide de représentations concrètes et visuelles.

- Il faut encourager les élèves à chercher les régularités et les relations entre les opérations arithmétiques et les nombres dans les faits numériques de base.
- Les élèves ont besoin de stratégies qui les aident à raisonner et à déduire des faits, plutôt que de stratégies axées sur la mémorisation des faits numériques de base.
- Les élèves qui apprennent les faits numériques de base sans les comprendre ne savent pas quand ni comment utiliser leurs connaissances. Un tel apprentissage est souvent éphémère.
- Si les élèves ont des stratégies limitées pour déduire les faits, il ne faut pas les obliger à mémoriser ces faits. Il faut plutôt les amener à établir des relations entre les nombres pour ensuite déduire des faits. (Cette pratique de mémorisation des faits peut constituer une perte de temps et restreindre la possibilité pour les élèves d'apprendre la gamme complète des stratégies liées aux faits numériques de base qu'il leur faudra utiliser tout au long de leurs études élémentaires.) Les élèves qui ont un répertoire de stratégies seront capables de trouver une réponse exacte, et avec le temps et la pratique, leur vitesse d'exécution augmentera de manière naturelle.

ACQUIS NÉCESSAIRES POUR DÉVELOPPER LE SENS DES OPÉRATIONS ARITHMÉTIQUES

Pour développer un sens des opérations arithmétiques, les élèves doivent avoir déjà eu l'occasion d'explorer certaines des « grandes idées » relatives à la numération et au sens du nombre, en particulier pour ce qui est des concepts de dénombrement et de quantité. Par exemple, les jeunes élèves qui apprennent à additionner et à soustraire doivent savoir compter de 1 à 10 et connaître les faits et les concepts mathématiques suivants.

- Chaque nombre correspond à l'objet compté (correspondance un à un).
- Chaque nombre représente un réseau de connexions entre les quantités (comme des jetons), le symbole (5), le nom du nombre (cinq) et les diverses représentations ().
- On peut effectuer des opérations sur les nombres et chaque opération représente une modification de la grandeur du nombre (3 doigts et 3 doigts créent une nouvelle quantité de 6 doigts).
- La quantité augmente lorsqu'on compte en ordre croissant et diminue lorsqu'on compte à rebours.
- Les nombres 5 et 10 sont des points d'ancrage pour tous les nombres.
- La relation de réunion implique que deux parties ou plus sont réunies en un tout.

Pour les concepts liés à la relation de réunion (concepts d'un tout et ses parties) – voir le *Guide d'enseignement efficace des mathématiques, de la maternelle à la 3e année – Numération et sens du nombre* (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2005a).

Pour aborder la multiplication et la division, les élèves doivent comprendre d'autres concepts mathématiques. Ils doivent notamment savoir que la multiplication peut s'interpréter comme une addition répétée et que la division peut s'interpréter comme une soustraction répétée. Ils doivent aussi être en mesure de créer des groupes ou des ensembles de taille égale et de séparer des quantités en groupes ou en ensembles égaux.

EXPLORATION DE PROBLÈMES ÉCRITS POUR COMPRENDRE LES OPÉRATIONS

Tel qu'indiqué dans l'introduction, il est important que la présentation et l'apprentissage des opérations fondamentales et des faits numériques de base se fassent dans des contextes de résolution de problèmes. À cet égard, le recours à des problèmes écrits, c'est-à-dire des problèmes présentés sous forme d'énoncés, constitue l'une des stratégies les plus efficaces pour comprendre les opérations et ainsi aider les élèves à cheminer dans la compréhension de problèmes.

Problèmes écrits relatifs à l'addition et à la soustraction

Les élèves acquièrent une bonne compréhension de l'addition et de la soustraction ainsi que des relations entre les nombres en résolvant des problèmes écrits. Devant un problème comme celui-ci : Pascale a quelques billes; quelqu'un lui en donne 3 de plus et elle en a maintenant 8. Combien Pascale en avait-elle au départ? Notons que si l'adulte ne voit pas de difficulté à résoudre ce genre de problème, il en est tout autrement pour le jeune enfant. En recourant à la modélisation pour représenter le problème, puis en lui rattachant une opération, l'enseignant ou l'enseignante aide les élèves à faire des rapprochements entre la compréhension conceptuelle et la maîtrise des procédures dans le cadre de problèmes ayant différents degrés de complexité.

Les types de problèmes présentés ci-après à l'aide d'exemples peuvent aider les élèves à percevoir les faits numériques de base relatifs à l'addition et à la soustraction de diverses façons : par l'ajout, le retrait, la réunion et la comparaison. Le recours aux problèmes pour présenter les faits numériques de base oblige les élèves à raisonner pour trouver des solutions et permet ainsi de développer un meilleur sens des opérations.

Problèmes d'ajout

Dans les problèmes axés sur l'ajout, le résultat est le plus grand.

- *Ajout : Résultat inconnu*
  Jamil a 6 bonbons. Il en achète 5 de plus. Combien de bonbons Jamil a-t-il à présent?
- *Ajout : Valeur initiale inconnue*
  Jamil a quelques bonbons. Il en achète 5 de plus. Il en a 11 à présent. Combien de bonbons Jamil avait-il au début?
- *Ajout : Valeur ajoutée inconnue*
  Jamil a 6 bonbons. Il en achète quelques-uns de plus. Il en a 11 à présent. Combien de bonbons Jamil a-t-il achetés?

Problèmes de retrait

Dans les problèmes de retrait, le premier montant est le plus grand.

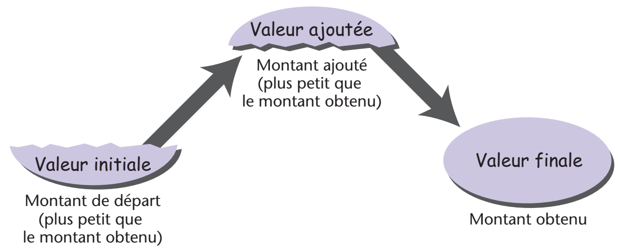
- *Retrait : Résultat inconnu*
  Nadia a 15 $. Elle donne 5 $ à son frère. Combien lui reste-t-il de dollars à présent?
- *Retrait : Valeur retirée inconnue*
  Nadia a 15 $. Elle donne quelques dollars à son frère. Il lui reste 10 $ à présent. Combien de dollars Nadia a-t-elle donnés à son frère?
- *Retrait : Valeur initiale inconnue*
  Nadia avait un certain nombre de dollars. Elle a donné 5 $ à son frère. Il lui reste 10 $ à présent. Combien Nadia avait-elle de dollars au début?

Problèmes de réunion

Les problèmes axés sur la relation partie-partie-tout comprennent deux parties qui sont réunies en un tout.

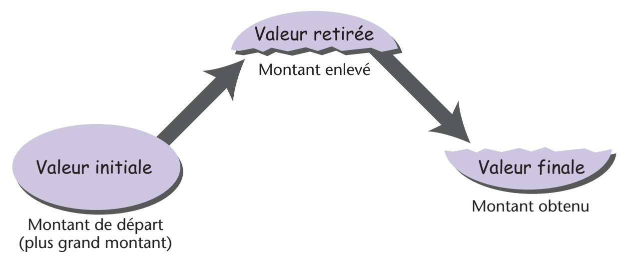
- *Réunion : Partie du tout inconnue*
  Sonia a 8 crayons de couleur. Trois de ces crayons sont rouges. Les crayons qui restent sont bleus. Combien Sonia a-t-elle de crayons bleus?
- *Réunion : Tout inconnu*
  Sonia a 3 crayons rouges et 5 crayons bleus. Combien Sonia a-t-elle de crayons de couleur?

Problème d'ajout

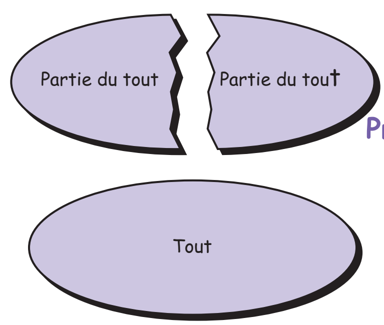


Lundi, Natasha a fait 4 peintures. Mardi, elle en a fait 3 de plus. Combien de peintures Natasha a-t-elle faites en tout?

Problème de retrait



Marie-Claire a fait 24 petits gâteaux pour ses camarades de classe. Il lui en reste 2 après la classe. Combien les élèves ont-ils mangé de gâteaux?

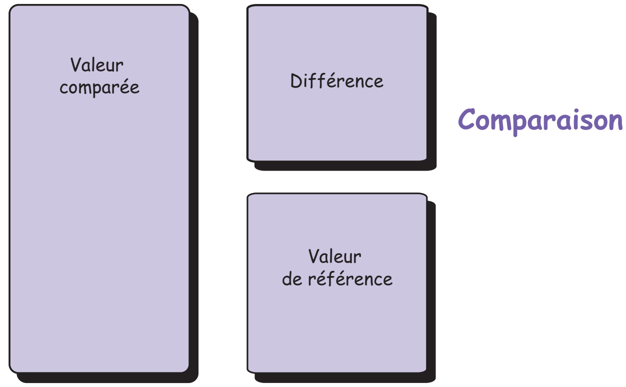


Problème de réunion

Zoé a 14 blocs de formes différentes. Dix blocs sont des carrés. Le reste des blocs sont des triangles. Combien de blocs sont des triangles?

Problèmes de comparaison

Dans les problèmes de comparaison, il s'agit de comparer deux quantités. La troisième quantité représente la différence.



Christophe a ramassé 15 roches. Franka en a ramassé 8. Combien Christophe a-t-il de roches de plus que Franka?

- *Comparaison : Différence inconnue*
  Judith a 6 $ et Jeanne a 3 $. Combien de dollars Judith a-t-elle de plus que Jeanne?
  OU
  Judith a 6 $ et Jeanne a 3 $. Combien de dollars Jeanne a-t-elle de moins que Judith?
- *Comparaison : Valeur comparée inconnue*
  Judith a 3 $ de plus que Jeanne. Jeanne a 3 $. Combien de dollars Judith a-t-elle?
  OU
  Jeanne a 3 $ de moins que Judith. Jeanne a 3 $. Combien de dollars Judith a-t-elle?
- *Comparaison : Valeur de référence inconnue*
  Judith a 6 $ et Jeanne a 3 $ de moins que Judith. Combien de dollars Jeanne a-t-elle?
  OU
  Jeanne a 3 $ de moins que Judith. Judith a 6 $. Combien de dollars Jeanne a-t-elle?

Problèmes écrits relatifs à la multiplication et à la division

Les élèves acquièrent une bonne compréhension de la multiplication et de la division ainsi que des relations entre les nombres en résolvant des problèmes écrits. Les types de problèmes présentés ci-après à l'aide d'exemples peuvent aider les élèves à percevoir les faits numériques de base relatifs à la multiplication et à la division de diverses façons, selon qu'il s'agit de problèmes de groupes égaux, de comparaison ou d'arrangements. Le recours aux problèmes pour présenter les faits numériques de base oblige les élèves à raisonner pour trouver des solutions et permet ainsi de développer un meilleur sens des opérations.

Les exemples de problèmes écrits ci-dessous contiennent des nombres d'un chiffre. Les structures des trois types de problèmes écrits se prêtent aussi aux nombres à plusieurs chiffres.

Problèmes de groupes égaux

- *Groupes égaux : tout inconnu (multiplication)*
  Julie a acheté 5 livres pour ses camarades. Chaque livre lui a coûté 2,00 $.
  Combien Julie a-t-elle dépensé pour tous ces livres?

- *Groupes égaux : taille des groupes inconnue (partage)*
  Julie a 10 livres. Elle veut les donner à 5 de ses camarades. Combien de livres recevra chaque camarade?
- *Groupes égaux : nombre de groupes inconnu (répartition égale)*
  Julie a acheté 10 livres pour ses camarades et prépare des sacs-cadeaux. Elle met 2 livres dans chaque sac. Combien de sacs-cadeaux Julie a-t-elle utilisés?

Problèmes de comparaison en multiplication

- *Comparaison : produit inconnu*
  Mustapha a 2,00 $. Michel a quatre fois plus de dollars que Mustapha. Combien d'argent Michel a-t-il?
- *Comparaison : taille d'un ensemble inconnue*
  Michel a 8,00 $. Il a quatre fois plus d'argent que Mustapha. Combien d'argent Mustapha a-t-il?
- *Comparaison : multiplicateur inconnu*
  Michel a 8,00 $ et Mustapha a 2,00 $. Michel a combien de fois plus d'argent que Mustapha?

Problèmes d'arrangements

- *Combinaison : produit inconnu*
  Mustapha a 3 pantalons et 5 chemises. Combien de tenues différentes Mustapha a-t-il?
- *Combinaison : taille d'un ensemble inconnue*
  Mustapha a des chemises et des pantalons neufs. Il a 15 tenues différentes en tout. S'il a trois pantalons, combien de chemises Mustapha a-t-il?

DÉVELOPPEMENT DU SENS DES OPÉRATIONS ARITHMÉTIQUES

Il existe de nombreuses stratégies pouvant aider les élèves à développer leur sens des opérations arithmétiques. Ils n'utilisent pas tous l'éventail complet des stratégies; certains en utilisent une, par exemple, la stratégie des doubles. Les élèves abandonnent les stratégies dont ils n'ont plus besoin à mesure qu'ils en découvrent et en créent d'autres encore plus efficaces.

Les élèves les plus habiles en calcul adoptent habituellement des stratégies personnelles efficaces. Les élèves qui ne réussissent pas aussi bien sont en général ceux qui persistent à utiliser des stratégies peu efficaces, comme le dénombrement; ces élèves ont du mal à se rendre compte qu'il en existe de plus efficaces. Des études indiquent que les élèves améliorent leur sens des opérations arithmétiques quand les enseignants et les enseignantes leur présentent une vaste gamme de stratégies de calcul au moyen de l'enseignement guidé et d'activités d'apprentissage partagées avec d'autres élèves.

Aux cycles préparatoire et primaire, les élèves utilisent d'abord des objets ou leurs doigts pour se représenter les problèmes puis, tirant avantage de ces expériences, commencent à utiliser des stratégies de dénombrement plus avancées. Plus tard, ils font appel à des stratégies d'un niveau de pensée plus élevé, comme le regroupement par dizaines ou le recours aux doubles, pour résoudre des additions et des soustractions. À mesure que les élèves apprennent d'autres faits numériques de base, ils sont capables de mieux utiliser leurs acquis pour déterminer de nouveaux faits. Par exemple, savoir que 6 + 6 = 12 peut leur servir à déduire par raisonnement que 6 + 7 devrait donner 13 puisque 7 est 1 de plus que 6. Il peut y avoir problème si les élèves ne se fient qu'à leur mémoire sans avoir de stratégies pour contre-vérifier l'exactitude de leur réponse. L'élève qui répond 15 au fait numérique 7 + 6 peut avoir l'intuition que sa réponse est mauvaise si son apprentissage des faits numériques de base est fondé sur une stratégie comme le regroupement par dizaines. Il lui sera facile de contre-vérifier en pensant : « Je sais que 7 + 3 = 10, ce qui veut dire qu'il reste 3 dans le 6; la réponse est donc 13 et non 15 ». Ou encore, sa connaissance des doubles le mènera au raisonnement suivant : « Je sais que 6 + 6 = 12, et 7 est 1 de plus que 6, alors la réponse est 1 de plus que 12, c'est-à-dire 13 ». Les élèves qui ont seulement mémorisé les faits numériques de base n'ont aucune stratégie de rechange et sont donc plus susceptibles de faire de simples erreurs de calcul.

Les stratégies dont se servent de nombreux élèves à mesure que se développe leur aisance en calcul sont énumérées ci-dessous. Tous n'ont pas recours à ce large éventail de stratégies, mais cette liste peut servir de guide à l'enseignant ou à l'enseignante qui tente de déterminer quelles stratégies ses élèves utilisent.

Modélisation et dénombrement

Au début, les élèves ont habituellement besoin de modéliser les faits en utilisant leurs doigts ou des objets. Ils utilisent la stratégie de dénombrement nouvellement acquise pour trouver la réponse à un problème tel que « Jeanne a 3 pommes et on lui en donne 2 de plus. Combien en a-t-elle maintenant? » Les élèves devront peut-être compter 3 jetons, puis 2 autres jetons, puis recompter tous les jetons ensemble à partir du premier jeton pour arriver au total de 5.

Dans le cas de la multiplication ou de la division, les élèves modélisent ces opérations avec des objets, des traits de dénombrement ou des dessins pour représenter des objets organisés par groupes pour ensuite dénombrer ces objets afin de trouver une réponse. Ils utilisent ces modèles afin de trouver une solution à des problèmes tels que « Trois bols contiennent des pommes. Chaque bol contient 5 pommes. Combien y a-t-il de pommes en tout? » Les élèves pourront dessiner les bols de pommes et dénombrer les pommes dessinées afin de déterminer le nombre total de pommes.

Stratégies de dénombrement

Au fil de leurs expériences d'apprentissage des additions et des soustractions, les élèves font la transition des stratégies de modélisation à des stratégies de dénombrement. Ils continuent à utiliser des jetons ou leurs doigts, ou à faire des traits de dénombrement sur papier, mais s'en servent maintenant pour suivre le cours du dénombrement plutôt que pour représenter le problème. Les droites numériques, les grilles de nombres ou d'autres moyens peuvent également les aider à suivre le cours du dénombrement.

Les élèves franchissent une étape importante en résolution de problèmes lorsqu'ils constatent qu'il n'est pas nécessaire de compter tous les objets pour trouver la réponse à la question 3 + 2, mais qu'il leur suffit de compter à partir du plus grand nombre (3) et d'ajouter le deuxième nombre (2).

Dans le cas de la multiplication et de la division, savoir compter par intervalles devient une stratégie de dénombrement. Cette stratégie fonctionne davantage lorsque les nombres 2 ou 5 font partie intégrante du problème, car les élèves apprennent tôt à compter par ces intervalles.

Regroupement par dizaines

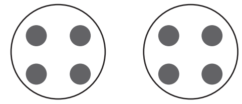
Une stratégie d'addition efficace utilisée par un certain nombre d'élèves (quoique plusieurs ne le font que si on leur donne des instructions explicites) consiste à faire des regroupements par dizaines. En formant des dizaines, les élèves renforcent leur compréhension du regroupement des nombres qui font 10 et des calculs relativement faciles qui consistent à ajouter 10 à un nombre à un seul chiffre. Pour regrouper par dizaines, les élèves pensent à chaque fait numérique dans une addition qui permet un regroupement de 10. Ainsi, 9 + 7 peut être résolu comme suit : 9 + 1 = 10 et 6 de plus font 16. Il importe d'utiliser le cadre à dix cases pour présenter les faits numériques de base lorsqu'on veut enseigner aux élèves la stratégie de regroupement par dizaines.

Faits numériques de base relatifs aux opérations fondamentales

REPRÉSENTATION DES FAITS NUMÉRIQUES DE BASE RELATIFS À L'ADDITION ET À LA SOUSTRACTION

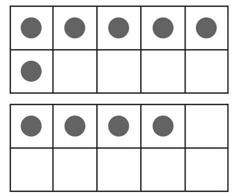
Utiliser des modèles pour représenter les faits numériques de base peut aider les élèves à comprendre le sens des opérations fondamentales et à en amoindrir le caractère abstrait. De nombreux modèles peuvent être élaborés à l'aide du matériel ci-dessous pour amener les élèves à comprendre l'addition et la soustraction :

- des objets, comme les jetons ou les carreaux;
- du matériel visuel, comme des illustrations;
- le cadre à cinq cases;
- le cadre à dix cases;
- les tapis de réunion;
- les carreaux de deux couleurs;
- la droite numérique;
- les grilles de nombres.

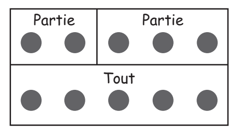


Assiettes à pois
4+4=8

Cadre à cinq cases
2 sur un cadre à cinq cases



Cadre à dix cases
6+4 sur des cadres à dix cases



Tapis de réunion
2+3=5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Grille de nombres de 1 à 100

Les modèles aident les élèves à établir des relations et ainsi à mieux comprendre ce que les symboles représentent dans les opérations. Ainsi, dans les exemples de problèmes écrits présentés ci-dessus, les élèves peuvent utiliser un algorithme d'addition ou de soustraction, selon leur façon de se représenter le problème. L'enseignant ou l'enseignante peut aider les élèves à relier leur compréhension du problème d'abord avec du matériel de manipulation, puis avec des symboles comme les signes =, + et –.

Les modèles aident les élèves à établir des liens entre les dessins ou images, les symboles et les mots. On trouvera ci-dessous différents modèles pouvant représenter pour des élèves le fait de base 6 + 3. Chacune des quatre représentations est appropriée. Notons seulement que les élèves éprouveront moins souvent le besoin de recourir aux représentations visuelles à mesure qu'ils développent certains automatismes pour résoudre les faits numériques de base.

Images : ♥♥♥ ♥♥♥
♥♥♥

Droite numérique :

Mots : Six biscuits et trois biscuits font neuf biscuits en tout.

Symboles : 6 + 3 = 9

STRATÉGIES POUR APPRENDRE LES FAITS NUMÉRIQUES DE BASE RELATIFS À L'ADDITION ET À LA SOUSTRACTION

L'enseignant ou l'enseignante peut aider les élèves à élaborer des stratégies efficaces pour dégager les faits numériques de base en faisant appel à leur raisonnement et en les encourageant à chercher des régularités et des relations entre les nombres. Les stratégies relatives aux faits numériques de base décrites ci-dessous s'appuient sur des connaissances que les élèves ont déjà acquises pour déterminer des faits inconnus. Par exemple, savoir ce que font 2 + 2 aide les élèves à trouver ce que font 2 + 3 (puisque 3 est 1 de plus que 2, la réponse doit aussi être 1 de plus), ce qui dénote une importante habileté de raisonnement. Les stratégies devraient être enseignées dans un contexte de résolution de problèmes. À cet égard, il faut :

- choisir des problèmes se prêtant à l'utilisation des stratégies enseignées;
- donner aux élèves des occasions de modéliser eux-mêmes la stratégie à l'étude;
- faire en sorte que les élèves s'exercent à appliquer la stratégie dans un contexte signifiant.

Les élèves ont besoin de nombreuses expériences pour se familiariser avec le regroupement par dizaines et pour établir des relations entre le nombre 10 et les autres nombres avant de pouvoir élaborer des stratégies relatives aux faits numériques de base. Reconnaître le nombre 10 comme point d'ancrage et définir les relations entre ce repère et les nombres de 0 à 10 est un concept de base pour tous les élèves. Une solide compréhension de la façon dont les nombres sont reliés à 10 (p. ex., 8 est 2 de moins que 10 et 13 est 3 de plus que 10) leur permettra de découvrir les régularités et les relations entre les nombres lorsqu'on leur présentera les stratégies axées sur les faits numériques de base. Connaître les façons dont les nombres sont reliés les uns aux autres facilitera l'apprentissage des stratégies fondées sur la décomposition des nombres. Un cadre à dix cases est un outil important qui permet aux élèves de représenter concrètement des nombres de 0 à 10 et leur donne la possibilité d'établir la relation entre 10 et les autres nombres. En remplissant certaines cases du cadre, il est possible de voir les cases vides et de reconnaître globalement le nombre représenté. Les élèves peuvent travailler avec un ou deux cadres à dix cases et des jetons pour illustrer des nombres de 0 à 20 (deux cadres à dix cases remplis). En utilisant des jetons de différentes couleurs, les élèves peuvent définir des relations de réunion et voir comment elles se rapportent au nombre 10. Par exemple, s'il y a 8 jetons bleus sur un cadre à dix cases et 6 jetons rouges sur un autre cadre à dix cases, les élèves peuvent saisir que 8 jetons bleus plus 2 jetons rouges donnent 10, plus 4 autres jetons rouges donnent 14. Cette façon de faire permet aux élèves de voir concrètement la décomposition du nombre 6 en 2 + 4 et d'effectuer des additions plus facilement (8 + 2 = 10, 10 + 4 = 14).

Les stratégies présentées plus loin visent à aider les élèves à apprendre les faits numériques de base. Les élèves peuvent s'appuyer sur leurs connaissances antérieures (regroupement par dizaines, utilisation des doubles, 10 comme point d'ancrage) lorsqu'on leur présente ces stratégies et qu'on leur donne des occasions de les appliquer. Les activités et les jeux offrent aux élèves des possibilités d'apprentissage interactif tout en leur procurant un cadre pour s'exercer à appliquer une stratégie particulière. En participant à un jeu, ils utilisent des stratégies et les intègrent à leur répertoire.

Les stratégies ci-après ne sont pas présentées selon un ordre particulier. Il arrive que des élèves trouvent certaines stratégies plus utiles que d'autres ou ignorent certaines stratégies au profit de leurs stratégies personnelles. D'autres trouvent plus facile de mémoriser les faits plutôt que de s'appuyer sur une stratégie. Quel que soit le cas, l'objectif premier de l'enseignant ou de l'enseignante est d'amener tous les élèves à bien comprendre l'addition et la soustraction.

Des suggestions d'activités et de jeux pour aider les élèves à se familiariser avec les diverses stratégies accompagnent la présentation de chaque stratégie.

***Note :** Les directives relatives aux jeux et aux activités sont fournies à l'annexe 10-1 (p. 71 à 81) et les feuilles reproductibles nécessaires, signalées par les lettres FR, à l'annexe 10-2. La feuille reproductible FR3 est utilisée pour la majorité des activités.*

« 1 de plus » et « 2 de plus »

Dans les faits numériques de base 5 + 1 = 6, 5 + 2 = 7, 7 + 1 = 8 et 7 + 2 = 9, l'un des termes de chaque addition est 1 ou 2. La stratégie repose sur l'hypothèse que les élèves se rappellent facilement le nombre qui suit et celui qui vient après.

« 1 de plus, 2 de plus »

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	**1**	**2**	3	4	5	6	7	8	9
1	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
2	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
3	3	**4**	**5**	6	7	8	9	10	11	12
4	4	**5**	**6**	7	8	9	10	11	12	13
5	5	**6**	**7**	8	9	10	11	12	13	14
6	6	**7**	**8**	9	10	11	12	13	14	15
7	7	**8**	**9**	10	11	12	13	14	15	16
8	8	**9**	**10**	11	12	13	14	15	16	17
9	9	**10**	**11**	12	13	14	15	16	17	18

Activités suggérées pour appuyer la stratégie

Regrouper les élèves par deux pour jouer à *Dominos en escalier* (FR1), *Rouli-Roulo* (FR2, FR3) et *Un petit tour en ascenseur* (FR4) afin de les familiariser avec ces stratégies.

Faits numériques avec 0 (1 + 0 = 1, 1 – 0 = 1)

Dans ces faits numériques de base, 0 est l'un des termes de chaque addition et de chaque soustraction. Les élèves généralisent souvent trop en pensant que la réponse à une addition est nécessairement plus grande et que la réponse à une soustraction est nécessairement plus petite. On peut renforcer la compréhension du concept de neutralité du zéro dans l'addition et dans la soustraction à l'aide de jeux où l'on fait usage de cartes-éclair et de cubes numérotés.

Faits numériques de base avec 0

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
1	**1**	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	**2**	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	**3**	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	**4**	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	**5**	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	**6**	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	**7**	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8	**8**	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9	**9**	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Activités suggérées pour appuyer la stratégie

Regrouper les élèves par deux pour jouer à *Allons aux courses!* (FR5) et *Cache-la-case* (FR6) afin de les familiariser avec ces stratégies.

Utilisation des doubles (6 + 6, 2 + 2, etc.)

Dans ces faits numériques de base, le premier terme et le deuxième terme (ou les deux termes) sont les mêmes. Il est avantageux pour les élèves de reconnaître et d'apprendre les doubles. Il n'y a que dix faits numériques liés aux doubles. On peut faire appel à des trucs simples de mémorisation pour apprendre plusieurs doubles :

Double de 3 : un insecte a 3 pattes d'un côté et 3 pattes de l'autre (6)

Double de 4 : une araignée a 4 pattes d'un côté et 4 pattes de l'autre (8)

Double de 5 : les 5 doigts d'une main et les 5 doigts de l'autre (10)

Double de 6 : une boîte d'une douzaine d'œufs coupée en deux, 6 d'un côté et 6 de l'autre (12)

Double de 7 : au calendrier, il y a 7 jours dans une semaine et 14 jours dans deux semaines

Double de 8 : il y a 8 crayons de couleur dans une rangée d'une boîte de crayons de couleur et 16 crayons dans deux rangées.

Utilisation des doubles

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	**0**	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	**2**	3	4	5	6	7	8	9	10
2	2	3	**4**	5	6	7	8	9	10	11
3	3	4	5	**6**	7	8	9	10	11	12
4	4	5	6	7	**8**	9	10	11	12	13
5	5	6	7	8	9	**10**	11	12	13	14
6	6	7	8	9	10	11	**12**	13	14	15
7	7	8	9	10	11	12	13	**14**	15	16
8	8	9	10	11	12	13	14	15	**16**	17
9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	**18**

Activités suggérées pour appuyer la stratégie

Les élèves peuvent utiliser de nombreux jeux et activités pour se familiariser avec cette stratégie : *Trouve les doubles* (FR7), *La magie des doubles* (FR8), *Doubles sur l'œuf* (FR9) et *Vite vite à l'école!* (FR10).

Les voisins des doubles ou les doubles plus 1 (5 + 4 peut être perçu comme 4 + 4, et 1 de plus)

Dans ces faits numériques de base, un des termes de l'addition est 1 de plus que l'autre terme. Les élèves peuvent apprendre à reconnaître que dans ces additions, la réponse est la même que le double du nombre le moins élevé plus 1 (5 + 4 = 4 + 4 + 1). Les élèves doivent bien maîtriser les doubles avant de pouvoir utiliser cette stratégie de manière efficace.

Activités suggérées pour appuyer la stratégie

Les élèves peuvent jouer à *Claquez la carte* (FR11), *Va chez la voisine* (FR12) et *Visez près des doubles* (FR13)

Regroupement par dizaines (8 + 4 = 8 + 2 + 2 = 12, 9 + 5 = 9 + 1 + 4 = 14)

Dans ces faits numériques de base, l'un des termes est 8 ou 9. Selon le cas, les élèves ajoutent 1 ou 2 provenant de l'autre terme pour obtenir 10, et lui ajoutent ce qui reste de cet autre terme. On devrait donner aux élèves de nombreuses occasions de travailler avec un cadre à dix cases afin que le regroupement devienne un automatisme. Par exemple, dans une question comme 8 + 5, les élèves peuvent obtenir 10 en additionnant 8 plus 2 (pris du 5), et additionner ensuite le 3 qui reste pour faire 13. Une fois que ces faits sont solidement acquis, il devient beaucoup plus facile pour les élèves de travailler avec de plus grands nombres, comme 18 + 5. En sachant que 18 + 2 font 20, il ne leur reste qu'à ajouter le 3 restant pour faire 23. (Cette propriété de l'addition se nomme l'associativité.)

Activités suggérées pour appuyer la stratégie

Les élèves peuvent utiliser des jeux et activités pour se familiariser avec cette stratégie : *À doigts levés* (FR11), *10 et plus* (FR12) et *Dix cases et plus* (FR14)

Commutativité (1 + 2 = 2 + 1)

Les élèves qui reconnaissent la propriété de commutativité de l'addition, peuvent réduire de moitié la quantité de faits numériques qu'il leur faut apprendre. La représentation visuelle de faits comme 3 + 2 et 2 + 3 aide les élèves à saisir cette relation.

Activité suggérée pour appuyer la stratégie

Jouez à *Trios* (FR15 et FR16) avec toute la classe.

La soustraction comme opération inverse de l'addition pour les faits numériques de base ayant une somme allant jusqu'à 10

Les élèves, qui connaissent bien leurs additions et qui comprennent que la soustraction est l'opération inverse de l'addition, peuvent utiliser ces connaissances pour maîtriser les soustractions correspondantes (si 5 + 2 = 7, il s'ensuit que 7 – 5 = 2). Prenons par exemple le problème suivant : « Julien a 6 billes dans son sac. Georges lui en donne d'autres. Julien a maintenant 14 billes. Combien de billes Georges a-t-il données à Julien? ». Placé devant ce problème, l'élève pense : « Quel nombre additionné à 6 donne 14? ». Ainsi, les faits d'addition qui lui sont familiers l'aident à trouver le terme inconnu dans la phrase mathématique.

La soustraction sous l'angle de l'addition

Les élèves ont plus de difficulté à soustraire les grands nombres. Il peut leur être utile de se rendre compte que des faits comme 17 – 13 peuvent être résolus en comptant à partir de 13 jusqu'à 17.

« 1 de moins » et « 2 de moins »

Ces faits de soustraction ont un terme de 1 ou de 2 de moins que l'autre terme. Les élèves peuvent habituellement compter à rebours pour les faits numériques les plus faciles, comme n'importe quel nombre auquel on soustrait 0, 1 ou 2.

Activités suggérées pour appuyer la stratégie

Les élèves peuvent jouer à *Plus ou moins? Qui gagne?* (FR19) ou à *Des tas de petits pois* (FR30) pour se familiariser avec cette stratégie.

Compter par intervalles de 2 ou de 5

Les expériences de dénombrement par intervalles de 2 et de 5 sur une grille de nombres de 1 à 100 peuvent aider les élèves à maîtriser les faits numériques de + 2, + 5 et + 10.

Regroupement par dizaines, version enrichie

Cette stratégie consiste à regrouper les dizaines dans des nombres comportant déjà des dizaines. Par exemple, dans la phrase mathématique 18 + 5, on peut prendre 18 + 2 pour faire 20, puis ajouter le 3 restant au 20 pour faire 23.

Activités suggérées pour appuyer la stratégie

Jouez à *Dix cases et plus* avec les élèves (FR14), mais compliquez un peu les choses en ajoutant des cartes portant des nombres comprenant déjà des dizaines (p. ex., 18, 19, 28, 29, 38, 39) et servez-vous de cinq cadres à dix cases pour jouer.

Additionner et soustraire des dizaines

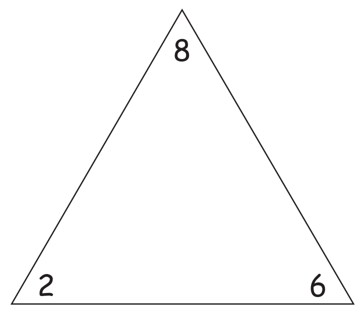
De nombreuses expériences d'addition de dizaines sur une grille de nombres ou sur une droite numérique peuvent aider les élèves à reconnaître les régularités dans des additions de nombres comme 23 et 33. Pour résoudre 23 + 33, les élèves additionnent d'abord les dizaines (20 + 30 = 50) et y ajoutent les unités additionnées pour obtenir 56 (50 + 3 + 3 = 56). Pour résoudre 33 – 22, les élèves comptent à rebours par 10 (2 fois) pour arriver à 13 (33 – 10 – 10 = 13) et ensuite par 1 (2 fois) pour arriver à 11 (13 – 1 – 1 = 11).

APPLICATION ET CONSOLIDATION DES FAITS NUMÉRIQUES DE BASE RELATIFS À L'ADDITION ET À LA SOUSTRACTION

Les élèves doivent avoir amplement l'occasion de s'exercer pour apprendre à utiliser et à sélectionner les stratégies relatives à l'addition et à la soustraction. Pour ce faire, l'enseignant ou l'enseignante peut :

- proposer des problèmes à résoudre pour familiariser les élèves aux faits numériques de base;
- utiliser des modèles, au besoin;
- utiliser les cadres à dix cases, les droites numériques, les grilles de nombres et les calculatrices (pour faciliter l'autocorrection);

- reconnaître que les stratégies utilisées pour se remémorer les faits numériques de base sont rarement les mêmes pour tous les élèves et que par conséquent, peu d'entre eux bénéficient des drills qui supposent un développement semblable chez tous les élèves;
- utiliser des jeux, des chansons et d'autres activités pertinentes et riches sur le plan didactique, ainsi que des procédés mnémotechniques favorisant le développement et la rétention des stratégies;
- s'assurer que toute activité répétitive met bien en vedette une stratégie enseignée et son utilisation et pas seulement la capacité d'apprendre par cœur;
- miser sur les stratégies dans l'apprentissage des faits numériques de base;
- inviter les élèves à dresser leur propre liste de stratégies pour les faits numériques de base qui leur semblent les plus difficiles à maîtriser;
- utiliser des cartes-éclair triangulaires pour aider les élèves à comprendre l'addition et la soustraction comme opérations inverses. (Les activités répétitives de cette nature doivent être de courte durée (de 5 à 10 minutes) et se concentrer sur un seul groupe de faits numériques de base à la fois. Les activités doivent être variées, intéressantes et stimulantes.)



Masquez le 8 d'un doigt et posez la question : « Que font 2+6? ». Ensuite, masquez le 2 d'un doigt et posez la question : « Que font 8 – 6? »

COMPRENDRE LA MULTIPLICATION ET LA DIVISION

Pour apprendre les faits numériques de base relatifs à la multiplication et à la division, il ne suffit pas de les mémoriser. Il est important de comprendre que ces opérations peuvent être abordées de façons différentes :

- La *multiplication* peut être représentée sous forme d'addition répétée, de dispositions rectangulaires ou d'un ensemble de groupes égaux. Voici quelques propriétés et stratégies qui favorisent la compréhension conceptuelle de la multiplication :
  - la propriété de l'élément neutre dans la multiplication de nombres naturels ($a \times 1$ donne toujours a);
  - la propriété du 0 dans la multiplication de nombres naturels ($0 \times a$ donne toujours 0);
  - la propriété de commutativité ($2 \times 3 = 3 \times 2$);
  - la propriété de distributivité [$5 \times 6 = 5 \times (4 + 2) = (5 \times 4) + (5 \times 2)$];
  - la propriété d'associativité [$5 \times 12 = 5 \times (2 \times 6) = (5 \times 2) \times 6$];
  - l'opération inverse de la division.

- La *division* peut être représentée sous forme de soustractions répétées, d'une répartition égale ou de partage. Voici quelques propriétés et stratégies qui favorisent la compréhension conceptuelle de la division :
  - la propriété de l'élément neutre dans la division de nombres entiers ($a \div 1$ donne toujours a);
  - le rapport entre la division et le sens de la fraction (12 bonbons divisés en 3 groupes représentent à la fois $12 \div 3$ et le tout divisé en 3 parties);
  - l'opération inverse de la multiplication.

Au cycle primaire, les élèves ont habituellement beaucoup de difficulté à comprendre la notion de reste dans un problème écrit faisant appel à la division. Prenons, par exemple, la question suivante : « S'il y a 3 élèves et 10 bonbons, combien de bonbons donne-t-on à chaque élève? » Les élèves qui choisissent de représenter le problème à l'aide de matériel concret ou semi-concret n'auront pas de difficulté, mais ceux qui le représentent de façon symbolique ($10 \div 3 = 3$ R 1) pourront se demander si le 1 restant est un bonbon ou un enfant en trop. La notion de reste est abstraite et les élèves peuvent avoir du mal à en saisir le sens; il est important de considérer ce fait lorsque les élèves utilisent une calculatrice pour diviser.

Faits numériques de base relatifs à la multiplication

- Les faits numériques de base de multiplication sont tous les faits de multiplication de 0×0 jusqu'à 9×9.
- Il y a 100 faits de base de multiplication.

Faits numériques de base relatifs à la division

La grille de multiplication peut aussi servir à la division.

- Les faits numériques de la division sont l'inverse des faits numériques de multiplication, depuis $81 \div 9$ jusqu'à $1 \div 1$.
- Il y a 90 faits de base pour la division.
- Il n'y a pas de faits comprenant 0 parce qu'il est impossible de se servir de 0 comme diviseur.

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27
4	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
6	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54
7	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63
8	0	8	16	24	32	40	48	56	64	72
9	0	9	18	27	36	45	54	63	72	81

REPRÉSENTATION DES FAITS NUMÉRIQUES DE BASE RELATIFS À LA MULTIPLICATION ET À LA DIVISION

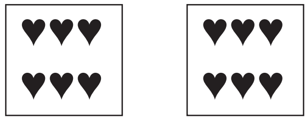
Utiliser des modèles pour représenter les faits numériques de base peut aider les élèves à comprendre le sens des opérations fondamentales et à en amoindrir le caractère abstrait. De nombreux modèles peuvent être élaborés à l'aide du matériel ci-dessous pour amener les élèves à comprendre la multiplication et la division :

- des objets mobiles, comme des jetons, des bâtonnets et des carreaux, ainsi que divers contenants pour les y placer;
- des cubes emboîtables;
- du matériel visuel, comme des illustrations;
- des dispositions rectangulaires (arrangement de rangées et de colonnes);
- du matériel de base dix;
- des pièces de monnaie (1 ¢, 5 ¢, 10 ¢, 25 ¢ et 1 $);
- du papier quadrillé;
- des droites numériques;
- des grilles de nombres.

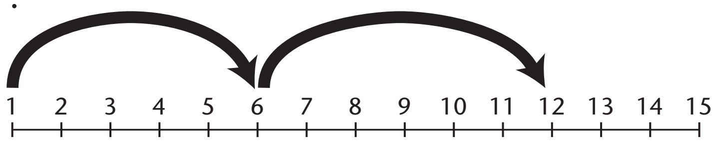
Les modèles de tous genres peuvent aider les élèves à établir des relations et ainsi à mieux comprendre ce que représentent les symboles dans les opérations. Les élèves ont besoin de travailler avec des représentations qui les aident à percevoir les relations entre la multiplication et les additions répétées, et entre la multiplication et la division. (Les élèves qui font l'apprentissage de la division longue peuvent également tirer parti des représentations qui les aident à percevoir les divisions longues comme des soustractions répétées ou des additions répétées.) La compréhension des dispositions rectangulaires comme outil de multiplication ou de division se développe avec le temps et la pratique. Une fois que les élèves peuvent se représenter des faits tels que 5×6 à l'aide de dispositions rectangulaires, ils peuvent se servir de celles-ci pour trouver la réponse à 50×6, et ainsi de suite.

Les représentations de tous genres aident les élèves à faire des rapprochements entre les modèles, les symboles et les mots. On trouvera ci-dessous différentes représentations du fait numérique de base 2×6. Chacune des cinq représentations est appropriée. Rappelons seulement que les élèves éprouvent moins le besoin de recourir aux représentations visuelles à mesure qu'ils développent certains automatismes pour résoudre les faits numériques de base. Au cycle primaire, quelques élèves seulement développeront certains automatismes dans l'application des faits numériques de base relatifs à la multiplication. L'essentiel à ce stade est de mettre l'accent sur la compréhension du concept et sur les stratégies se rattachant à la multiplication.

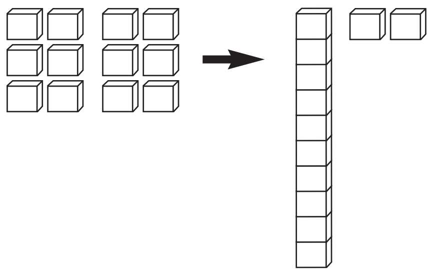
Illustrations :



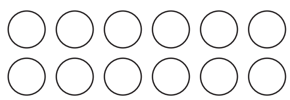
Droite numérique :



Matériel de base dix :

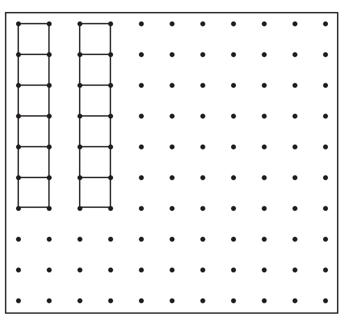


Dispositions rectangulaires :



2 rangées × 6 colonnes

Géoplans :



Problème écrit : Deux boîtes de six biscuits font douze biscuits en tout.

Symboles : $2 \times 6 = 12$

STRATÉGIES POUR APPRENDRE LES FAITS NUMÉRIQUES DE BASE RELATIFS À LA MULTIPLICATION ET À LA DIVISION

L'enseignant ou l'enseignante peut aider les élèves à élaborer des stratégies efficaces pour dégager les faits en faisant appel à leur raisonnement et en les encourageant à chercher des régularités et des relations entre les nombres. Les stratégies décrites ci-dessous permettent aux élèves de s'appuyer sur des connaissances déjà acquises pour déterminer des faits inconnus. Par exemple, savoir que $2 \times 2 = 4$ aide l'élève à trouver que $2 \times 3 = 6$ (puisque dans 2×3, il y a 2 de plus que dans 2×2), ce qui dénote une importante aptitude de raisonnement. Les stratégies devraient être enseignées dans un contexte de résolution de problèmes. À cet égard, il faut :

- choisir des problèmes se prêtant bien à l'utilisation des stratégies enseignées;
- donner aux élèves des occasions de modeler eux-mêmes la stratégie à l'étude;
- faire en sorte que les élèves appliquent la stratégie dans un contexte signifiant.

Avant de pouvoir apprendre les faits numériques de base relatifs à la multiplication et à la division, les élèves ont besoin de nombreuses occasions d'effectuer des opérations dans un contexte de résolution de problèmes, et de modéliser, c'est-à-dire de représenter, à l'aide de modèles, les relations et les actions inhérentes à ces opérations. Ils doivent comprendre comment faire des groupes égaux et les compter, et comment répartir un tout en groupes égaux. Ils doivent aussi savoir compter par intervalles de 2, 3, 4, 5 et 10. Les stratégies portant sur les faits numériques de base relatifs à la multiplication et à la division visent à aider les élèves à s'appuyer sur leurs connaissances et leurs expériences antérieures pour apprendre à utiliser ces nouvelles stratégies (répartition en groupes égaux, compter par intervalles...).

Les stratégies qui suivent ne sont pas présentées selon un ordre particulier. Il arrive que des élèves trouvent certaines stratégies plus utiles que d'autres ou ignorent certaines stratégies au profit de leurs propres stratégies. D'autres trouvent plus facile de mémoriser les faits que de s'appuyer sur une stratégie. Quel que soit le cas, l'objectif premier de l'enseignant ou de l'enseignante est d'amener tous les élèves à bien comprendre la multiplication et la division.

Rappel : Les directives relatives aux jeux et aux activités sont fournies à l'annexe 10-1 et les feuilles reproductibles nécessaires, signalées par les lettres FR, à l'annexe 10-2.

La commutativité

Les élèves bénéficient d'expériences qui les aident à reconnaître la propriété de commutativité de la multiplication ($2 \times 4 = 4 \times 2$). Les élèves qui comprennent la commutativité peuvent mettre à profit la moitié des faits numériques de base pour apprendre l'autre moitié.

Grille de commutativité

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	**0**	**1**	2	3	4	5	6	7	8	9
2	**0**	**2**	**4**	6	8	10	12	14	16	18
3	**0**	**3**	**6**	**9**	12	15	18	21	24	27
4	**0**	**4**	**8**	**12**	**16**	20	24	28	32	36
5	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	30	35	40	45
6	**0**	**6**	**12**	**18**	**24**	**30**	**36**	42	48	54
7	**0**	**7**	**14**	**21**	**28**	**35**	**42**	**49**	56	63
8	**0**	**8**	**16**	**24**	**32**	**40**	**48**	**56**	**64**	72
9	**0**	**9**	**18**	**27**	**36**	**45**	**54**	**63**	**72**	**81**

Activité suggérée pour appuyer la stratégie

Les élèves peuvent jouer à *Trios pour les multiplications* (FR17 et FR18) pour se familiariser avec cette stratégie.

Les faits numériques avec 0 et 1

Les élèves bénéficient d'expériences qui les aident à comprendre le concept d'élément neutre – tout nombre multiplié ou divisé par 1 donne ce nombre comme résultat (p. ex., $1 \times 3 = 3$, $6 \div 1 = 6$) – et le concept d'élément absorbant de la multiplication – tout nombre multiplié par 0 donne 0 comme résultat (p. ex., $100 \times 0 = 0$). Pour faire comprendre ces concepts aux élèves, il est plus utile de leur poser des problèmes tels que « Si je te donne 3 paquets de 0 biscuit, combien de biscuits as-tu? » que de leur faire mémoriser.

Activité suggérée pour appuyer la stratégie

Dans une expérience d'apprentissage partagée, jouez à *Un beau zéro* (FR20 et FR21) pour aider les élèves à explorer le 0 et le 1 dans la multiplication.

Les doubles

La table de multiplication de 2 devrait être reliée aux connaissances que les élèves ont déjà acquises sur l'addition de doubles. Cette stratégie est particulièrement importante parce que les élèves qui maîtrisent bien la table de 2 peuvent relier ces faits numériques à la table de multiplication de 3. En effet, si 2×4 donne 8, il s'ensuit que 3×4 est égal à 8 plus un autre 4.

Le double et encore le double

Les élèves qui maîtrisent les faits relatifs aux doubles (la table de multiplication de 2) peuvent appliquer cette connaissance à la table de 4. Tout nombre fois quatre donne le même résultat que lorsqu'on multiplie ce nombre par deux et que l'on double la réponse (p. ex., 4×6 donne le même résultat que $2 \times 6 = 12$ que l'on double pour obtenir 24). (Van de Walle et Folk, 2005, p. 152, traduction libre)

Le double et un ensemble de plus

De la même façon, les élèves qui maîtrisent les faits numériques relatifs aux doubles (la table de multiplication de 2) peuvent appliquer cette connaissance à la table de 3. En effet, si 2 x 4 donne 8, il s'ensuit que 3 x 4 est égal à 8 plus un autre 4, ce qui donne 12. (Van de Walle et Folk, 2005, p. 152, traduction libre)

Les faits numériques relatifs à 5

Les élèves qui sont habitués à compter par 5 et à reconnaître les régularités de 5 dans une grille de nombres n'ont généralement pas de difficulté à apprendre les faits numériques de base relatifs à 5. Il existe toute une gamme de chansons, de comptines et de livres d'histoire portant sur le 5 dont on peut se servir pour appuyer l'apprentissage de cette stratégie.

Un ensemble de plus ou un ensemble de moins

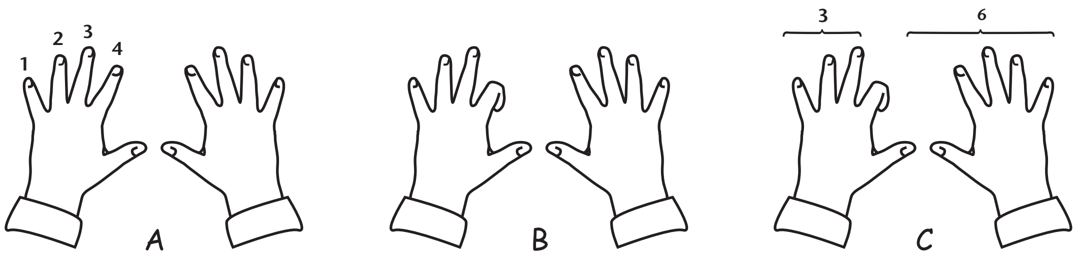
Si l'élève sait que 6 x 7 = 42, il lui est facile de calculer 6 x 8 en ajoutant un autre 6 à 42 pour arriver à 48. Cette stratégie est particulièrement utile pour la table de 6 qui peut être assez difficile à apprendre pour certains élèves. Ceux qui maîtrisent bien la table de multiplication de 5 peuvent déterminer le produit d'un nombre multiplié par 6 en multipliant ce nombre par 5 (p. ex., 5 x 7 = 35) et en additionnant une fois ce facteur au produit trouvé (p. ex., 35 + 7 = 42, donc 7 x 6 = 42). (Van de Walle et Folk, 2005, p. 152, traduction libre). De même, si l'élève doit trouver le produit de 8 x 7 et qu'il connaît 8 x 8 = 64, il peut utiliser la même stratégie à rebours, c'est-à-dire soustraire un 8 de 64 pour obtenir 56.

La table de 9

La table de multiplication de 10 est généralement assez facile à apprendre parce que les élèves apprennent à compter par 10 dès leur plus jeune âge. Une fois la table de 10 bien maîtrisée, les élèves peuvent établir des liens avec la table de 9 en calculant le fait de multiplication par 10 correspondant et en soustrayant l'autre facteur une fois. Par exemple, si 10 x 8 donne 80, il s'ensuit que 9 x 8 équivaut à 80 moins un 8, soit 72.

L'enseignant ou l'enseignante peut aider les élèves à reconnaître certaines régularités dans la table de neuf. Par exemple, tous les produits de la table de 9 sont composés de chiffres qui, additionnés ensemble, égalent 9 (5 x 9 = 45; 4 + 5 = 9). De plus, le chiffre des dizaines dans le produit est toujours 1 de moins que le facteur qui multiplie 9. Par exemple, dans 6 x 9 = 54, le chiffre des dizaines est 1 de moins que le multiplicateur 6 (donc 5) et la somme des deux chiffres du produit donne 9 (5 + 4). Les élèves qui comprennent le concept de la table de 9, mais qui ont du mal à retenir les faits numériques en pratique peuvent bénéficier de la méthode « digitale » illustrée à la page suivante.

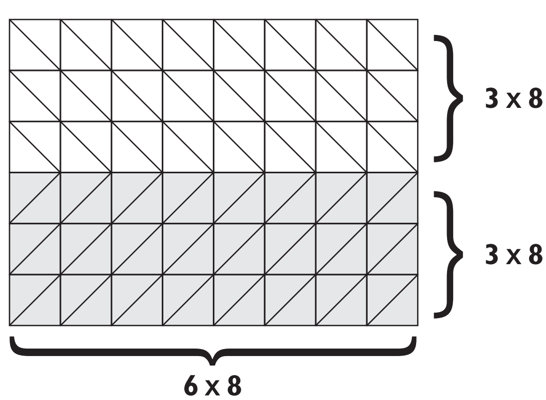
4 x 9



Un certain nombre d'élèves trouvent utile cette méthode kinesthésique pour se rappeler la table de 9. On demande aux élèves de tenir leurs mains devant eux, doigts écartés comme dans l'illustration. Leurs doigts (depuis le petit doigt de la main gauche) sont numérotés de 1 à 10 (A). Ils doivent plier le doigt qui représente le multiplicateur de 9. Ainsi, dans la multiplication 9 x 4, c'est le doigt numéro 4, soit l'index de la main gauche, qui est plié (B). Le nombre de doigts qui se trouvent à gauche du doigt plié représente le chiffre des dizaines, le nombre de doigts qui se trouvent à droite du doigt plié représente le chiffre des unités. Ainsi, dans cet exemple les 3 doigts à gauche du doigt numéro 4 représentent 3 dizaines, donc 30, et les 6 doigts à droite du doigt numéro 4 représentent 6 unités, donc 6, ce qui donne 36 (C).

La moitié puis le double

Supposons que l'élève ne peut pas se rappeler un fait numérique donné qui ne comprend que des facteurs pairs. Une méthode de rechange consiste à prendre la moitié de l'un des facteurs pour trouver le produit et ensuite à doubler ce produit. Par exemple, s'il est difficile de se rappeler ce que font 6 x 8, il suffit de prendre la moitié de l'un des facteurs (3 x 8 = 24) et de doubler le produit (2 x 24) pour arriver à la réponse, soit 48. Les élèves devraient explorer cette stratégie en utilisant des dispositions rectangulaires leur offrant une représentation visuelle. Parfois, ces stratégies peuvent sembler un peu lourdes, mais elles offrent aux élèves une façon d'arriver à la bonne réponse par le raisonnement en partant de faits connus. (Van de Walle et Folk, 2005, p. 152, traduction libre)



La relation inverse de la division et de la multiplication

Les élèves qui maîtrisent les faits numériques de base relatifs à la multiplication devraient se servir de ces acquis pour découvrir les faits numériques de base relatifs à la division. Il est recommandé d'enseigner simultanément la division et la multiplication afin de mettre en évidence les relations entre les deux. Lorsque les élèves unissent 4 groupes de 5 éléments pour un total de 20, l'enseignant ou l'enseignante devrait les encourager à se rendre compte que lorsque ce total est à nouveau réparti entre 4 groupes, chaque groupe compte 5 éléments.

La séquence d'apprentissage des faits numériques de base relatifs à la division

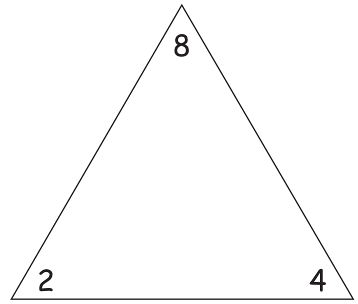
Une séquence suggérée pour enseigner les faits relatifs à la division consiste à commencer par les faits relatifs à la division par 2, puis la division par 1, par 5, par 3, par 4, par 6, par 7, par 8 et par 9.

APPLICATION ET CONSOLIDATION DES FAITS NUMÉRIQUES DE BASE RELATIFS À LA MULTIPLICATION ET À LA DIVISION

Les élèves doivent avoir amplement l'occasion de sélectionner et d'utiliser les stratégies relatives à la multiplication et à la division. Pour ce faire, l'enseignant ou l'enseignante doit :

- continuer à proposer des problèmes à résoudre pour familiariser les élèves aux faits numériques de base;
- continuer à utiliser des modèles et du matériel de manipulation;
- utiliser les cadres à dix cases, les droites numériques, les grilles de nombres et les calculatrices (pour trouver des régularités générées par ces opérations);
- reconnaître que les stratégies utilisées pour se remémorer les faits numériques de base sont rarement les mêmes pour tous les élèves et que par conséquent, peu d'entre eux bénéficient des drills qui supposent un développement semblable chez tous les élèves;
- utiliser des jeux, la répétition de chansons ou d'activités pertinentes et riches sur le plan didactique, ainsi que des procédés mnémotechniques pour favoriser le développement et la rétention des stratégies;
- s'assurer que toute activité répétitive mise sur l'utilisation des stratégies et qu'il ne s'agit pas seulement d'une activité de mémorisation;
- regrouper les faits et les exercices autour de stratégies;
- utiliser les grilles de multiplication et ombrer les secteurs qui peuvent être appris au moyen des stratégies susmentionnées; les élèves trouveront seulement cinq faits numériques qu'il leur faut vraiment mémoriser : $6 \times 6 = 36$, $6 \times 7 = 42$, $7 \times 7 = 49$, $7 \times 8 = 56$ et $8 \times 8 = 64$;

- inviter les élèves à dresser leur propre liste de stratégies pour les faits numériques de base qui leur semblent les plus difficiles à maîtriser;
- utiliser des cartes-éclair triangulaires pour aider les élèves à établir des relations entre le fait numérique de multiplication et le fait numérique de division s'y rattachant.



Masquez le 8 d'un doigt et posez la question : « Que font 2 x 4? ». Ensuite, masquez le 4 d'un doigt et posez la question : « Que font 8 ÷ 2? ».

FAITS DÉDUITS

À mesure que les élèves acquièrent de nouvelles connaissances sur les faits numériques de base, ils peuvent s'en servir pour résoudre des problèmes, mais il leur faut parfois revenir à la représentation directe et au dénombrement pour appuyer leur réflexion. Les élèves apprennent certains faits numériques de base, comme les doubles (p. ex., 3 + 3 et 6 + 6) avant d'autres, et ces faits numériques connus peuvent les aider à déduire leur réponse relativement à des faits non connus (3 + 4 est associé à 3 + 3 et 6 + 7 est associé à 6 + 6).

Il convient de rappeler que les élèves n'utilisent pas tous la gamme complète des stratégies et que les élèves qui le font ne progressent pas d'une stratégie à une autre de façon linéaire.

- Les élèves utilisent le matériel de manipulation pour représenter directement les nombres et l'opération effectuée (p. ex., 8 + 3, 8 x 2, 8 – 6, 8 ÷ 4).
- Les élèves utilisent des stratégies de dénombrement (au début en comptant tous les objets, et plus tard en comptant à partir d'un certain objet) pour répondre aux questions posées.
- Les élèves utilisent des faits déduits pour résoudre d'autres faits (l'élève qui oublie la réponse à 6 x 7 utilise un fait connu, comme 5 x 7, puis y ajoute un autre 7 ou effectue 3 x 7 (2 fois) et additionne les produits).
- Les élèves utilisent les propriétés des opérations fondamentales pour résoudre des faits telles que la commutativité de l'addition (p. ex., 1 + 2 = 2 + 1), la relation inverse (p. ex., la soustraction est l'opération inverse de l'addition).
- Les élèves élaborent des stratégies comme le recours aux doubles.
- Les élèves reconnaissent les régularités et les relations (p. ex., la relation de réunion) dans les opérations sur les nombres.
- Les élèves approfondissent, renforcent et utilisent un éventail de stratégies pour se rappeler les faits.

UTILISATION PERTINENTE DES FEUILLES DE TRAVAIL

De tout temps, l'enseignant ou l'enseignante a utilisé diverses feuilles de travail pour aider les élèves à apprendre les faits numériques de base. Certaines feuilles de travail utilisées par le passé ressemblaient plus ou moins à celle-ci :

2 + 2 = ___	3 + 5 = ___	9 + 9 = ___
8 + 4 = ___	2 + 7 = ___	2 + 0 = ___
3 + 6 = ___	5 + 5 = ___	4 + 3 = ___
1 + 2 = ___	8 + 2 = ___	0 + 5 = ___
8 + 7 = ___	6 + 4 = ___	6 + 0 = ___

« N'imposez pas aux élèves des exercices répétitifs pour leur apprendre les faits numériques de base à moins qu'ils n'aient déjà développé des stratégies efficientes pour s'en servir […] Il est presque certain que les gains à court terme seront perdus avec le temps. Favoriser les drills au détriment de l'élaboration de stratégies efficientes est un simple gaspillage de précieuses heures d'enseignement. »

(Van de Walle et Folk, 2005, p. 139, traduction libre)

En examinant la feuille d'un peu plus près, on s'aperçoit que les faits ne sont pas reliés entre eux; ils sont tous différents. Par conséquent, ces faits ne donnent pas l'occasion aux élèves de se familiariser avec une stratégie particulière. L'exercice repose entièrement sur la mémorisation des faits numériques de base et n'exige pas que les élèves comprennent et établissent des liens entre les faits.

L'enseignant ou l'enseignante qui a présenté une stratégie comme celle des doubles dans l'addition (voir p. 22) devrait donner aux élèves des occasions nombreuses et variées d'apprendre cette stratégie par l'entremise de la résolution de problèmes, d'activités guidées et partagées, de jeux, etc. Ce n'est qu'après avoir donné aux élèves la chance d'apprendre à utiliser efficacement la stratégie des doubles qu'il ou elle pourrait utiliser la feuille de travail suivante :

2 + 2 = ___	3 + 3 = ___	9 + 9 = ___
8 + 8 = ___	7 + 7 = ___	2 + 2 = ___
6 + 6 = ___	5 + 5 = ___	4 + 4 = ___
1 + 1 = ___	2 + 2 = ___	5 + 5 = ___
7 + 7 = ___	4 + 4 = ___	6 + 6 = ___
8 + 8 = ___	3 + 3 = ___	1 + 1 = ___

Cette feuille de travail vise manifestement un objectif particulier. Une feuille de travail subséquente pourrait mettre l'accent sur les questions comme 6 + 7 ou 6 + 5, ce qui encouragerait les élèves à utiliser les faits numériques connus (les doubles) pour les aider à calculer d'autres faits numériques qui font appel à la stratégie des nombres voisins des doubles.

Ainsi, lorsqu'on a exposé les élèves à une stratégie et qu'on leur a donné de multiples occasions de la mettre en pratique, on peut procéder à des drills avec des cartes-éclair ou une feuille de travail. Les cartes-éclair ou des feuilles de travail comme celle présentée précédemment ne devraient porter que sur des questions relatives à la stratégie que les élèves ont déjà explorée. Il ne sera pas nécessaire que les élèves s'appuient sur leur seule mémoire puisqu'on leur aura donné la chance de comprendre la stratégie présentée et d'établir les liens recherchés. Forts de leur expérience nouvellement acquise, les élèves aborderont l'exercice avec confiance, et non avec appréhension ou crainte.

Activités suggérées pour appuyer la stratégie :

On peut proposer aux élèves une feuille de travail comme *La grande course* pour se familiariser avec les diverses stratégies (voir les instructions à l'annexe 10-1, p.80 et utiliser la fiche reproductible fournie à l'annexe 10-2).

TESTS CHRONOMÉTRÉS

Au cours des années, on a fait passer des tests chronométrés de toutes sortes pour évaluer l'apprentissage des élèves à l'aide de feuilles de travail semblables à celle qui donne des faits numériques de base non reliés comme dans l'exemple précédent. Cette pratique n'aide pas les élèves à apprendre et à consolider leur apprentissage. Lorsque les élèves sont en train d'apprendre les faits numériques de base, on ne devrait pas, pour les raisons suivantes, imposer des limites de temps pour les tests ou les feuilles de travail à effectuer :

- Une limite de temps n'encourage pas les élèves à vérifier l'exactitude de leurs réponses.
- Une limite de temps peut intimider les élèves qui ont du mal à se rappeler les faits rapidement parce qu'ils se préoccupent plutôt de répondre avec précision.
- Les tests chronométrés peuvent engendrer une attitude négative à l'égard des mathématiques chez les élèves qui n'aiment pas la compétition.
- Les tests chronométrés ne permettent pas de suivre les processus de réflexion des élèves.
- Les tests chronométrés ne renseignent pas l'enseignant ou l'enseignante sur les stratégies que les élèves utilisent.

Il est important d'axer les évaluations non seulement sur les réponses des élèves, mais aussi sur les stratégies qu'ils utilisent pour arriver à ces réponses ainsi que sur leur compréhension des concepts mathématiques sous-jacents et sur les liens qu'ils établissent.

« Les enseignants et les enseignantes qui utilisent des tests chronométrés croient que ces tests aident les élèves à apprendre les faits numériques de base. Une telle perspective n'a aucun sens sur le plan pédagogique. Les élèves qui fonctionnent bien quand ils sont pressés par le temps montrent leurs compétences. Les élèves qui n'ont pas encore maîtrisé ces compétences ou qui travaillent plus lentement courent le risque de renforcer de mauvaises procédures lorsqu'ils sont soumis à la pression. De plus, ils peuvent développer une attitude craintive et négative à l'égard de l'apprentissage des mathématiques. »

(Burns, 2000, p. 157, traduction libre)

Une façon de faire consiste à demander aux élèves de montrer toutes les façons possibles d'utiliser les stratégies connues pour arriver par exemple, au nombre 8 et d'écrire ces réponses. L'enseignant ou l'enseignante peut utiliser ces réponses pour déterminer si les élèves connaissent les stratégies relatives aux faits numériques de base et savent les appliquer.

Cet exercice donne aux élèves l'occasion d'utiliser diverses stratégies pour démontrer leur connaissance des faits numériques de base. Il permet de comprendre de manière plus approfondie les processus de réflexion des élèves. Ainsi, dans l'exemple donné, l'enseignant ou l'enseignante serait en mesure de vérifier si les élèves connaissent leurs doubles dans les additions et les multiplications, les faits relatifs à 0, les faits « 1 de plus » et « 2 de plus », et la façon de former des dizaines. Cet exemple illustre une bonne façon de s'y prendre pour aider les élèves à démontrer leurs connaissances.

« La maîtrise des faits numériques de base repose en grande partie sur la capacité qu'ont les élèves d'établir des relations entre les nombres et de comprendre les opérations. »

(Van de Walle et Folk, 2005, p. 156, traduction libre)

Au cycle moyen, les connaissances des élèves à propos des stratégies relatives aux faits numériques de base seront utilisées pour solutionner des multiplications et des divisions sur les nombres à plusieurs chiffres.

Opérations sur les nombres entiers à plusieurs chiffres dans les additions et les soustractions

Les algorithmes sont des ensembles de règles et d'actions ordonnées nécessaires à la résolution d'une addition, d'une soustraction, d'une multiplication ou d'une division. En termes simples, un algorithme est la « recette » d'une opération (Kilpatrick, Swafford et Findell, 2001, p. 103).

Nombre d'enseignants et d'enseignantes ont appris une seule manière d'effectuer des opérations sur les nombres à plusieurs chiffres – en se servant de l'algorithme usuel enseigné dans les écoles en Amérique du Nord. Les opérations sur les nombres à deux chiffres peuvent se faire de bien des façons, selon le contexte du problème, selon que le calcul est fait mentalement ou sur papier, et selon les nombres à calculer. Pour déterminer la somme de 49 + 49, il est probablement plus efficace de procéder en pensant à 50 + 50 – 2, plutôt que de procéder par le long travail de regroupement et de retenue nécessaire dans l'algorithme usuel. De la même façon, pour résoudre mentalement un problème comme 27 + 38, bien des élèves et adultes tentent d'utiliser mentalement l'algorithme usuel (additionner les unités, retenir le chiffre de dizaine, additionner les dizaines, essayer de se rappeler le nombre obtenu pour les unités, etc.). Cette méthode fonctionne parfois, mais pas toujours. Par exemple, essayer de résoudre mentalement des problèmes comportant des nombres à deux chiffres à l'aide de l'algorithme usuel est souvent assez difficile.

Un nombre croissant d'études démontrent que les élèves, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'école, peuvent créer des méthodes pour additionner et soustraire des nombres à plusieurs chiffres sans enseignement explicite.

(Carpenter et coll., 1998, p. 4, traduction libre)

Pour remettre la monnaie d'un billet de 10 $ sur un achat de 7,69 $, l'algorithme usuel n'est pas la meilleure méthode à utiliser. Il vaut beaucoup mieux dans ce cas partir de 7,69 $ et ajouter les cents, puis les dix cents et enfin les dollars pour arriver vite et bien à la réponse. L'élève qui possède un bon sens de la numération et qui sait comment décomposer les nombres pourra résoudre une addition comme 27 + 38 de plusieurs façons en pensant :

- « Je peux additionner 38 et 20 pour faire 58. J'additionne 2 (du 7) pour obtenir 60. Il reste 5 que j'ajoute pour faire 65. »
- « Je peux additionner 27 et 3 (de 38) pour faire 30. J'additionne 30 et 35 (soit 38 moins le 3 que j'ai déjà utilisé) et j'arrive à 65. »
- « Je peux mettre ensemble 27 et 30 qui font 57, puis y ajouter le 8 qui reste pour faire 65. »
- « Je peux additionner 30 plus 40, et retirer le 5 (que j'avais ajouté) pour arriver à 65. »

Dans l'exemple qui précède, l'élève aborde les opérations sur les nombres de manière réfléchie et souple afin d'élaborer pour son usage personnel les règles d'addition qui conviennent le mieux à la situation. Son raisonnement indique clairement qu'il ou elle a acquis aisance et précision avec les opérations, ainsi qu'une solide compréhension de la valeur de position et de la décomposition des nombres.

Pour favoriser la maîtrise des opérations arithmétiques, il importe de mettre l'accent sur l'efficacité et la souplesse avec lesquelles il faut utiliser les algorithmes. Les élèves qui abordent les nombres avec souplesse, comme dans l'exemple ci-dessus, sont plus susceptibles d'utiliser des stratégies efficientes, de travailler avec précision et d'acquérir de solides fondements pour comprendre d'autres algorithmes usuels. Les études ont abondamment démontré qu'il est très utile pour les élèves d'avoir de nombreuses occasions d'élaborer leurs propres stratégies sur les nombres à plusieurs chiffres (Morrow et Kenney, 1998).

Par le passé, plusieurs personnes présumaient qu'il n'y avait qu'une façon d'effectuer l'opération, soit l'algorithme appris. Les différences culturelles sur la façon dont de telles opérations sont effectuées indiquent toutefois qu'un algorithme usuel peut avoir de nombreuses variantes. Les adultes ont tendance à penser que l'algorithme qu'on leur a enseigné est le seul possible. En réalité, il y a différentes façons d'utiliser un algorithme « usuel ». L'encadré qui suit donne quelques exemples des différentes façons de résoudre 27 + 48 à l'aide de variantes de l'algorithme « usuel ».

Chaque algorithme « usuel » présente un niveau différent d'abstraction. Ils servent ici à montrer les différences dans la façon d'utiliser un algorithme. Certaines étapes sont plus explicites que d'autres ou sont raccourcies pour créer une façon plus rapide, mais plus abstraite d'arriver à la réponse.

$\begin{array}{r} 27 \\ +48 \\ \hline 75 \end{array}$	$\begin{array}{r} 27 \\ +48 \\ \hline 75 \end{array}$	$\begin{array}{r} 27 \\ +48 \\ \hline 15 \\ 60 \\ \hline 75 \end{array}$	$\begin{array}{r} {}^{1}27 \\ +48 \\ \hline 75 \end{array}$	$\begin{array}{r} 27 \\ +48 \\ \hline 60 \\ 10 \\ 5 \\ \hline 75 \end{array}$
Regrouper 7+8=15. Additionner mentalement le 10 compris dans 15 au 20 (de 27) pour faire 30, puis additionner le 40 (de 48) pour faire 70, et ajouter le 5 du début.	Regrouper 7+8=15. Additionner 15 au 20 (de 27) pour faire 35. Additionner 35 à 40 pour obtenir 75.	Additionner la colonne des unités, additionner la colonne des dizaines et les combiner.	Reporter le 10 compris dans 15 (de 7+8) dans la colonne des dizaines, puis additionner les dizaines (algorithme usuel en Amérique du Nord)	Additionner mentalement 20 et 40 pour faire 60. Additionner 8 et 2 pour faire un groupement de 10, puis ajouter les 5 (du 7) unités restantes pour faire 75.

Les algorithmes « usuels » ont été établis pour aider à faire des calculs rapides. Ils intègrent de nombreux raccourcis utiles, comme l'illustre l'addition de nombres à deux chiffres ci-dessus. Ces raccourcis sont pratiques et utiles pour les personnes qui comprennent l'algorithme et le concept sous-jacent, mais pour les élèves à qui on n'a pas enseigné les concepts sur lesquels est fondé l'algorithme, la mémorisation d'un algorithme abstrait marque souvent le début de leur conviction que les mathématiques « n'ont pas de sens » et qu'elles reposent uniquement sur la mémorisation de règles et de procédures routinières. Si la mémorisation peut sembler utile à court terme, elle peut mener à l'échec à long terme. Le personnel enseignant sait bien que beaucoup d'élèves auront oublié les algorithmes de la soustraction et de la division d'ici la prochaine rentrée scolaire et souvent, les élèves reprendront derechef la même démarche consistant à mémoriser des algorithmes sans les comprendre.

Marilyn Burns (2000, p. 144) raconte l'anecdote suivante à propos d'une enseignante (Sandra) et des conceptions erronées de ses élèves de 4e année au sujet des algorithmes usuels.

Ayant mémorisé les règles sans comprendre ce qui arrive aux nombres, bien des élèves ont des idées fausses sur les procédures régissant les algorithmes. Ils mémoriseront sans comprendre comment elles agissent sur les nombres. Les élèves de l'anecdote précédente ne comprenaient pas que les nombres multipliés étaient 20 x 19 et non 2 x 19, et qu'il fallait mettre un 0 à la quatrième ligne parce que 20 x 19 = 380.

Les élèves : D'abord, nous multiplions une fois 9. Ensuite nous multiplions le 1 par le 1. Ensuite, il faut aller à la ligne suivante et mettre un 0 sous le 9. Ensuite, nous multiplions le 9 par le 2 et le 1 par le 2. Maintenant nous avons deux réponses (une en haut et une en bas); nous les additionnons et nous obtenons 399 comme réponse.

$$\begin{array}{r} 19 \\ \times\ 21 \\ \hline 19 \\ 380 \\ \hline 399 \end{array}$$

Sandra : Pourquoi avez-vous changé de ligne? Qu'est-ce que signifient ces deux réponses? Pourquoi les avez-vous additionnées?

Les élèves : Nous avons changé de ligne parce que les règles disent qu'il faut changer de ligne et aussi qu'il faut mettre un 0 au début de la deuxième ligne. Les règles sont comme ça, parce qu'il n'y a pas moyen d'avoir 399 si on a 380 sur la même ligne que 19. Nous avons appris ça en 3^e^ année. Nous les avons additionnées parce que c'est ça qu'on nous a enseigné et ça donne une réponse qui a du sens.

Sandra : Maintenant, pouvez-vous expliquer chacun des nombres de votre réponse?

Les élèves : Le 19 veut dire une fois 19 égale 19. Le 38 signifie que deux fois 19 égale 38. (Rappelez-vous que le 0 est là parce que c'est la règle.) Le 399 signifie 19 plus 380 égale 399. Voilà comment nous avons fait ce problème.

Sandra : Pourquoi est-ce la règle de mettre 0 sur la deuxième ligne? Quel est le but de cette règle?

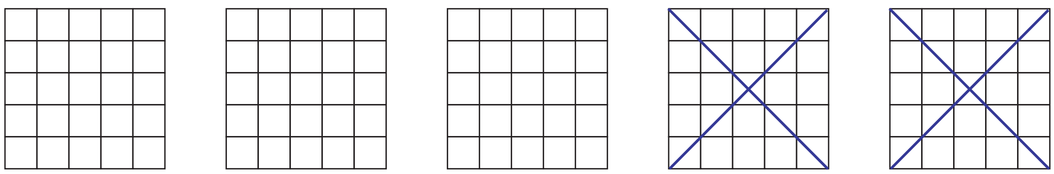
Les élèves : Personne dans notre groupe ne se souvient pourquoi il faut mettre 0 sur la deuxième ligne. Nous vous avons déjà dit que c'est une règle de mettre 0 sur la deuxième ligne.

Nous savons que les élèves parviennent souvent à une meilleure compréhension de l'algorithme usuel si on les encourage à élaborer leurs propres algorithmes et à utiliser l'algorithme usuel avec souplesse. En outre, les études indiquent que les élèves du cycle primaire peuvent effectuer des calculs beaucoup plus complexes qu'on ne le croit, tant mentalement que par écrit, si on leur donne l'occasion d'apprendre les opérations sur les nombres à plusieurs chiffres de manière concrète et réfléchie, et de vivre de nombreuses expériences d'apprentissage leur permettant d'élaborer leurs propres stratégies pour effectuer des opérations sur les nombres à deux chiffres. (Morrow et Kenney, 1998; Carpenter et coll., 1998; Kamii, 1985)

Les élèves qui sont encouragés à utiliser leurs propres stratégies pour effectuer des opérations sur les nombres à plusieurs chiffres acquièrent les compétences suivantes :

- **Un meilleur sens du nombre –** Les élèves se concentrent sur les nombres plutôt que sur les chiffres. Par exemple, dans une addition comme 43 + 56, il leur est facile de voir que les chiffres de gauche ne représentent pas 4 et 5, mais bien 40 et 50. Les élèves qui les perçoivent comme 4 et 5 ne se servent pas de la position de ces chiffres pour en déterminer la valeur.
- **Plus de souplesse dans la résolution de problèmes –** Au lieu de connaître une seule manière de résoudre un problème d'addition de nombres à deux chiffres, les élèves peuvent effectuer une addition comme 39 + 41 en combinant le 1 (pris de 41) avec le 39 pour obtenir 40, puis en ajoutant le 40 qui reste pour obtenir une addition plus facile (40 + 40). Dans une autre addition, comme 17 + 55, les élèves peuvent remplacer 17 par 20, puis additionner ce 20 à 55 pour faire 75, et ensuite soustraire le 3 qui a été ajouté pour arriver à 72. Selon la question, il peut y avoir différentes façons d'arriver à la réponse; l'essentiel, c'est que les élèves se servent de leur raisonnement.
- **Une meilleure compréhension de la valeur de position –** Lorsque les élèves créent leurs propres stratégies, ils travaillent souvent de gauche à droite plutôt que dans le sens habituel de droite à gauche. En procédant de cette manière, la quantité reliée au nombre représentée par le chiffre de gauche reste présente à leur esprit. Par exemple, pour additionner 35 et 67, les élèves trouveront sans doute plus facile d'additionner les dizaines (30 + 60 = 90), puis d'additionner 5 et 5 pour former une autre dizaine, ce qui donne 100, puis d'ajouter le 2 qui reste pour arriver au total de 102.
- **Une plus grande facilité de calcul mental –** Les élèves qui n'ont pas besoin d'utiliser la méthode « rayer et emprunter » auront plus de facilité à faire du calcul mental. Il est beaucoup plus difficile pour les enfants (et les adultes) d'essayer de retenir mentalement des chiffres rayés et des valeurs empruntées. Les élèves qui sont capables de voir qu'une addition comme 49 + 49 est équivalente à la phrase mathématique 50 + 50 – 2 ont une stratégie beaucoup plus efficace pour arriver à la réponse. Les stratégies personnelles développées par l'élève deviennent avec le temps ses stratégies de calcul mental.
- **Une plus grande facilité à établir des relations entre le symbole et ce qu'il représente dans les algorithmes usuels –** Les élèves qui savent trouver leur chemin dans le dédale des nombres et des calculs en faisant appel à des démarches fondées sur le raisonnement reconnaissent l'utilité des mathématiques. On peut lier ce raisonnement aux algorithmes usuels en soulignant leur utilité et le sens de leurs structures. Il est plus facile pour les élèves de se rappeler les choses qu'ils comprennent.

- **Un meilleur sens des opérations –** En développant des stratégies personnelles, les élèves améliorent leur compréhension des diverses représentations des nombres et des opérations. Ils démontrent aussi leur reconnaissance de la pertinence du choix de l'opération dans une situation donnée. Ces éléments leur permettent de développer un sens des opérations et ainsi de mieux résoudre le problème. Par exemple, l'élève résout le problème suivant : *Arthur a des billes. Il en achète 50 de plus. Il en a maintenant 125*. La compréhension du problème amène l'élève à reconnaître qu'il s'agit d'un ajout (50 + __ = 125). Il reconnaît ensuite que l'on cherche la différence entre les deux quantités, donc que l'opération inverse de l'addition est la soustraction. Peut-être même qu'il reconnaît qu'une différence est la réponse d'une soustraction. Il cherche alors à effectuer 125 – 50 = __. En utilisant le nombre repère 25, il pourrait reconnaître que : 125 = 5 x 25 et que 50 = 2 x 25.



Donc 125 (5 x 25) moins 50 (2 x 25) ou 125 – 50 = (3 x 25) = 75. L'élève ne présentera pas nécessairement sa solution à l'aide d'équations formelles, mais il n'en demeure pas moins que le sens des opérations prend une place importante dans son raisonnement.

ENSEIGNEMENT DES ALGORITHMES

Il est très important que les élèves aient de nombreuses occasions de la maternelle à la 3e année de développer les habiletés nécessaires pour effectuer des calculs en utilisant les concepts de réunion, les points d'ancrage 5 et 10 et les faits numériques de base jusqu'à 20. L'expérience que les élèves acquièrent de la décomposition des nombres en unités, en dizaines et parfois en centaines au cours de leurs premières années d'études les aidera à faire le lien entre ces concepts fondamentaux et les opérations sur les nombres à plusieurs chiffres.

Le recours aux illustrations, au langage (parlé et écrit) et aux nombres pour communiquer leurs calculs aide les élèves à établir des liens entre les niveaux concret, visuel et abstrait de leur compréhension des opérations sur les nombres. La présentation prématurée de symboles abstraits (p. ex., le signe =) sans relier de tels symboles aux concepts qu'ils représentent (p. ex., le signe = représente l'équivalence ou l'équilibre) est souvent la source des difficultés qu'éprouvent les élèves en calcul. Plutôt que de rechercher le sens de l'opération, ils commencent à percevoir les mathématiques comme une série de règles et de procédures routinières peu applicables à la résolution des problèmes de tous les jours. Les expériences que les élèves font doivent leur permettre de dégager le sens des algorithmes et de développer des stratégies efficientes qui peuvent être généralisables.

Le symbole de l'égalité, soit le signe =, représente l'équivalence ou l'équilibre entre les côtés droit et gauche de l'équation. Il ne signifie pas « donne comme réponse ».

Voici quelques points pédagogiques importants à considérer pour enseigner efficacement les opérations sur les nombres à plusieurs chiffres dans la salle de classe :

- **Contexte de résolution de problèmes –** Toutes les opérations arithmétiques devraient être enseignées dans un contexte de résolution de problèmes. En présentant aux élèves des problèmes réels qui font appel à des opérations sur des nombres à plusieurs chiffres, l'enseignant ou l'enseignante leur fournit un cadre de travail signifiant qui les aide à comprendre davantage la décomposition des nombres. Un problème comme le suivant offre aux élèves un contexte concret tout en les encourageant à trouver la solution.

  « Aujourd'hui, en éducation artistique, nous allons faire de la peinture. Tous les élèves ont besoin de leur propre pinceau. La boîte contient 10 pinceaux. Combien de pinceaux de plus avons-nous besoin? »

  Même de très jeunes élèves (qui ne connaissent pas les algorithmes usuels) peuvent utiliser des stratégies pour trouver la réponse à un problème où il est question de 24 bonbons et de 17 bonbons de plus!

- **Connaissances antérieures –** Les expériences des élèves aux cycles préparatoire et primaire, relatives entre autres à l'apprentissage du concept de réunion et des opérations sur les nombres à un chiffre, servent à l'enseignement et à l'apprentissage des opérations sur les nombres à plusieurs chiffres au cycle moyen. D'autres acquis sont nécessaires pour entreprendre cet apprentissage, notamment :
  - une compréhension de la valeur de position (p. ex., le 2 de 25 représente 2 dizaines ou 20 unités);
  - une compréhension des diverses représentations de calculs simples avec du matériel de manipulation, des mots ou des illustrations.

- **Calcul mental –** La résolution de problèmes à l'aide du calcul mental est souvent un bon moyen d'inciter les élèves à élaborer des manières plus efficientes de faire des calculs papier-crayon. L'enseignant ou l'enseignante peut encourager les élèves à recourir au calcul mental en présentant les équations horizontalement ($34 + 26 = \_\_$) plutôt que verticalement :

  $$\begin{array}{r} 34 \\ +\ 26 \\ \hline \square \end{array}$$

  Les élèves qui prennent le temps d'observer les nombres et de penser à la meilleure façon de résoudre l'équation avant de commencer à faire quoi que ce soit sur papier sont plus susceptibles de choisir la méthode la plus efficiente pour résoudre l'équation. Par exemple, un moment de réflexion avant de calculer 19 + 21 peut aider les élèves à se rendre compte qu'il est très facile de combiner le 1 avec 19 pour faire 20, puis d'ajouter le 20 qui reste pour arriver à la réponse, soit 40. Devant un calcul, les élèves utilisent souvent, mais pas toujours, des stratégies souples dans leur tête et prennent au besoin quelques notes écrites pour visualiser leur cheminement.

- **Échange mathématique –** Il est essentiel que les élèves aient la chance de communiquer leurs démarches et d'analyser celles de leurs camarades. Pour favoriser un tel échange, l'enseignant ou l'enseignante :
  - donne aux élèves le temps d'explorer leurs propres démarches individuellement, à deux ou en petits groupes;
  - accorde suffisamment de temps aux élèves pour élaborer leurs propres stratégies;
  - encourage les élèves à communiquer leurs stratégies, en les invitant par exemple à montrer leur démarche à leurs camarades.
- **Matériel de manipulation –** L'enseignant ou l'enseignante encourage les élèves à utiliser du matériel de manipulation pour représenter leurs stratégies parce que cela les aide à se rappeler la démarche qu'ils ont suivie lorsque vient le temps de la présenter à la classe ou d'y recourir à nouveau dans une autre situation.
- **Observation –** L'enseignant ou l'enseignante observe ce que font les élèves afin de découvrir les stratégies qu'ils utilisent et de mieux comprendre leur processus de réflexion. Par l'entremise de l'observation, il ou elle peut entre autres déterminer :
  - si les élèves reconnaissent bien la valeur de position du chiffre dans la colonne des dizaines (p. ex., le 2 de 28 représente 2 dizaines ou 20 unités et non pas 2 unités, une erreur commune lorsque les élèves commencent à utiliser le matériel de base dix);
  - si les élèves sont capables de compter à partir d'un nombre par intervalles de 10 et par unité (p. ex., « Je pense que 25 + 35, c'est 25... 35... 45... 55, puis un autre 5 pour faire 60 »);
  - si les élèves sont capables de se servir de leurs connaissances antérieures des faits numériques de base (calcul de nombres à un chiffre) pour faire des calculs de nombres à plusieurs chiffres (p. ex., « Je sais que 6 et 6 font 12, donc 60 et 60 font 120. »).

Étapes pour résoudre un problème avec les nombres à plusieurs chiffres

Le tableau ci-après explique comment amener les élèves à élaborer leurs propres stratégies sur les nombres à plusieurs chiffres dans une situation de résolution de problèmes. À gauche se trouve une description du rôle de l'enseignant ou de l'enseignante à chaque étape et à droite une description des points importants à considérer pendant que les élèves résolvent le problème.

Enseignement par étapes/ Le rôle de l'enseignant ou de l'enseignante	Points importants à considérer
Présenter aux élèves une question de calcul sous la forme d'un problème à résoudre : « Nous avons besoin de 100 personnes pour participer à *Sautons en cœur*. Jusqu'à présent, 77 personnes se sont inscrites. Combien de personnes de plus faut-il recruter? »	Encourager la présentation horizontale des algorithmes (p. ex., $77+23=$ou $100-23=$ ou $77+\_\_=100$), cette disposition incitant les élèves à élaborer leurs propres stratégies plutôt que de se fier à l'alignement vertical habituel. Recommander l'utilisation de matériel concret ou semi-concret, certains élèves pouvant avoir besoin de représentations concrètes ou visuelles, même avec de grands nombres. Varier les types de questions utilisées pour poser les problèmes (voir les différents types de problèmes suggérés dans ce chapitre).
Demander aux élèves de travailler à deux ou en petits groupes pour effectuer les calculs.	Se rappeler que les élèves qui n'ont pas encore eu l'occasion de travailler en groupe ont habituellement besoin de faire l'expérience de travailler à deux avant de passer à des situations de groupe.
Faire des remarques utiles et poser des questions aux élèves afin de les aider à réfléchir, à comprendre et à résoudre le problème.	Poser la question suivante aux élèves qui ont trouvé une stratégie : « Comment sais-tu que ça marche? » Il y a de nombreuses réponses possibles, notamment : « Il nous faut 100 personnes. Nous avons 77 personnes et nous savons que $77+3=80$. Nous avons donc besoin de 20 personnes de plus. Et $20+3=23$. Nous avons donc besoin de 23 personnes de plus pour *Sautons en cœur*. » « Nous avons besoin de 100 personnes. Nous savons que $77+10=87$, et que $87+10=97$. Nous avons besoin d'un autre 3 pour arriver à 100. Donc, la réponse est $10+10+3=23$. »
Encourager les élèves à communiquer les stratégies qu'ils ont utilisées pour trouver la solution. Demander aux élèves de décrire la démarche qu'ils ont suivie pour arriver à la réponse.	Les élèves peuvent écouter leurs camarades et réfléchir à l'efficacité de leurs stratégies. Ils peuvent questionner leurs camarades pour s'assurer qu'ils ont compris. Ils peuvent ensuite essayer d'appliquer la stratégie qui leur paraît la plus efficace.
Encourager les élèves à illustrer leurs solutions avec du matériel de manipulation ou d'autres représentations visuelles et leur demander d'utiliser ce matériel pour communiquer leurs solutions. Si le problème s'y prête, présenter l'algorithme et faire le lien avec le matériel de manipulation à mesure que les élèves expliquent leur démarche et exposent leur raisonnement.	Encourager les élèves à défendre leur façon de trouver la solution – l'enseignant ou l'enseignante doit établir un climat propice au partage des solutions et un climat de respect et d'entraide afin que les élèves puissent présenter leurs solutions en toute confiance. Structurer l'échange mathématique afin de mettre en évidence les concepts importants. Inviter les élèves à communiquer leur stratégie à leur groupe ou à toute la classe. Écrire certains exemples sur des feuilles de grand format ou au tableau. Poser un autre problème aux élèves et leur demander de le résoudre en utilisant une des stratégies qui a été proposée.

Les élèves feront appel à différentes stratégies pour effectuer des opérations arithmétiques. Ils choisiront la stratégie selon le contexte du problème dans lequel la question est posée, les nombres utilisés et leurs préférences personnelles. Au fil de leur apprentissage, les élèves deviennent plus sélectifs quant à la stratégie qui convient le mieux au problème à résoudre. Après de multiples expériences d'apprentissage, la plupart des élèves adoptent les démarches qui leur semblent les plus faciles et les plus rapides et qui donnent un résultat exact. Une question comme 200 – 20 n'exige pas une démarche bien compliquée; compter par dix à rebours est habituellement la solution la plus rapide. Cependant, devant une question comme 201 – 93, il vaut mieux arrondir le deuxième terme pour faire 100, puis le soustraire à 201 et enfin ajouter le 7 au 101 restant, pour arriver à la réponse, 108.

Algorithmes créés par les élèves

Les élèves peuvent résoudre des problèmes écrits de différentes façons. Le tableau qui suit en donne quelques exemples. Ce ne sont pas les seules façons de résoudre un problème, il en existe beaucoup d'autres, aussi faut-il donner aux élèves des occasions de raisonner pour découvrir d'autres façons de faire.

Addition	Soustraction
Additionner de gauche à droite et combiner 35+47 30+40 font 70 5+7 font 12 Donc, 35+47=70+12 ou 82	Soustraire de gauche à droite 89 – 26 80 – 20 font 60 9 – 6 font 3 Donc, 89 – 26 est égal à 60+3 ou 63
Compter par intervalles de 10 à partir d'un des nombres, puis compter par unités 46+23 46... 56... 66... , 67, 68, 69	Arrondir les nombres, soustraire et rajuster 83 – 25 80 moins 20 font 60 60 moins 5 font 55 Ajouter le 3 laissé de côté La réponse est 58
Additionner les dizaines en premier lieu 37+26 37+20=57 57+6=63	Soustraire les dizaines en premier lieu 93 – 28 93 – 20=73 73 – 8=65

(*Suite*)

Utiliser un problème plus facile
48 + 27

> 50 + 27 = 77
> Donc, 48 + 27 est 2 de moins, soit 75

Soustraire le multiple de 10 le plus près et rajuster la réponse
83 – 28

> 83 – 30 font 53
> 30 est 2 de plus que 28
> Donc, 83 – 28 font 55

Transformer le problème
39 + 57

> Ajouter 1 à 39 et enlever 1 de 57
> 40 + 56 = 96

Utiliser un problème plus simple
87 – 29

> 89 – 29 font 60
> Donc, 87 – 29 est 2 de moins, soit 58

Tiré de Waterloo County Board of Education, *Addition and Substraction of Whole Numbers*, p. 23, traduction libre et adaptation.

Multiplication

Utiliser un problème plus facile
59 x 4

> 60 x 4 font 240
> 59 x 4 est 4 de moins, donc enlever 4 à 240, la réponse est 236

Multiplier la dizaine en premier lieu, puis multiplier les unités et additionner les produits
47 x 6

> 40 x 6 font 240
> 7 x 6 font 42
> 240 + 42 la réponse est 282

Multiplier en utilisant l'associativité
30 x 50

> (3 x 10) x (5 x 10)
> 10 x 10 = 100
> 3 x 5 = 15
> 15 x 100 = 1 500
> Donc, la réponse est 1 500

Division

Séparer le quotient en parties
426 ÷ 6

> 426 est égal à 420 + 6
> 70 x 6 font 420 et 1 x 6 font 6
> La réponse est 70 + 1 ou 71

Diviser en utilisant la valeur de position
350 ÷ 5

> 35 dizaines ÷ 5 = 7 dizaines
> 7 dizaines, c'est 70.
> Donc, la réponse est 350 ÷ 5 = 70

Tiré de Waterloo County Board of Education, *Multiplication and Division of Whole Numbers*, p. 28–29, traduction libre et adaptation.

Les exemples ci-dessus donnent une idée des différentes démarches que les élèves pourraient utiliser pour élaborer leurs propres algorithmes. Il faut se rappeler que l'utilisation d'un algorithme est un moyen *efficient* et *efficace* d'effectuer une opération arithmétique. Les algorithmes que créent les élèves ne sont pas nécessairement efficients et efficaces. Certains peuvent, par exemple, exiger plus d'étapes et plus de temps que nécessaire. Cependant, les élèves élaborent de tels algorithmes parce qu'ils ont du sens pour eux. À force de partager et de comparer leurs stratégies, les élèves trouvent des méthodes de plus en plus efficientes et efficaces. Une méthode *efficiente* est une méthode qui requiert peu d'opérations arithmétiques et peu de temps pour arriver à la réponse. Une méthode *efficace* est une méthode qui s'applique à toutes les questions de ce type, autrement dit, elle est généralisable aux questions relevant de la même opération.

L'algorithme personnel est un outil de calcul que l'élève comprend. Avec l'expérience, cet algorithme devient une de ses stratégies de calcul mental et permet à l'élève d'être plus efficace.

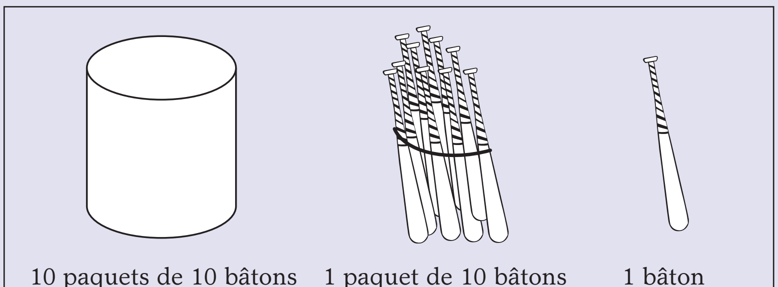
Pour les jeunes élèves, apprendre les opérations sur les nombres à plusieurs chiffres peut être une introduction positive ou négative aux mathématiques plus complexes et plus formelles qui leur seront enseignées au cours des années suivantes. Les opérations sur les nombres à plusieurs chiffres sont souvent une source de frustration pour les élèves qui perçoivent difficilement les liens entre les opérations arithmétiques et la résolution de problèmes. Il est donc important de recourir à une approche équilibrée faisant appel à l'apprentissage guidé, partagé et autonome pour enseigner ces opérations et donner aux élèves la chance de les comprendre et d'en saisir l'utilité. La section suivante présente quelques activités pouvant aider les élèves à améliorer leur compréhension des algorithmes.

APPROCHE AXÉE SUR LA RECHERCHE POUR EFFECTUER DES OPÉRATIONS ARITHMÉTIQUES SUR LES NOMBRES À PLUSIEURS CHIFFRES

Des activités de recherche pertinentes et intéressantes aident les élèves à accroître leur aisance à effectuer des opérations sur les nombres à plusieurs chiffres. En faisant des recherches ou des enquêtes, les élèves explorent des concepts et les appliquent selon leur compréhension. Dans l'exercice de recherche qui suit, les élèves explorent la valeur de position en général, ainsi que le groupement d'unités en dizaines et de dizaines en centaines dans un contexte de la vie courante. Les élèves devraient travailler à deux ou en petits groupes en se servant du document reproductible. Une explication de la recherche et les grandes lignes du problème sont données ci-dessous à l'intention de l'enseignant ou de l'enseignante. Le matériel destiné aux élèves (directives et bon de commande) est fourni à l'annexe 10-2 sur les feuilles reproductibles FR23 et FR23a.

Modèle de recherche – Le magasin « Sport atout »

Scénario : Le magasin d'articles de sport « Sport atout » vend des bâtons de baseball aux ligues du Canada. Les bâtons sont vendus à l'unité, en paquets de 10 ou en contenants de 100 (10 paquets de 10). Les élèves travaillent en groupe pour remplir les commandes de bâtons. Un bâtonnet de bois représente 1 bâton de baseball, un paquet de 10 bâtonnets (retenus par un élastique) représente un paquet de 10 bâtons de baseball et 1 contenant (une boîte de conserve ou un autre contenant assez grand pour y mettre 10 paquets de 10 bâtonnets) représente 100 bâtons de baseball.



Expliquez aux élèves que les bâtons doivent être expédiés de la manière la plus efficiente possible en leur précisant ce que l'on entend par là : il faut expédier les bâtons en contenant ou en paquet quand c'est possible, plutôt que de les envoyer par unité. (Vous pourriez aussi illustrer cette notion d'efficience en prenant pour exemple le fait qu'une pièce de 1 $ est moins encombrante que 100 pièces de 1¢ dans sa poche.)

Les élèves doivent travailler en groupe pour remplir les bons de commande. Si une ligue fait plusieurs commandes, chacune doit paraître sur le bon de commande. Il faut combiner toutes les commandes d'une même ligue en une seule commande plus importante. L'enquête vise à aider les élèves à constater qu'il est efficient de combiner les bâtons dans des paquets de 10 ou des contenants de 100. Les élèves doivent essayer de combiner les bâtons afin de pouvoir les expédier par contenant le plus souvent possible, en paquet s'il n'y en pas assez pour remplir un contenant ou à l'unité s'il n'y en a pas assez pour former un paquet.

Voici les commandes à remplir. Les élèves doivent utiliser un bon de commande différent pour inscrire les commandes de chaque ligue.

Ligue de Pain Court		**Ligue de l'Orignal**		**Ligue de Sault Ste-Marie**	
4 juin	50 bâtons	2 juin	6 bâtons	1er juin	16 bâtons
8 juin	64 bâtons	10 juin	25 bâtons	5 juin	32 bâtons
9 juin	16 bâtons	30 juin	29 bâtons	9 juin	14 bâtons
		1er juillet	55 bâtons	20 juin	50 bâtons
		2 juillet	10 bâtons		

Une fois les bons de commande remplis, demandez aux équipes de les présenter aux autres élèves. Guidez l'échange mathématique en posant les questions suivantes :

- « Comment avez-vous rempli les bons de commande? »
- « Pourquoi les avez-vous remplis ainsi? »
- « De quelle autre façon auriez-vous pu vous y prendre? » (Par exemple, pour la Ligue de Pain Court, les bâtons peuvent être regroupés en 1 contenant de 100 bâtons et 3 paquets de 10 bâtons *ou* en 13 paquets de 10 bâtons. Rappelez aux élèves qu'il leur faut viser l'efficience dans la façon d'expédier les bâtons, ce qui veut dire qu'il leur faut envoyer le moins de colis possible.)
- « Quelle est la façon la moins efficiente de remplir cette commande? »
- « Quelle est la façon la plus efficiente de remplir cette commande? »

ACTIVITÉS POUR FAVORISER L'APPRENTISSAGE DES OPÉRATIONS SUR LES NOMBRES À PLUSIEURS CHIFFRES

Lorsque les élèves constatent que les stratégies apprises en travaillant avec des nombres à un chiffre peuvent aussi s'appliquer aux nombres à plusieurs chiffres, leur compréhension des opérations sur les nombres à plusieurs chiffres s'améliore. Aussi faut-il les aider à établir cette relation.

Une façon de faire consiste à modeler l'utilisation d'une stratégie connue se rattachant aux faits numériques de base et de l'adapter pour inclure des nombres à plusieurs chiffres. On peut, par exemple, revoir avec les élèves les stratégies basées sur l'utilisation des doubles et des doubles plus ou moins un nombre, soit la section sur les faits numériques de base relatifs à l'addition et à la soustraction dans le présent chapitre, puis organiser une partie de *Visez près des doubles* et de *Claquez les doubles* en modifiant ces jeux pour utiliser la stratégie *Visez les doubles des dizaines*, *Visez près des doubles des dizaines* et *Claquez les doubles des dizaines* (voir FR25 à FR28 à l'annexe 10-2). Les élèves peuvent utiliser des bâtonnets de bois en paquets de 10, du matériel de base dix ou des cubes emboîtables formant des bâtons de 10 ou des cadres à dix cases comme matériel de manipulation pour renforcer la compréhension du concept de regroupement par dizaines. Durant la période d'objectivation, assurez-vous que les élèves comprennent bien que même si une stratégie fondée sur les faits numériques de base a été utilisée, les nombres sont 10 fois plus grands. Encouragez les élèves à utiliser le matériel de manipulation suggéré précédemment ou à noter les opérations sur les nombres à plusieurs chiffres durant le jeu. Par exemple, pour calculer 20 + 30 en utilisant cette stratégie, les élèves montrent deux paquets de 10, les doublent, y ajoutent 1 autre paquet pour un total de 5 paquets ou 50 bâtonnets.

L'utilisation de la résolution de problèmes, des jeux ou d'enquêtes sont d'autres façons d'aider les élèves à apprendre à effectuer des calculs sur les nombres à plusieurs chiffres et à démontrer l'utilité de telles opérations dans des situations concrètes. La section suivante propose d'autres activités pouvant aider les élèves à mieux comprendre les concepts sous-jacents et les procédures utilisées dans les opérations sur les nombres à plusieurs chiffres.

Grille de nombres

Demandez aux élèves de chercher les régularités dans les différentes rangées (p. ex., la suite 10, 20, 30, etc.) du tableau. Posez la question : « Si je commence à 2 et que j'additionne 20, où suis-je sur la grille? Comment est-ce que je m'y suis rendu? » (Vous avez descendu deux rangées verticalement jusqu'à 22.) Posez la question : « Si je commence à 2 et que j'additionne 21, où suis-je sur la grille? Comment y suis-je arrivé? » (Vous avez descendu deux rangées verticalement, puis vous avez avancé d'une colonne horizontalement jusqu'à 23.) Encouragez les élèves à dessiner des flèches pour suivre leurs déplacements sur la grille de nombres.

On peut utiliser à cette fin un rétroprojecteur ou un agrandissement d'une grille de nombres pour permettre à tous les élèves de participer.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Cette activité permet aux élèves de vivre des expériences avec la grille de nombres de 1 à 100, d'établir des régularités dans les nombres à deux chiffres et de mieux comprendre le système de numération.

Jeu de la « calculatrice humaine »

Invitez un ou une élève à jouer le rôle de la calculatrice. Les élèves qui jouent ce rôle se tiennent debout en avant de la classe, en face d'une grille de nombres reproduite sur un support de grand format (on peut aussi utiliser une grille projetée à l'aide d'un rétroprojecteur). Les autres élèves utilisent une calculatrice ordinaire. Demandez aux élèves d'entrer un nombre, par exemple 35, dans la calculatrice et demandez à la calculatrice humaine de montrer du doigt 35 sur la grille de nombres. L'objectif est de voir qui va aller le plus vite, la calculatrice humaine ou les élèves qui ont leur calculatrice en mains. Demandez à la calculatrice humaine et aux autres élèves d'additionner 25 au nombre initial et de donner la réponse dès qu'elle est affichée sur la calculatrice. La calculatrice humaine déplace son doigt verticalement de deux rangées vers le bas, de 35 à 55 et horizontalement de cinq colonnes vers la droite jusqu'à 60. Le plus souvent, c'est la calculatrice humaine qui l'emporte. Les élèves peuvent jouer tour à tour le rôle de la calculatrice humaine.

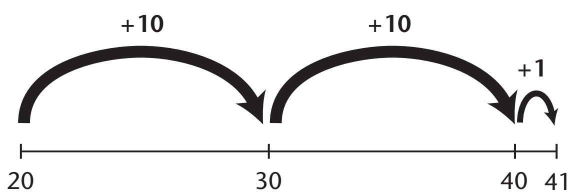
Cette activité peut se faire d'abord avec toute la classe, et plus tard, en petits groupes. Posez des questions de plus en plus difficiles, comme 35 + 20, + 21, + 22, – 20, – 30 et ainsi de suite. Confectionnez des cartes en inscrivant le nombre de départ sur un côté de la carte et le nombre à ajouter de l'autre côté. La calculatrice humaine met son doigt sur le nombre de départ, et les autres élèves entrent ce nombre dans leur calculatrice. Puis tournez la carte. N'écrivez pas toute la question sur le même côté. Si vous le faites, les élèves qui utilisent une calculatrice risquent d'être plus rapides.

Cette activité habitue les élèves à additionner par dizaines et non par unités.

Droite numérique ouverte

Les élèves doivent avoir déjà travaillé avec des droites numériques pour faire cette activité. Il est utile de reproduire à l'avance une droite numérique graduée jusqu'à 50 sur un support de grand format pour travailler avec toute la classe, et sur des feuilles ordinaires pour le travail individuel.

Présentez la droite numérique graduée jusqu'à 50. Demandez aux élèves d'utiliser la droite numérique pour calculer 20 + 21, puis d'échanger leurs réponses. (Quelques élèves auront peut-être additionné par unités jusqu'à 41, alors que d'autres auront réalisé qu'il est plus rapide de compter par intervalles de 10). Demandez aux élèves d'examiner les deux stratégies et de décider laquelle leur convient le mieux. Demandez-leur de démontrer leur stratégie. Montrez aux élèves comment un calcul tel que 20 + 21 peut se faire en commençant à 20, puis en sautant deux dizaines, soit de 20 à 30 puis à 40, et en additionnant enfin 1 de plus.



Affichez au babillard quelques-unes des stratégies utilisées sur la droite numérique et expliquez aux élèves qu'une stratégie fondée sur la droite numérique pourrait leur être utile pour résoudre des problèmes comportant des opérations sur les nombres à plusieurs chiffres. Durant la période d'objectivation, à la fin de la leçon, encouragez les élèves qui ont utilisé la stratégie illustrée ci-dessus à communiquer leur solution à la classe. Si personne n'a utilisé cette stratégie, modelez la façon dont peut être utilisée la droite numérique pour résoudre ce problème. Présentez le modèle chaque fois que les groupes communiquent leurs stratégies. Il n'est pas nécessaire d'avoir une stratégie que tous les élèves utiliseront – quelques élèves la trouveront trop facile et préféreront un moyen plus abstrait tandis que d'autres la trouveront trop abstraite jusqu'à ce qu'ils deviennent plus accoutumés à son utilisation. Mais ceux qui la trouvent utile s'en serviront.

Cette activité permet de développer des stratégies personnelles de calcul en utilisant une droite graduée.

Visez la cible

Cette activité peut se jouer d'abord avec toute la classe, en utilisant de grandes cartes ou un rétroprojecteur, et plus tard en petits groupes.

Confectionnez des cartes comportant divers nombres à deux chiffres. Au début, utilisez les cartes des dizaines (10, 20, 30, etc.) et plus tard, des cartes portant n'importe quel autre nombre à deux chiffres, comme 23, 47, etc. Les cartes sont des cartes à jouer.

10	20	30

Cartes à jouer (10, 20, ..., 100)

Confectionnez aussi les cartes qui serviront de cartes cibles (encore là, commencez par utiliser seulement les cartes des dizaines). Il est préférable de différencier les cartes à jouer des cartes cibles à l'aide de couleurs différentes. Placez les cartes en deux piles : une pile de cartes à jouer, une pile de cartes cibles. Une carte cible est retournée, par exemple 50. À tour de rôle, les élèves retournent une carte à jouer. En retournant sa carte à jouer, chaque élève doit dire le nombre qu'il faut additionner au nombre indiqué pour arriver au nombre de la carte cible. Par exemple, en tournant la carte 25, il lui faut dire le nombre qui doit être additionné à 25 pour faire 50 : « J'ai 25. Il me faut 25 de plus pour atteindre la cible 50. »

Les élèves peuvent recourir au besoin à la grille de nombres, à du matériel de base dix, à des droites numériques, etc. Il leur est aussi permis de faire des calculs sur papier. Les autres élèves doivent dire si, à leur avis, la réponse est juste. Si la réponse est considérée comme juste, l'élève garde la carte. Si les autres élèves ne sont pas d'accord avec sa réponse, il lui faut remettre la carte sous la pile. À la fin de la partie, l'élève qui a accumulé le plus de cartes gagne la partie. Les élèves peuvent se servir d'une calculatrice pour vérifier les réponses.

Ce jeu peut être modifié pour y inclure la soustraction. Si certaines cartes à jouer indiquent un nombre supérieur à celui de la carte cible, l'élève doit calculer le nombre qu'il faut soustraire du nombre de la carte à jouer pour arriver à celui de la carte cible. Si sa réponse est la bonne, l'élève garde la carte à jouer.

Cette activité aide les élèves à renforcer leur compréhension des stratégies servant à travailler les opérations sur les nombres à plusieurs chiffres.

J’ajoute

Confectionnez des cartes portant les nombres de 1 à 20. Placez les cartes à l’envers en une pile. Ce sont les cartes à jouer.

1	2	3

Cartes à jouer de 1 à 20

Confectionnez d’autres cartes portant des nombres représentant des dizaines (10, 20, 30, etc.) ou des centaines (100, 200, etc.) ou les deux. Placez les cartes à l’envers en une pile. Ce sont les cartes d’ajout.

100	200	300

Cartes d’ajout de 100 à 1 000

Retournez une carte d’ajout (c’est le nombre à additionner). À tour de rôle, les élèves retournent une carte de la pile des cartes à jouer. Il leur faut additionner le nombre qui y est inscrit au nombre de la carte d’ajout. Par exemple, si l’élève retourne un 2 de la pile des cartes à jouer et qu’il y a un 100 sur la carte d’ajout, il lui faut additionner les deux nombres. Si sa réponse est juste, l’élève garde la carte à jouer portant le 2 (les élèves peuvent utiliser une calculatrice, au besoin, pour vérifier la somme). La même carte d’ajout est utilisée pour un tour complet des élèves. Une autre carte d’ajout est ensuite retournée. La personne qui a le plus de cartes à la fin gagne la partie.

Ce jeu peut se jouer avec n’importe quelle variante de cartes à jouer ou de cartes d’ajout, mais il importe de commencer par des calculs simples. Plus tard, on pourra jouer avec des cartes portant des nombres comme 25, 27 ou 38. Les élèves peuvent recourir, au besoin, à une grille de nombres, à une droite numérique, etc. Les calculatrices ne peuvent être utilisées que pour vérifier les réponses.

Ce jeu peut être modifié pour y inclure la soustraction. Les cartes d’ajout deviennent les nombres de départ et les cartes à jouer les nombres à soustraire. Par exemple, s’il y a un 50 sur la carte d’ajout retournée et que l’élève retourne la carte à jouer 9, il lui faut soustraire 9 de 50. Si sa réponse est juste, l’élève garde la carte 9.

Ce jeu permet aux élèves d’améliorer leurs habiletés de calcul.

Le jeu du nombre cible

Les élèves forment un cercle. Un nombre de départ, un intervalle et un nombre cible sont choisis. Les élèves comptent à tour de rôle selon l'intervalle choisi. L'élève qui dit le nombre cible s'assoit et le jeu continue avec le même nombre de départ, le même intervalle et le même nombre cible jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'un ou une élève debout. L'élève qui gagne ainsi choisit le prochain nombre cible selon des critères définis par l'enseignant ou l'enseignante (p. ex., le nombre cible doit avoir le chiffre 5 à la position des unités).

Exemple :

> Le nombre cible est 101. Les élèves comptent par intervalles de 10 à tour de rôle en commençant à 21. Le comptage commence, 21, 31, 41... à tour de rôle, autour du cercle. L'élève qui dit 101 s'assoit et l'élève qui suit dans le cercle recommence à compter à partir de 21. Chaque élève qui arrive à la cible 101 s'assoit et la dernière ou le dernier debout gagne. Il importe de prévoir des grilles de nombres ou des droites numériques pour les élèves qui voudraient s'en servir comme stratégie de dénombrement.
>
> Variante du jeu plus exigeante : les élèves comptent par intervalles de 15 en commençant à 15. Chaque élève qui dit un nombre pair s'assoit. Par exemple 15, 30 (s'assoit), 45, 60 (s'assoit) et ainsi de suite. Dans ce cas, il n'y a pas de nombre cible mais plutôt un critère, soit de s'asseoir lorsqu'on dit un nombre pair.

Ce jeu développe l'habilité à compter par intervalles.

Le nombre gagnant

Pour ce jeu, utilisez des fiches sur lesquelles sont inscrits des critères (voir FR29 à l'annexe 10-2). Les élèves doivent travailler en équipe de deux ou trois. Chaque élève utilise du matériel de base dix pour créer un nombre à deux chiffres. Chaque équipe combine ses nombres à deux chiffres et inscrit la somme. Posez la question : « Quel est le nombre obtenu par votre groupe? Comment avez-vous obtenu ce nombre? » Discutez avec les élèves de la façon dont ils ont combiné leur matériel de base dix pour arriver au total (p. ex., en regroupant les dizaines et les unités, en créant une centaine). Ensuite, une carte de critères est retournée (ou tirée d'un sac) et lue à haute voix. Les groupes dont le nombre obtenu répond au critère inscrit sur la carte gagnent un point. Les élèves commencent alors le deuxième tour en créant à nouveau leur propre nombre à deux chiffres. Le jeu se poursuit jusqu'à ce qu'une équipe obtienne 5 points.

Pour enrichir le jeu, on peut mettre les élèves au défi de déterminer la différence entre le total auquel est arrivé leur groupe et un nombre cible. Par exemple, si le total d'un groupe est 130 et que le nombre cible est 250, le travail des équipes consisterait à trouver le nombre qu'il leur faudrait ajouter à leur total pour atteindre le nombre cible. Matériel de base dix, grilles de nombres, droites numériques, illustrations ou tout autre objet de manipulation pourraient leur être utiles pour déterminer ce nombre. Une fois que chaque équipe a trouvé la réponse pour atteindre le nombre cible, une carte de critère est choisie. Si le nombre trouvé répond au critère, l'équipe gagne un point.

Ce jeu permet de développer les habiletés de regroupement avec le matériel de base dix.

La solution d'abord

Posez aux élèves ce genre de question : « Supposons que la réponse à mon problème est : J'ai 16 équipes complètes et il me reste 3 joueurs. Quel pourrait être le problème? » (Solution possible : « Combien d'équipes de 5 joueurs est-il possible de constituer s'il y a 83 participants? »).

Ce type d'activité permet de développer le sens des opérations et les stratégies de calcul.

ALGORITHMES USUELS

Bien que les algorithmes créés par les élèves leur permettent d'élaborer des stratégies arithmétiques qui leur conviennent, la plupart des gens sont plus habitués à l'algorithme usuel d'Amérique du Nord qui leur a été enseigné à l'école. Ce n'est qu'après avoir acquis un sens du nombre et une bonne connaissance des stratégies personnelles pour effectuer les opérations arithmétiques de base que les élèves peuvent être initiés à « l'algorithme usuel ». Lorsqu'on initie les élèves aux algorithmes usuels, il est important de les aider à acquérir une bonne compréhension des opérations plutôt que de leur demander simplement de mémoriser des règles. Certains élèves préféreront utiliser l'algorithme usuel, alors que d'autres continueront à utiliser les stratégies souples élaborées en classe.

Plusieurs considérations devraient être prises en compte lorsqu'on présente les algorithmes usuels aux élèves :

- **Apprentissage antérieur –** Il faut que les élèves aient eu de multiples expériences leur ayant permis d'inventer des algorithmes souples pour effectuer une opération.
- **Langage mathématique –** Des termes comme « emprunt » et « retenue » sont trompeurs. Il est préférable de parler « d'échange et de regroupement ». Il faut porter une attention particulière à la façon de nommer le chiffre des dizaines dans un nombre à deux chiffres lorsqu'on décrit une opération. Il arrive que des élèves tombent dans le piège et nomment le chiffre des dizaines par son vocable de simple chiffre. Ainsi, au lieu de dire « Soustraire 20 de 30 » pour expliquer la réponse à un problème comme 35 – 22, ces élèves disent « Soustraire 2 de 3 ». Cela crée une méprise conceptuelle qui risque de perdurer, en particulier lorsque les élèves travaillent avec des nombres plus complexes, comme des nombres décimaux (les élèves du cycle moyen ont souvent de la difficulté à déterminer si la réponse à un problème est 0,32, 3,2 ou 32,0).

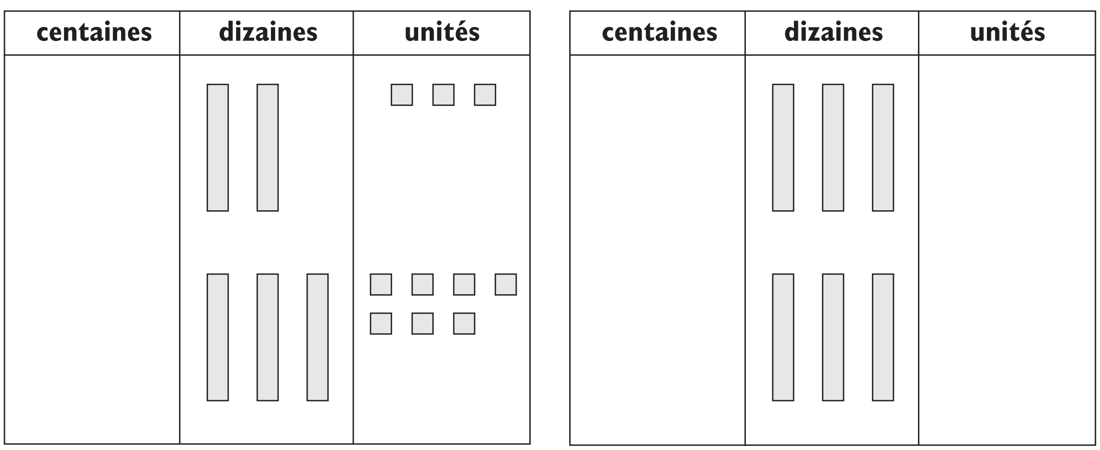
> Lors de l'utilisation d'un algorithme usuel, les élèves doivent comprendre les gestes qu'ils posent et la façon dont ils utilisent les chiffres.

- **Valeur de position –** La plupart des algorithmes usuels font appel au regroupement par dizaines, par centaines et ainsi de suite. Les élèves ont besoin d'utiliser du matériel de manipulation dans des activités qui portent sur le regroupement pour bien comprendre la valeur de position.

Étapes pour enseigner les algorithmes usuels

Certains enseignants et enseignantes pourront trouver utile d'enseigner les algorithmes usuels selon la méthode progressive proposée ci-dessous. Il faut avant tout se rappeler qu'il importe de commencer tout enseignement dans un contexte de résolution de problèmes, afin que les élèves puissent établir des relations entre le symbolisme de l'algorithme et son rôle dans la résolution de problèmes.

Représentation de l'algorithme : Les élèves ont besoin de nombreuses expériences leur permettant de se représenter les algorithmes au moyen de matériel de manipulation, afin de voir concrètement comment un nombre tel que 10 peut être décomposé en unités ou comment un nombre tel que 100 peut être décomposé en dizaines, et ainsi de suite. Ces expériences leur permettent de comprendre les actions posées de façon plus abstraite.



Enregistrement de l'algorithme : Après avoir eu de nombreuses occasions de se représenter l'algorithme concrètement, les élèves peuvent commencer à l'enregistrer sous forme écrite. À ce stade, il vaut mieux qu'un tel enregistrement soit accompagné d'une représentation concrète. (Si les élèves travaillent à deux, l'un ou l'une des deux effectue la représentation concrète tandis que l'autre écrit l'algorithme.)

Utilisation de l'algorithme : Même lorsque les élèves sont en mesure d'utiliser un algorithme usuel sans l'appui de matériel concret ou visuel, il importe de revoir régulièrement le sens de l'algorithme et ce qu'il représente (p. ex., les dizaines sont regroupées en une centaine). À mesure que les élèves utilisent l'algorithme usuel, il leur faudrait en expliquer les diverses étapes; par exemple, pour expliquer la réponse à un problème tel que 23 – 18, l'élève pourrait dire : « J'ai changé un 10 du 20 pour ajouter 10 dans les unités, de sorte que maintenant j'ai 13 unités. » On devrait également encourager les élèves à réfléchir à des façons autres que l'algorithme usuel pour effectuer l'opération (p. ex., montrer trois façons d'additionner 122 et 19).

Pour décider s'il vaut mieux utiliser l'algorithme usuel ou un algorithme personnel, il faut toujours réfléchir à la situation et aux nombres utilisés. Lorsqu'il s'agit de remettre de la monnaie sur un achat au magasin, par exemple, le recours à un algorithme souple qui consiste à compter à partir du coût de l'achat jusqu'au montant versé par le client ou la cliente est beaucoup plus efficace que l'algorithme usuel, du moins pour les soustractions de nombres à plusieurs chiffres. De même, on considérera sans doute qu'il n'est pas nécessaire d'utiliser les étapes complexes enseignées dans l'algorithme usuel pour effectuer un calcul comme 2 000 – 10; un simple compte à rebours par 10 donnera la réponse la plus rapide pour toute personne qui sait ce qu'elle fait et pourquoi elle le fait. En revanche, pour effectuer un calcul comportant plusieurs nombres, il peut être plus approprié d'utiliser l'algorithme usuel et de faire le calcul sur papier.

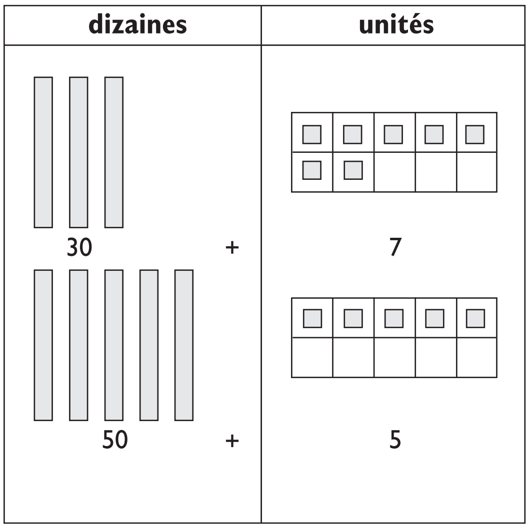
STRATÉGIES POUR FACILITER LA COMPRÉHENSION DES ALGORITHMES USUELS

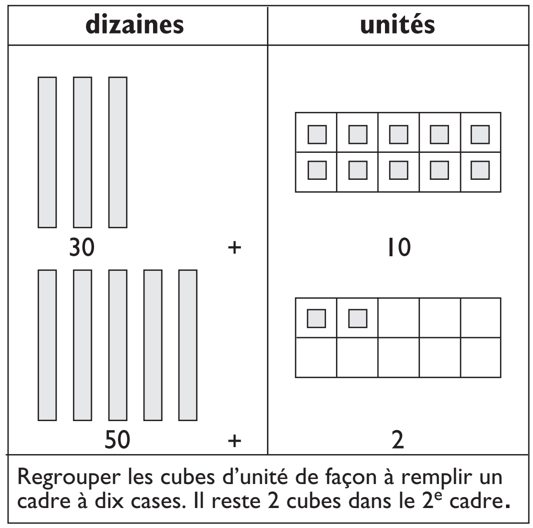
Il est important de proposer aux élèves plusieurs activités d'exploration des algorithmes usuels en utilisant du matériel de manipulation tel que le tapis de valeur de position, les cubes emboîtables, les cadres à dix cases, le matériel de base dix, etc. L'utilisation du matériel de manipulation, et d'autres représentations, dans le cadre de résolution de problèmes, favorise le développement de la compréhension conceptuelle de l'addition, de la soustraction, de la multiplication et de la division sur les nombres à plusieurs chiffres. Il s'agit de présenter un problème aux élèves et de leur donner l'occasion de le résoudre par eux-mêmes. L'enseignant ou l'enseignante doit leur fournir plusieurs occasions de créer leurs propres algorithmes, d'expliquer leurs stratégies ainsi que les raisons qui motivent leurs choix. Il est primordial de donner aux élèves la chance et le temps d'explorer plus en profondeur les algorithmes et de favoriser les échanges. Il est important de les encourager à travailler à deux (un ou une élève prend en note les étapes de la démarche alors que l'autre travaille avec la représentation concrète). La compréhension du sens des étapes d'un algorithme usuel se développe lorsque l'enseignant ou l'enseignante permet aux élèves de le comparer à leur propre algorithme afin d'établir des liens entre les deux démarches comme « additionner de gauche à droite et combiner ».

Additions avec regroupement sur les nombres à plusieurs chiffres
(Van de Walle et Folk, 2005, p. 191)

Il est important que les élèves puissent s'exercer à échanger des groupes de 10 unités en dizaines, des groupes de 10 dizaines en centaines, etc. Ils ont besoin de l'appui de représentations visuelles de regroupements afin de développer une compréhension conceptuelle de l'algorithme.

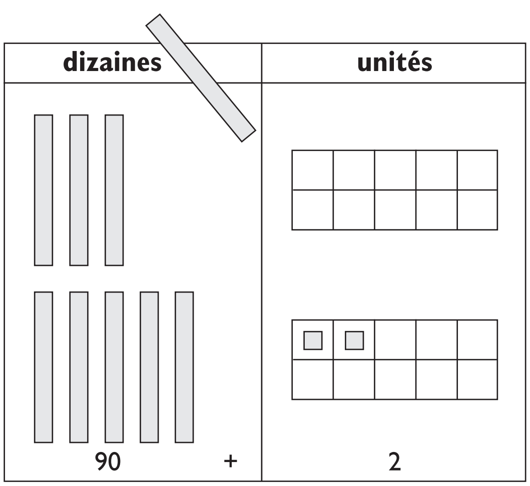
37 + 55





En utilisant un tapis de valeur de position, les élèves représentent chaque nombre avec du matériel de base dix. En tentant de regrouper les 12 unités (cubes d'unité) en dizaine, ils voient qu'il est possible de remplir un cadre à dix cases et qu'il reste 2 unités. Les élèves échangent les 10 unités pour une dizaine (languette) qu'ils ajoutent au côté gauche du tapis. Il reste 2 unités du côté droit. Ils déterminent par la suite le nombre total de dizaines et d'unités. Il y a 9 dizaines (donc pas assez pour faire un échange avec une planchette de 100) et 2 unités, c'est-à-dire 92.

Donc, 37 + 55 font 92



Échanger 10 unités pour une dizaine et la placer à gauche.

Le montant total est 92, soit 9 dizaines et 2 unités.

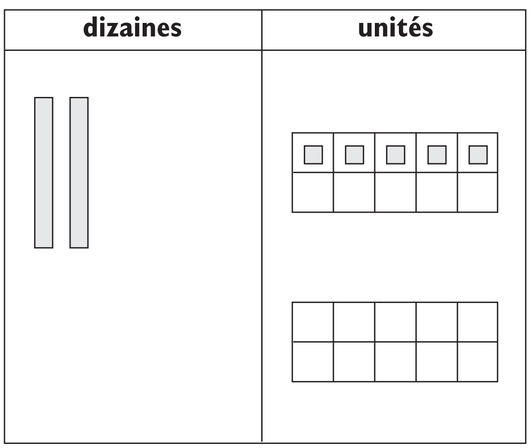
Soustractions avec échange sur les nombres à plusieurs chiffres

(Van de Walle et Folk, 2005, p. 193)

L'exploration de la soustraction avec échange en favorise la compréhension conceptuelle. L'enseignant ou l'enseignante devrait encourager les élèves à utiliser le tapis de valeur de position et du matériel de base dix pour modéliser la soustraction avec échange. Les élèves peuvent travailler à deux. Ils peuvent passer à la forme écrite de l'algorithme une fois qu'ils en ont développé une solide compréhension par l'entremise de modèles.

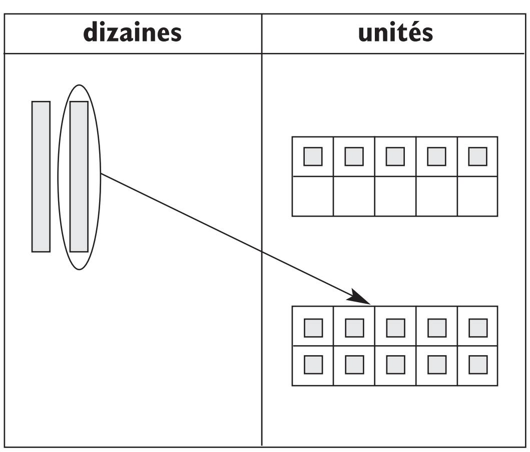
Dans le cas du problème 25 – 18, les élèves représentent le premier nombre (25) avec du matériel de base dix sur la portion supérieure du tapis de valeur de position. Ne pouvant pas retirer 8 unités puisqu'il n'y en a que 5, les élèves échangent une dizaine pour 10 unités.

25 – 18



$$\begin{array}{r} 25 \\ \underline{-18} \end{array}$$

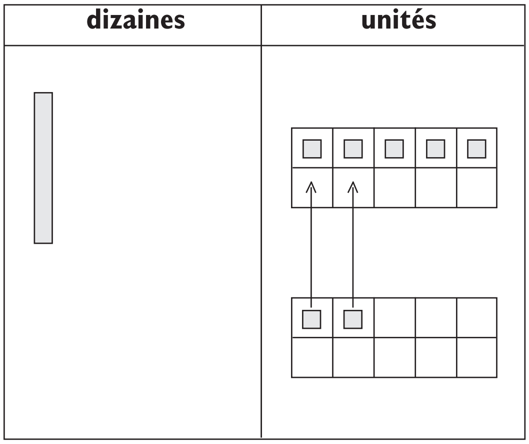
On ne peut pas retirer 8 unités puisqu'il n'y en a que 5.



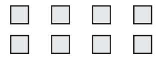
Échanger une dizaine pour 10 unités. Avec 15 unités, il est maintenant possible d'en retirer 8.

$$\begin{array}{r} \overset{1}{\cancel{2}}\overset{15}{\cancel{5}} \\ \underline{-18} \end{array}$$

Ils obtiennent ainsi un groupe de 15 unités à partir duquel il leur est maintenant possible d'en retirer 8 de sorte qu'il en reste 7. Il faut encourager les élèves à regrouper les unités sur le tapis afin de mieux organiser leur travail.



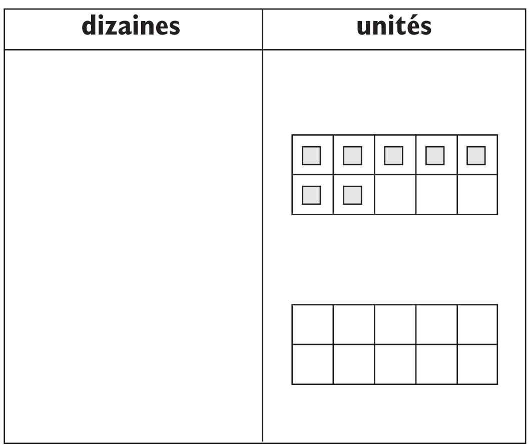
Retirer 8 unités.



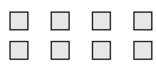
Il reste 7 unités.

$$\begin{array}{r} \overset{1}{\cancel{2}}\overset{15}{\cancel{5}} \\ -18 \\ \hline 7 \end{array}$$

Les élèves retirent maintenant une dizaine et la place à l'extérieur du tapis.



Retirer une dizaine et la placer à l'extérieur du tapis.



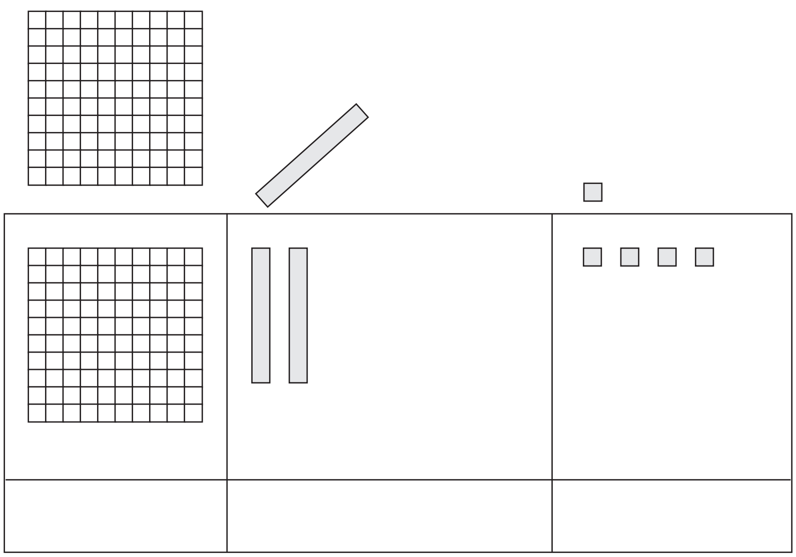
$$\begin{array}{r} 25 \\ -18 \\ \hline 7 \end{array}$$

Il ne reste que les 7 unités : 25 – 18 = 7.

Il faut prêter une attention particulière aux soustractions portant sur des nombres comportant un 0 à la position des unités ou des dizaines. Van de Walle et Folk (2005, p. 193) suggèrent qu'il est plus efficace d'aborder cette problématique lorsque les élèves travaillent avec le matériel de manipulation. Il importe de donner aux élèves l'occasion de discuter des différentes stratégies utilisées pour effectuer des soustractions avec de tels nombres.

La modélisation de l'algorithme usuel de l'addition et de la soustraction, présentée ci-dessus, peut aussi servir dans le cas d'additions et de soustractions avec des nombres à trois chiffres et même avec les nombres décimaux. Il est essentiel d'attirer l'attention des élèves sur la valeur de chacun des chiffres qui composent ces nombres. Par exemple, pour calculer 246 + 157, il est préférable de dire « j'additionne 200 et 100 » plutôt que de dire « j'additionne 2 et 1 ». Les élèves doivent toujours être conscients de la relation entre le chiffre et sa valeur de position.

Donner l'occasion aux élèves de modéliser des additions et des soustractions avec regroupement sur des nombres à plusieurs chiffres leur permet de visualiser les étapes de l'algorithme usuel correspondant. Les étapes d'un algorithme ne sont pas hors contexte lorsqu'il y a présence d'une compréhension conceptuelle. Les élèves qui ont oublié une étape de l'algorithme usuel peuvent toujours arriver à trouver une solution au problème puisqu'ils possèdent l'habileté à recourir à un algorithme personnel. Avec de la pratique à modéliser, les élèves peuvent passer à l'enregistrement écrit de l'algorithme usuel en utilisant des tableaux vierges pour garder une trace des étapes modélisées sur le tapis de valeur de position.

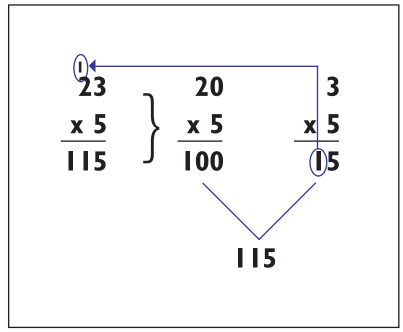


centaines	dizaines	unités
1	2	4

Multiplications de nombres à plusieurs chiffres

(Van de Walle, 2005 et Folk, p. 196)

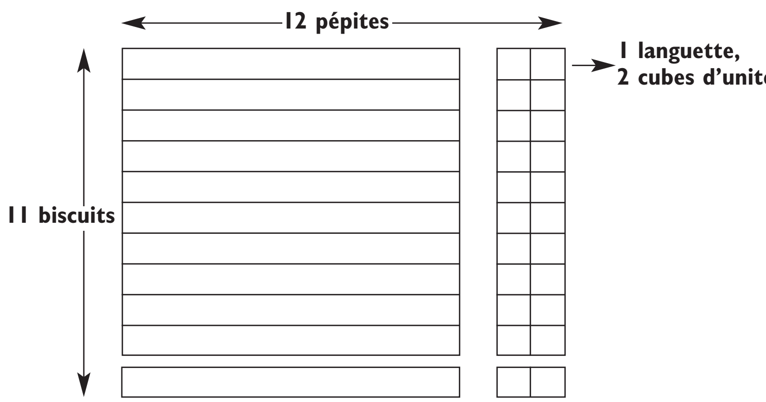
L'enseignement de la multiplication dans un contexte de résolution de problèmes incite les élèves à créer leurs propres stratégies de calcul et les aide à développer une compréhension du sens de cette opération ainsi que du fonctionnement de l'algorithme usuel de la multiplication. Le fait de modéliser la multiplication à l'aide de matériel de base dix ou de dispositions rectangulaires leur permet de renforcer leur compréhension des concepts sous-jacents à cette opération arithmétique. Il importe donc de donner aux élèves le temps nécessaire pour qu'ils développent cette compréhension conceptuelle avant de les exposer à l'algorithme usuel.



Modélisation à l'aide de matériel de base dix

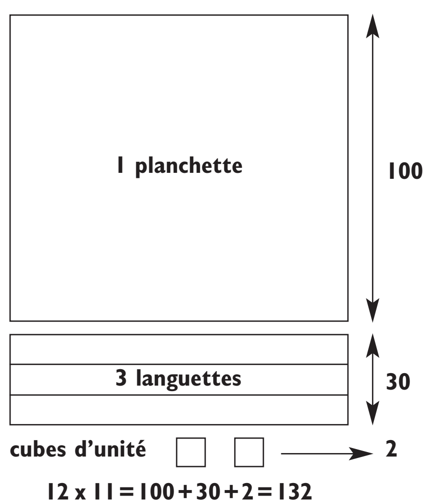
Les élèves pourront choisir d'utiliser le matériel de base dix pour modéliser une multiplication de nombres à plusieurs chiffres lorsque les nombres ne sont pas trop grands comme dans le problème suivant : *Sur chaque biscuit dans un sac, il y a 12 pépites de chocolat. Combien y a-t-il de pépites en tout sur 11 biscuits?* Pour représenter les 12 pépites sur un premier biscuit, ils placent horizontalement sur leur pupitre 1 languette et 2 cubes d'unité. Ils répètent ensuite cette disposition 10 autres fois afin de représenter le fait qu'il y a 11 biscuits.

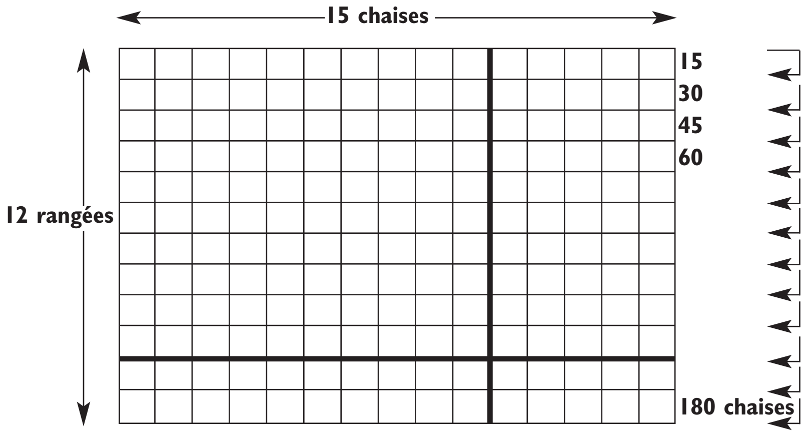
En regroupant les languettes et les cubes d'unité comme ci-dessus, les élèves sont en mesure de constater qu'il est possible de remplacer 10 languettes par 1 planchette et 20 cubes d'unité par 2 languettes. Ils ont alors 1 planchette, 3 languettes et 2 cubes d'unité, ce qui représente le nombre 132. Ils pourront alors conclure qu'il y a 132 pépites en tout sur les 11 biscuits (12 x 11 = 132).



Modélisation à l'aide de dispositions rectangulaires

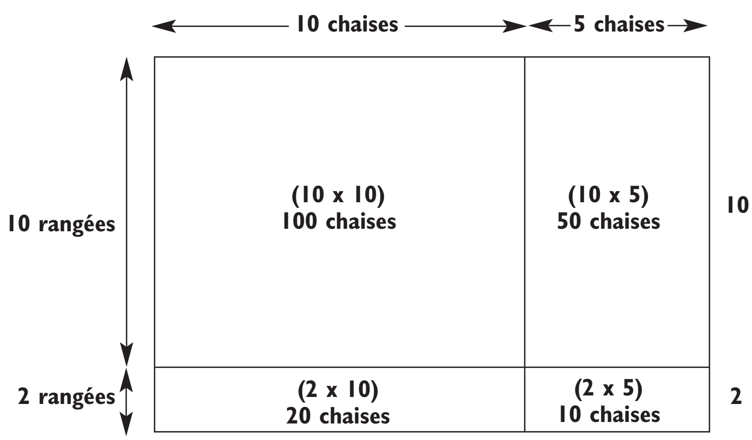
Certains problèmes se prêtent plus naturellement à l'utilisation de dispositions rectangulaires. Par exemple : *Dans le gymnase, on place pour un spectacle 12 rangées de 15 chaises chacune. Combien y a-t-il de chaises en tout?*





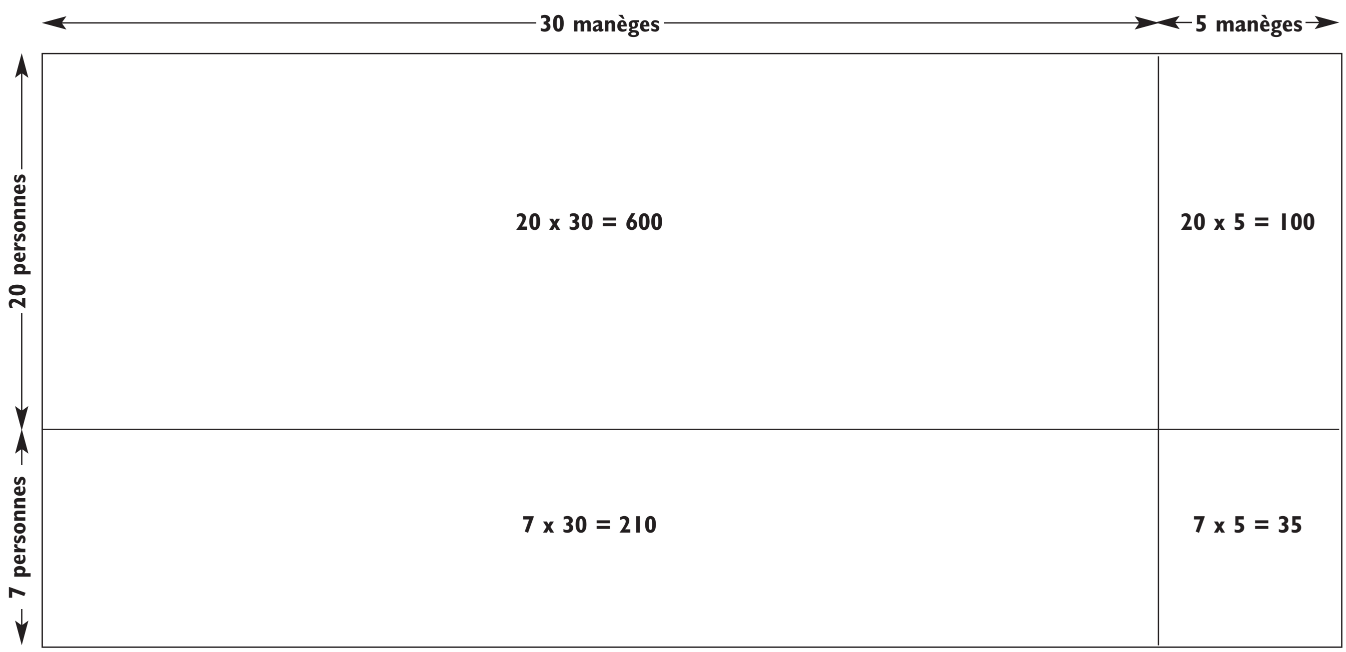
La disposition rectangulaire permet de visualiser la situation en représentant chacune des chaises. Les élèves peuvent alors utiliser l'addition répétée et compter par intervalles de 15 (15, 30, 45...) afin de déterminer qu'il y a 180 chaises en tout.

Certains élèves pourront choisir de décomposer 15 (10 et 5) et 12 (10 et 2) de façon à faire un lien avec le matériel de base dix (languettes et cubes d'unité). La disposition rectangulaire correspondante est alors plus abstraite puisqu'on y représente des regroupements de chaises plutôt que chacune des chaises.



Cette disposition rectangulaire est cependant plus facile à tracer et elle met en évidence la possibilité de déterminer le nombre total de chaises à partir d'une somme de quatre produits partiels (p. ex., 10 rangées de 10 chaises donnent 100 chaises, 10 rangées de 5 chaises donnent 50 chaises...). Au total, il y a donc 100 + 50 + 20 + 10 = 180 chaises. On peut aussi voir dans cette disposition rectangulaire la représentation d'une planchette (100), de 7 languettes (70) et de 10 cubes d'unité (10). Les élèves peuvent également faire le lien avec le concept d'aire (p. ex., on obtient 4 rectangles d'aire 100, 50, 20 et 10 unités carrées).

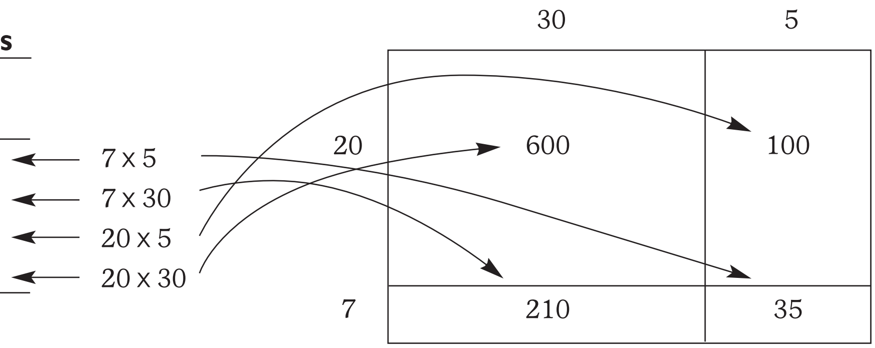
Au fur et à mesure que les élèves développent l'habileté à utiliser les dispositions rectangulaires et qu'ils comprennent la stratégie de faire la somme de produits partiels liés au concept d'aire, ils sont en mesure de résoudre des problèmes de multiplication sur des nombres plus grands. Il suffit de décomposer chacun des deux facteurs en fonction des dizaines et des unités. La disposition rectangulaire est encore utile pour représenter la décomposition et les produits partiels comme l'illustre l'exemple suivant : *Il y a 35 manèges à la foire. Chaque manège accommode 27 personnes. Combien peut-il y avoir de personnes dans tous les manèges?*



Lorsque le nombre 35 est décomposé en 30 et 5, et que le nombre 27 est décomposé en 20 et 7, on se trouve à réduire le produit 35 x 27 à la somme de quatre produits partiels faciles à calculer, soit (20 x 30) + (20 x 5) + (7 x 30) + (7 x 5), pour un total de 945 personnes.

L'enseignant ou l'enseignante peut à ce moment proposer aux élèves de noter ces produits partiels dans un tableau de valeur de position comme ci-dessous :

centaines	**dizaines**	**unités**
	3	5
x	2	7
	3	5
2	1	0
1	0	0
6	0	0
9	4	5



L'ordre dans lequel les élèves inscrivent leurs produits partiels dans le tableau n'a pas d'importance. Lorsque les élèves auront maîtrisé l'utilisation d'un tableau de valeur de position pour noter les produits partiels associés à une multiplication quelconque, l'enseignant ou l'enseignante pourra leur présenter l'algorithme usuel de la multiplication. Il importe de mettre en évidence le lien entre les étapes de l'algorithme et celles dans le tableau de valeur de position. Les élèves comprendront alors que l'algorithme usuel de la multiplication n'est qu'une façon rapide de réduire la multiplication à une somme de produits partiels.

centaines	**dizaines**	**unités**
	3	5
x	2	7
	3	5
2	1	0
1	0	0
6	0	0
9	4	5

$$
\begin{array}{rl}
1 & \\
\cancel{3} & \\
35 & \\
\times\ 27 & \\
\hline
245 & (7 \times 35) \\
+\ 700 & (20 \times 35) \\
\hline
945 &
\end{array}
$$

Divisions de nombres à plusieurs chiffres (Van de Walle et Folk, 2005, p. 200)

Il est également important de présenter aux élèves la division dans un contexte de résolution de problèmes. Il y a principalement deux sortes de problèmes de division : ceux associés à la soustraction répétée et ceux associés au partage ou à la répartition égale. Il est important que les élèves soient confrontés aux deux types de problèmes et qu'ils utilisent leurs propres stratégies pour les résoudre.

Exemple de problème associé à la soustraction répétée

Mme Langlois a 226 gommettes. Tous les jours, elle donne 35 gommettes à ses élèves. Au bout de combien de jours Mme Langlois aura-t-elle donné toutes ses gommettes?

Pour résoudre ce problème, les élèves peuvent soustraire successivement 35 gommettes en prenant soin de garder un compte du nombre de soustractions effectuées.

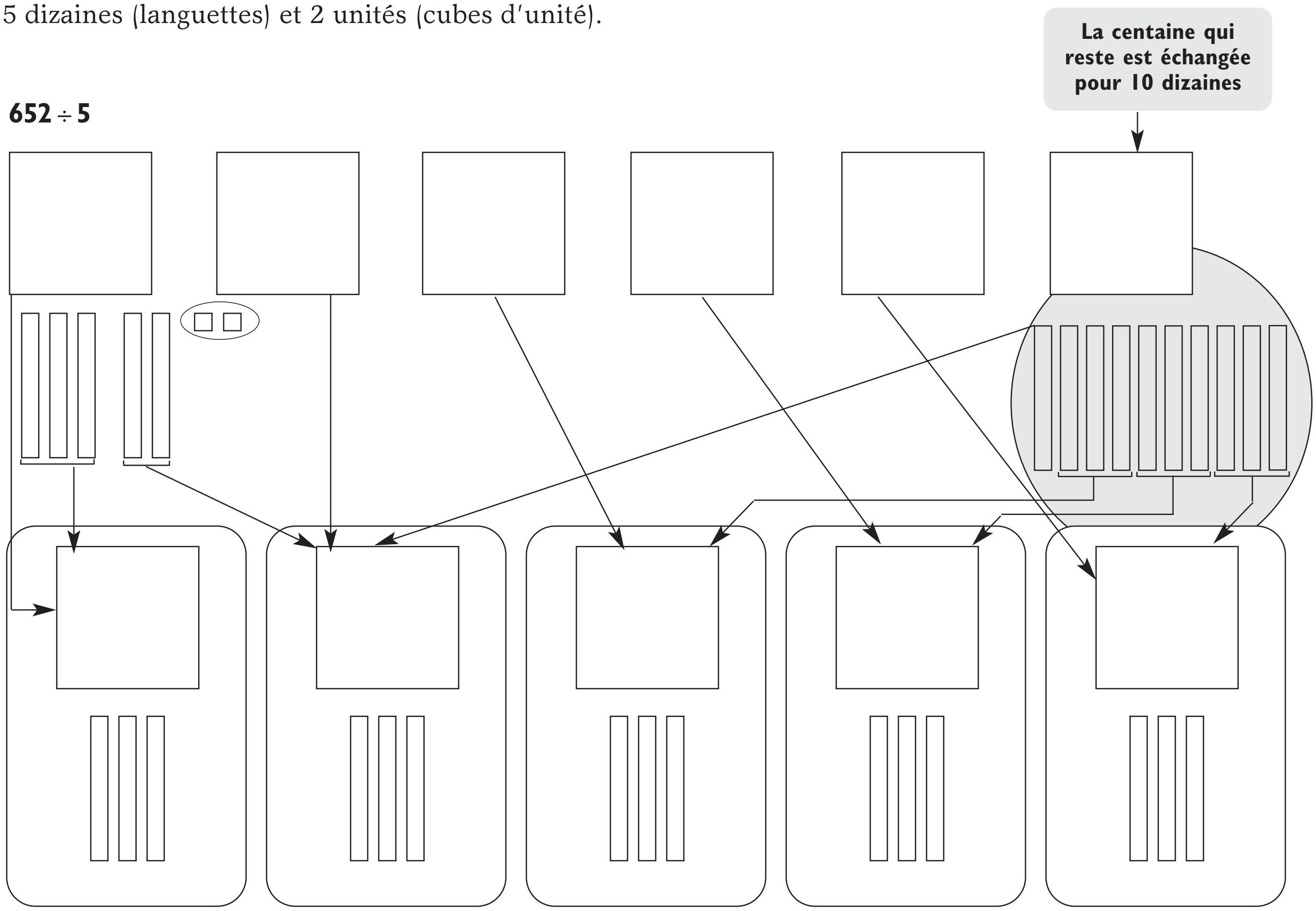
$$
\begin{array}{r|l}
226 & \\
-\ \ 35 & 1 \\ \hline
191 & \\
-\ \ 35 & 2 \\ \hline
156 & \\
-\ \ 35 & 3 \\ \hline
121 & \\
-\ \ 35 & 4 \\ \hline
86 & \\
-\ \ 35 & 5 \\ \hline
51 & \\
-\ \ 35 & 6 \\ \hline
16 &
\end{array}
$$

Ils pourront alors conclure que Mme Langlois sera en mesure de donner des gommettes pendant 6 jours et qu'il lui restera 16 gommettes (226 ÷ 35 = 6, reste 16).

Exemple de problème associé au partage ou à la répartition égale

Annick a 652 ballons qu'elle veut donner à 5 de ses amies. Combien de ballons recevra chaque amie?

Les problèmes de partage se prêtent bien à l'utilisation du matériel de base dix parce que cela permet aux élèves de visualiser le partage et de développer une compréhension de l'algorithme usuel de la division. Pour résoudre le problème, les élèves représentent d'abord le nombre 652 en plaçant sur leur pupitre 6 centaines (planchettes), 5 dizaines (languettes) et 2 unités (cubes d'unité).



Ils partagent d'abord les centaines, une pour chaque amie. Il leur en reste une qui est échangée pour 10 dizaines. Ils ont alors 15 dizaines et 2 unités. Ils partagent ensuite les 15 dizaines également de sorte que chaque amie en reçoit 3. Les 2 unités qui restent ne peuvent pas être partagés en parts égales entre les 5 amies. Les élèves peuvent alors conclure que chaque amie recevra 130 ballons (1 centaine et 3 dizaines) et qu'il restera 2 ballons (652 ÷ 5 = 130, reste 2). Cette modélisation permet aux élèves de visualiser le partage et de construire une compréhension conceptuelle de la division. L'enseignant ou l'enseignante peut aider les élèves à faire des liens entre le partage du matériel de base dix et les étapes de l'algorithme usuel de la division.

« Peut-on diviser également les centaines? Combien doit-on en placer dans chaque groupe? »

$$\begin{array}{r} 1 \\ 5\overline{)652} \\ -5 \\ \hline 1 \end{array}$$

On doit placer 1 centaine dans chaque groupe et il en reste 1.

« Si on échange une centaine qui reste pour 10 dizaines, combien de dizaines aurons-nous? »

$$\begin{array}{r} 1 \\ 5\overline{)652} \\ -5 \\ \hline 15 \end{array}$$

Nous aurons 15 dizaines.

« Peut-on diviser également les dizaines? Combien doit-on en placer dans chaque groupe? »

$$\begin{array}{r} 13 \\ 5\overline{)652} \\ -5 \\ \hline 15 \\ -15 \\ \hline 0 \end{array}$$

On doit placer 3 dizaines dans chaque groupe et il n'en reste pas.

« Combien d'unités avons-nous? » Nous avons 2 unités.

« Peut-on diviser également les unités? »

$$\begin{array}{r} 130 \\ 5\overline{)652} \\ -5 \\ \hline 15 \\ -15 \\ \hline 02 \\ -0 \\ \hline 2 \end{array}$$

Il nous reste 2 unités qui ne peuvent être partagés en parts égales.

Donc, 652 ÷ 5 = 130, reste 2

Une autre façon d'effectuer la division est de recourir à une somme de quotients partiels fondés sur ses connaissances antérieures. Cette stratégie a l'avantage de développer le sens de l'ordre de grandeur des nombres. Par exemple, pour partager les 652 ballons, les élèves peuvent d'abord reconnaître qu'il est possible de distribuer 50 ballons à chacunes des 5 amies. Ils calculent alors que ce partage correspond à distribuer 250 ballons et qu'il en restera 402.

$$\begin{array}{r|l} 5\overline{)652} & \\ -250 & \text{50 ballons} \\ \hline 402 & \end{array}$$

Puisqu'il reste un plus grand nombre de ballons que ce qu'ils viennent de distribuer, ils peuvent choisir d'augmenter la prochaine estimation à 60 ballons. Ceci correspond à distribuer 300 autres ballons. Il en reste maintenant 102.

5) 652	
250	50 ballons
402	
300	60 ballons
102	

Finalement, ils peuvent conclure qu'il est encore possible de distribuer 20 ballons à chaque amie, pour un total de 100 ballons, et qu'il restera 2 ballons. Au total, on a donc distribué 50 + 60 + 20 = 130 ballons.

5) 652	
250	50 ballons
402	
300	60 ballons
102	
100	20 ballons
2	130 ballons, reste 2

Cette démarche permet à l'élève d'effectuer une division à partir de ce qu'il connaît. Même si la démarche de l'élève a plusieurs étapes, elle permet en général d'éliminer les erreurs de calcul puisque qu'il utilise des calculs connus.

5) 652	
– 50	10 ballons
602	
– 100	20 ballons
502	
– 100	20 ballons
402	
– 200	40 ballons
202	
– 200	40 ballons
2	130 ballons, reste 2

ESTIMATION

L'estimation est une habileté importante associée aux opérations sur les nombres à plusieurs chiffres. Cette habileté aide les élèves à développer le sens du nombre et à l'utiliser pour comprendre chacune des étapes des algorithmes usuels.

Le but de l'estimation n'est pas d'arriver à une réponse exacte, mais à une approximation logique. Des questions comme « La réponse est-elle moins que 25? plus que 10? » aident les élèves à reconnaître les possibilités et à évaluer la vraisemblance de leurs réponses. Le tableau ci-dessous présente quelques-unes des stratégies que l'enseignant ou l'enseignante peut utiliser pour aider les élèves à développer l'habileté à estimer. Il faut éviter d'enseigner ces stratégies comme des termes et des démarches à mémoriser ou à utiliser constamment. L'enseignant ou l'enseignante peut s'en servir pour aider les élèves à mieux comprendre ce qu'ils font et pourquoi ils le font; elles peuvent être présentées aux élèves seulement lorsque l'occasion se présente. Il ne faut donc pas s'attendre à ce que les élèves utilisent toutes ces stratégies, du moins pas avant les dernières années d'études du cycle primaire.

Stratégies d'estimation

Regroupement

Le regroupement est utile lorsque les nombres sont plus faciles à calculer. Le regroupement permet d'effectuer une addition répétée (100 + 100) ou une multiplication (2 x 100).

81
37 → 100
12 → 100
+ 62

Chaque regroupement est près de 100.

La réponse est près de 200.

Les nombres pratiques

La stratégie des nombres pratiques consiste à utiliser les nombres qui sont faciles à manier. Dans l'addition et la soustraction, les élèves cherchent les nombres dont la somme ou la différence est près d'un 7 multiple de 10.

49
22
+ 53

À peu près 70.

La réponse est à peu près 120.

Dans le cas de la multiplication, les élèves utilisent des nombres qui sont près d'un multiple de 10 ou encore des nombres comme 5, 15 ou 25.

24
X 6

24 est près de 25.
25 X 6 = 150.

La réponse à 24 x 6 est un peu moins que 150.

Estimation par la gauche

Dans ce type d'estimation, on effectue l'opération en se servant du chiffre de gauche. On peut ensuite obtenir une estimation plus précise en regardant le reste des nombres et en ajustant la réponse au besoin.

763
– 325

700 – 300

Le reste des nombres indique que la réponse se situera autour de 440.

L'exemple présenté à la droite montre comment l'estimation par la gauche peut servir dans le cas de la multiplication.

324
X 26

300 X 20 = 6 000.

La réponse est un peu plus que 6 000.

Arrondissement

L'arrondissement est une méthode d'estimation plus complexe que l'estimation par la gauche. Elle exige deux étapes : d'abord arrondir chaque nombre, puis calculer l'estimation.

621 → 600
485 → 500
+ 252 → + 300
1 400

Dans le cas de la multiplication, les élèves peuvent arrondir chaque facteur à la dizaine la plus près.

51
X 85

Arrondir 51 à 50 et 85 à 90.
50 X 90 = 4 500.

La réponse se situe près de 4 500.

Tiré de Waterloo County Board of Education, *Addition and Substraction of Whole Numbers*, p. 25, et *Multiplication and Division*, p. 30–31, traduction libre et adaptation.

Bien des élèves ne saisissent pas l'importance et la pertinence de l'estimation. Ils croient que l'estimation est une façon d'arriver à la réponse exacte, de sorte qu'il leur semble nécessaire de changer leur estimation après avoir effectué un calcul précis. En offrant chaque jour aux élèves de nombreuses occasions de s'exercer à estimer, on peut les aider à améliorer cette habileté et ainsi à développer le sens de l'estimation et son utilité dans le quotidien. Voici quelques suggestions d'activités.

Demandez aux élèves d'estimer :

- Le nombre de cahiers dans la classe. Posez la question suivante : « Y en a-t-il plus de 20? Y en a-t-il moins de 100? »;
- Le nombre de jours jusqu'à la fin de l'année. Posez la question suivante : « Il en reste moins de quel nombre ? Il en reste plus de quel nombre? »;
- Le nombre de pièces dans l'école. Posez la question suivante : « Y en a-t-il plus de 5? Y en a-t-il moins de 20? »;
- Le nombre d'enseignants à l'école. Posez la question suivante : « Y en a-t-il plus de 8? Y en a-t-il moins de 20? »;
- Le nombre de ballons de ballon-panier au gymnase. Posez la question suivante : « Y en a-t-il plus de 10? Y en a-t-il moins de 25? ».

Une estimation fournit aux élèves un guide leur permettant de déterminer si leur solution est vraisemblable.

Les élèves qui ont de multiples occasions de faire des estimations ont de meilleures chances de comprendre l'importance d'estimer et de raisonner de façon logique lorsqu'ils travaillent avec de grands nombres.

La compréhension conceptuelle des opérations fondamentales ainsi que l'aptitude des élèves à effectuer des opérations mathématiques avec des nombres à un ou plusieurs chiffres de manière efficiente et efficace s'acquièrent dans des contextes de résolution de problèmes. L'image que les élèves ont d'eux-mêmes en tant que mathématiciens et mathématiciennes a un effet considérable sur leur confiance en eux et leur volonté d'apprendre.

Annexe 10-1 : Directives relatives aux jeux et aux activités

Dominos en escalier

Stratégie : 1 de plus et 2 de plus (ou 1 de moins et 2 de moins)

Matériel

- un ensemble de dominos (environ 15 dominos par élève participant au jeu)
- une carte d'indice de stratégie (FR1)

La carte de stratégie que les élèves utiliseront est préalablement choisie pour cette activité. Les élèves peuvent jouer en groupe de deux ou de quatre. Tous les dominos sont placés à l'envers et chaque élève en pige sept. Un domino est retourné et placé au centre de l'espace de jeu. À tour de rôle, les élèves utilisent la stratégie inscrite sur la carte d'indice pour choisir un domino de leur pile et le placer à côté du domino retourné. Aux tours suivants, les dominos peuvent être appariés aux différents dominos retournés. Si la stratégie indiquée est « 1 de plus » et que le domino retourné a un 2 et un 5, l'élève doit avoir un domino ayant un 3 ou un 6 pour pouvoir l'apparier. Si l'élève n'a pas de domino à apparier, il lui faut choisir un autre domino dans la réserve et essayer de faire une paire selon l'indice. Si c'est impossible, son tour est terminé et c'est à l'élève qui suit de jouer. Le jeu continue jusqu'à ce qu'une joueuse ou un joueur ait placé tous ses dominos.

Variante : Donner deux cartes de stratégie à la fois (n'importe quelle combinaison de 1 de plus, 2 de plus, 1 de moins, 2 de moins), de sorte que les élèves puissent utiliser l'une ou l'autre des stratégies pour apparier les dominos.

Rouli-Roulo

Stratégie : 1 de plus et 2 de plus (ou 1 de moins, 2 de moins et les faits numériques de base relatifs à 0)

Matériel

- des grilles Rouli-Roulo (FR2), une par élève
- un cube numéroté à dix faces ou une roulette numérotée de 0 à 9 (FR3)
- des cubes numérotés portant les indices + 1 et + 2 (ou une roulette, voir FR3)
- des jetons

Les élèves peuvent jouer en équipe de deux, quatre ou six. Chaque élève reçoit une grille Rouli-Roulo et inscrit un nombre dans chaque case. Les élèves peuvent utiliser les nombres de 1 à 11 et répéter n'importe quel nombre à leur gré. Toutes les grilles Rouli-Roulo auront donc des combinaisons différentes de nombres de 1 à 11. L'élève qui joue en premier lance le cube à dix faces (ou utilise la roulette numérotée de 0 à 9) et lance le cube portant les indices + 1 ou + 2 (ou se sert de la roulette où figurent les indices + 0, + 1, + 2). L'élève énonce la phrase mathématique que donnent les cubes (ou les roulettes, par exemple 4 + 1), et annonce le résultat du Rouli-Roulo. Les élèves qui ont ce nombre sur leur grille placent un jeton sur une case. Le jeu se termine lorsqu'un ou une élève a recouvert toutes les cases d'une rangée de sa grille.

Variante : Donner aux élèves un cube polyédrique (12 ou 20 faces, ou une roulette ayant des nombres plus élevés).

Les élèves pourraient utiliser des cubes numérotés portant davantage d'indices, soit + 1, + 2, – 1, – 2 (ou une roulette où figurent les indices + 0, + 1, + 2, – 0, – 1, – 2, voir FR3).

Un petit tour en ascenseur

Stratégie : 1 de plus et 2 de plus (ou 1 de moins, 2 de moins et les faits numériques de base relatifs à 0)

Matériel

- des feuilles du jeu *Un petit tour en ascenseur* (FR4)
- un jeton par élève (chaque élève devrait avoir un jeton de couleur différente)
- un cube numéroté portant les indices + 0, + 1 et + 2 (ou une roulette, voir FR3)

Les élèves jouent à deux et commencent au rez-de-chaussée de l'immeuble d'appartements. L'élève qui joue en premier lance le cube numéroté (ou fait tourner la roulette) et avance, le cas échéant, son jeton selon l'indice sorti (+ 0, + 1, + 2) pour monter aux étages supérieurs de l'immeuble. Les élèves lancent ainsi le cube à tour de rôle et leur jeton « prend l'ascenseur ». Le premier qui arrive en haut de l'immeuble gagne la partie. Au 19^{e} étage, pour gagner, il faut obtenir + 1.

Variante : Les élèves peuvent aussi utiliser des cubes numérotés portant les indices – 0, – 1 et – 2, commencer en haut de l'immeuble et descendre graduellement par l'ascenseur. L'enseignant ou l'enseignante peut aussi donner au départ le cube numéroté portant les indices + 0, + 1 et + 2 pour monter. Une fois au 20^{e} étage, les élèves changent de cube et utilisent celui qui porte les indices – 0, – 1 et – 2 pour redescendre jusqu'au rez-de-chaussée. L'élève qui arrive en bas en premier gagne la partie. Encore faut-il obtenir le nombre exact pour arriver à 1.

Allons aux courses!

Stratégie : 1 de plus et 2 de plus (et les faits numériques de base relatifs à 0)

Matériel

- une feuille de jeu *Allons aux courses!* (FR5)
- 4 jetons d'une couleur et 4 jetons d'une autre couleur
- un cube numéroté portant les indices + 0, + 1 et + 2 (ou une roulette, voir FR3)
- un cube numéroté à six faces

Les élèves jouent à deux. Chaque élève utilise une couleur de jeton différente. Tour à tour, les élèves choisissent quatre nombres différents sur la feuille de jeu et y placent les quatre jetons portant leur couleur (p. ex., l'élève n^{o} 1 choisit les nombres 2, 5, 7 et 8 sur la feuille de jeu et y place des jetons rouges et l'élève n^{o} 2 choisit les nombres 1, 3, 4 et 6 et y place des jetons bleus). L'élève n^{o} 1 lance alors les deux cubes numérotés (ou lance le cube numéroté et fait tourner la roulette). Il ou elle combine les deux résultats pour déterminer quel jeton sera déplacé d'une case vers la ligne d'arrivée. Par exemple, si le nombre 5 sort avec l'indice + 2, le jeton placé sur le 7 est déplacé d'une case vers la droite. Les élèves lancent les cubes à tour de rôle (ou font tourner la roulette). La partie se poursuit jusqu'à ce qu'un ou une élève franchisse la ligne d'arrivée avec un jeton.

Variante enrichie : On peut aussi jouer jusqu'à ce que les quatre jetons de l'un des deux joueurs aient atteint la ligne d'arrivée, au lieu d'un seul jeton. Les élèves peuvent aussi utiliser des cubes numérotés portant des nombres plus élevés.

Cache-la-case

Stratégie : 1 de plus et 2 de plus (et les faits numériques de base relatifs à 0)

Matériel

- une feuille de jeu *Cache-la-case* (FR6)
- des bâtonnets de bois, chacun portant un nombre de 0 à 12 inscrit à une extrémité
- une tasse
- une roulette où figurent les indices + 1 et + 2 (FR3)
- des jetons

Pour ce jeu, les élèves sont en groupe de deux ou quatre. L'élève qui joue en premier pige un bâtonnet dans la tasse (l'extrémité numérotée des bâtonnets est placée vers le bas dans la tasse de sorte qu'on ne puisse voir les nombres). L'élève fait tourner la roulette et l'indice sorti est ajouté au nombre inscrit sur le bâtonnet. L'élève regarde la feuille de jeu pour voir si le nombre obtenu est disponible de son côté. Si le nombre est libre, un jeton est placé sur cette case. Le bâtonnet est remis dans la tasse pour le prochain tour. L'élève qui joue ensuite choisit un bâtonnet, fait tourner la roulette, trouve la somme des nombres et place un jeton sur le nombre correspondant de son côté de la feuille de jeu. La partie se poursuit ainsi jusqu'à ce que l'un des joueurs ait caché toutes les cases de son côté de la feuille de jeu.

Variante : Inscrire des nombres plus élevés sur les bâtonnets ou utiliser une roulette (FR3) qui combine les stratégies $+0$, -0, $+1$, -1, $+2$, -2.

Trouve les doubles

Stratégie : les doubles

Matériel

- des cartes *Trouve les doubles* (FR7), 1 ou 2 jeux par groupe de deux

Pour ce jeu, les élèves jouent individuellement ou à deux. Les élèves étalent toutes les cartes à l'envers sur le pupitre ou sur le plancher. L'élève tourne deux cartes à la fois. Le but est de tourner une paire constituée de l'équation des doubles (p. ex., $2 + 2$) et de la somme correspondante (p. ex., 4). Les élèves qui jouent individuellement peuvent se servir d'un petit sablier ou d'un chronomètre pour voir combien de paires il leur est possible de trouver avant que le temps s'écoule. Si les élèves jouent à deux, c'est l'élève qui ramasse le plus de paires qui gagne.

La magie des doubles

Stratégie : les doubles

Matériel

- de la peinture
- un pinceau ou une éponge
- des feuilles de jeu *La magie des doubles* (FR8), de préférence agrandie sur des feuilles de grand format

Chaque élève prépare sa propre feuille de travail en découpant le pointillé. Avec de la peinture et un petit pinceau, les élèves doublent « comme par magie » leurs nombres. On demande aux élèves de commencer en haut de la feuille et de mettre 0 touche de peinture du côté gauche du papier, puis de replier ensuite la languette de papier sur la ligne de pli pour voir combien il en apparaîtra comme par magie. Les élèves vont à la ligne suivante, mettent 1 touche de peinture dans la case appropriée, rabattent la languette et voient combien il en apparaît par magie dans cette section. Les élèves continuent ainsi jusqu'à la fin de la page jusqu'à ce que tous les doubles aient été peints. Une fois que la peinture est sèche, les élèves inscrivent la phrase mathématique au bas de chaque section ($0 + 0 = 0$, $1 + 1 = 2$).

Variante : Les élèves pourraient découper les bandes individuellement une fois qu'elles sont sèches et les agrafer ensemble pour créer leur propre livre de la magie des doubles.

Doubles sur l'œuf

Stratégie : les doubles

Matériel

- la feuille de jeu *Doubles sur l'œuf* (FR9)
- un jeton pour chaque élève participant au jeu
- des bâtonnets de bois portant chacun un nombre de 0 à 10 inscrit à une extrémité
- une tasse

Pour ce jeu, les élèves jouent en équipe de deux ou quatre et placent leur jeton sur la case de départ de la feuille de jeu. L'élève qui joue en premier pige un bâtonnet de la tasse et regarde le premier œuf pour voir si le double du nombre inscrit sur le bâtonnet s'y trouve. S'il y est, l'élève place un jeton sur l'œuf. Sinon, il lui faut attendre le prochain tour pour essayer à nouveau. Le bâtonnet pigé est remis dans la tasse. L'élève qui suit prend la tasse et pige à son tour un bâtonnet. Le jeu continue ainsi, les élèves essayant toujours de passer à l'œuf suivant jusqu'à ce que l'un d'eux atteigne le dernier œuf.

Variation : Une fois le concept des doubles maîtrisé, les élèves peuvent procéder de la même façon, mais doubler cette fois le nombre figurant sur le bâtonnet pigé et ajouter 1. Cette variante les prépare à la stratégie des doubles plus ou moins un nombre.

Vite vite à l'école!

Stratégie : les doubles

Matériel

- une feuille de jeu *Vite vite à l'école!* (FR10)
- 10 jetons pour chaque élève participant au jeu
- un cube numéroté à dix faces (ou une roulette, voir FR3)

Pour ce jeu, les élèves travaillent à deux. Chaque élève prend 10 jetons et les dispose sur son côté de la feuille de jeu, un jeton par maison. Lorsque tous les jetons sont placés, l'élève qui commence le jeu lance le cube et dit tout haut le nombre qui est le double du nombre apparaissant sur le cube. Si la maison correspondant à ce nombre a un jeton, le jeton est retiré et placé au centre de la feuille de jeu dans l'espace « Vite vite à l'école! » Si l'élève lance le cube et obtient un nombre qui est déjà apparu et que la maison est vide, il lui faut attendre le prochain tour pour essayer à nouveau. L'élève qui joue ensuite lance le cube, donne le double du nombre sorti, retire le jeton de la maison correspondante et le place au centre de la feuille de jeu. La partie continue ainsi jusqu'à ce qu'un ou une élève ait retiré tous ses jetons des maisons et envoyé tous les enfants à l'école.

Claquez la carte

Stratégie : les doubles plus un nombre

Matériel

- des cartes de nombre de 0 à 9 (FR11), un jeu par élève
- un cube numéroté à dix faces (ou une roulette, voir FR3)

Pour ce jeu, les élèves jouent en groupe de deux ou de quatre. Ils placent devant eux leurs 10 cartes de nombre à l'endroit sur une rangée. L'élève qui joue en premier lance le cube numéroté (ou fait tourner la roulette). Les autres élèves regardent leur rangée de cartes pour trouver un nombre qui est 1 de plus que le nombre sorti. Par exemple, si le 8 est sorti, les élèves cherchent la carte 9. L'élève qui « fait claquer » en premier sa carte sur la table à côté du cube numéroté et qui énonce correctement le fait « des doubles + 1 » et la somme obtenue retourne sa carte à l'envers sur la table. Dans cet exemple, l'élève ferait claquer le 9 sur la table et dirait « 8 + 9 = 17 ». C'est ensuite au tour de l'élève qui suit de lancer le cube pour les autres joueurs. Le jeu continue jusqu'à ce qu'un ou une élève ait placé toutes ses cartes à l'envers sur la table.

Va chez la voisine

Stratégie : des doubles plus un nombre

Matériel

- des cartes de nombre de 0 à 10 (FR12), 3 jeux de ces cartes

Les élèves travaillent à deux. Chaque élève reçoit cinq cartes. Les cartes restantes sont placées en pile, à l'envers. Le but du jeu est de créer le plus de paires de doubles + 1. À tour de rôle, les élèves peuvent annoncer deux cartes qui se suivent, n'importe lesquelles (p. ex., 7 et 8, 2 et 3, 4 et 5) et dire la somme. La paire est alors placée à l'endroit sur la table comme un double + 1. Si l'élève n'a pas une telle paire dans ses cartes, il lui faut demander à son ou à sa camarade de jeu une carte qui formerait un double + 1 (p. ex., si l'élève a un 7, il ou elle pourrait demander un 6). Si l'autre élève a cette carte, il doit la lui donner, et l'élève qui l'a demandée place alors ses cartes sur la table et dit la somme. Au contraire, si l'autre élève n'a pas la carte demandée, il doit répondre en chantant : « Va chez la voisine, je crois qu'elle y est ». L'élève en quête d'une carte pige celle qui se trouve sur le dessus de la pile. La partie se termine quand personne ne peut faire de paire. L'élève qui en a le plus gagne.

Visez près des doubles

Stratégie : des doubles + 1

Matériel

- une roulette (FR3)
- une feuille de jeu *Visez près des doubles* (FR13)
- 20 jetons

Les élèves travaillent à deux. L'élève qui joue en premier fait tourner la roue, double le nombre indiqué et ajoute 1. Si la case portant ce nombre est libre sur son côté de la feuille de jeu, un jeton y est placé. S'il y a déjà un jeton, l'élève passe son tour. La partie continue jusqu'à ce qu'un ou une élève ait rempli son côté de la feuille de jeu.

À doigts levés

Stratégie : regroupement par dizaines

Matériel

- des cartes de nombre de 0 à 9 (FR11), assez pour en distribuer 3 par élève

Cette activité se fait avec toute la classe. Chaque élève reçoit 3 cartes de nombre. L'enseignant ou l'enseignante lève un certain nombre de doigts que les élèves comptent. Les élèves regardent leurs cartes pour y trouver la carte du nombre qui, additionné au nombre de doigts levés, donne 10. Les élèves qui ont cette carte la montrent à l'enseignant ou à l'enseignante (p. ex., si l'enseignant ou l'enseignante lève 4 doigts, les élèves qui ont la chance de l'avoir devraient montrer la carte 6). Si l'enseignant ou l'enseignante lève 0 doigt, tous les élèves doivent alors lever leurs 10 doigts.

Variante enrichie : L'enseignant ou l'enseignante peut lever des doigts de la main gauche et de la main droite pour représenter un nombre selon différentes combinaisons de sorte que les élèves s'habituent à diverses possibilités pour un même nombre. Par exemple, le nombre 5 peut être représenté par 5 doigts d'une main et 0 de l'autre, ou 4 et 1, ou 3 et 2.

10 et plus

Stratégie : regroupement par dizaines

Matériel

- des cartes de nombre de 0 à 10 (FR12), 3 jeux pour chaque groupe de deux joueurs
- du matériel de manipulation pour compter et additionner

Pour cette activité, les élèves travaillent à deux. Il faut d'abord diviser les cartes en deux piles : les cartes 8, 9 et 10 forment une pile et le reste des cartes forme l'autre pile. (Différentes couleurs peuvent différencier les deux piles.) Une carte de chaque pile est retournée en même temps. L'élève qui dit la somme exacte en premier garde ces cartes pour ce tour. La partie continue jusqu'à ce que toutes les cartes aient été utilisées. L'élève qui a accumulé le plus de cartes gagne la partie.

Dix cases et plus

Stratégie : regroupement par dizaines

Matériel

- des feuilles de jeu *Dix cases et plus* (FR14), une feuille par élève
- des jetons
- un cube numéroté à dix faces (ou une roulette, voir FR3)
- des cartes de nombre (8, 9, 10), 8 cartes de chaque nombre
- une pièce de 1 ¢

Pour cette activité, les élèves travaillent à deux. Chaque élève a sa propre feuille de jeu. Une carte est tirée de la pile des cartes de nombre et les deux élèves représentent ce nombre sur leur cadre à dix cases. À tour de rôle, les élèves lancent le cube numéroté (ou font tourner la roulette) et additionnent le nombre sorti au nombre figurant sur le cadre à dix cases. Pour déterminer qui gagne le tour, les élèves tirent à pile ou face. Si c'est face, l'élève qui a le nombre le plus élevé marque un point et si c'est pile, le point est donné à l'élève qui a le nombre le moins élevé. L'élève qui accumule 7 points en premier gagne la partie.

Trios

Stratégie : la commutativité (addition ou multiplication)

Matériel

- un jeu de cartes *Trios pour les additions* (FR15 et FR16)
- un jeu de cartes *Trios pour les multiplications* (FR17 et FR18)

Cette activité se fait avec toute la classe. Chaque élève reçoit une carte du jeu des *Trios*. Une fois les cartes distribuées, les élèves cherchent les autres membres de leur trio. Il leur faut connaître la réponse à la question, ou envisager les questions possibles si leur carte porte une réponse. Par exemple, les trios pourraient être 3 + 5, 5 + 3 et 8; ou 3 x 6, 6 x 3 et 18. Lorsqu'un trio est complet, les trois élèves s'assoient ensemble. Une fois que tous les élèves sont assis, chaque trio présente les cartes de commutativité à la classe.

Plus ou moins? Qui gagne?

Stratégie : 1 de plus, 2 de plus, 1 de moins et 2 de moins (et les faits numériques de base relatifs à 0)

Matériel

- un cube numéroté portant les inscriptions + 0, + 1, + 2, – 0, – 1 et – 2 (ou une roulette, voir FR3)
- une bande numérique graduée de 0 à 20 (FR19)
- deux jetons de couleur différente, un pour chaque élève

Les élèves travaillent à deux. Chaque élève commence en mettant son jeton sur le 10 de la bande numérique. L'élève qui ouvre le jeu lance le cube numéroté (ou fait tourner la roulette) et déplace son jeton selon l'indice indiqué sur le cube (ou la roue). Le jeu continue jusqu'à ce qu'un ou une élève atteigne l'une des extrémités de la bande numérique et gagne ainsi la partie.

Des tas de petits pois

Stratégie : 1 de moins et 2 de moins (1 de plus et 2 de plus, faits relatifs à 0, doubles, nombres proches des doubles)

Matériel

- des cartes de nombre de 0 à 9 (FR11), assez pour en distribuer 3 par élève
- un jeu d'assiettes à pois (des assiettes de carton décorées de pois autocollants placés selon diverses configurations représentant les nombres de 1 à 10; voir FR30)

Cette activité se fait avec toute la classe. Chaque élève reçoit 3 cartes de nombre. L'enseignant ou l'enseignante annonce aux élèves la stratégie avec laquelle ils vont travailler, par exemple, « 1 de moins », et leur montre une assiette à pois. Les élèves regardent leurs cartes pour voir s'ils ont en mains la carte indiquant « 1 de moins » que le nombre représenté sur l'assiette à pois. Les élèves qui ont cette carte la lèvent pour la montrer à l'enseignant ou à l'enseignante. Par exemple, si l'assiette a 6 pois, et que la stratégie est « 1 de moins », les élèves qui ont la carte 5 la lèvent pour la montrer.

Variante : La stratégie peut être remplacée par une autre durant la partie afin que les élèves se familiarisent avec diverses stratégies. On peut également montrer deux assiettes à la fois pour que les élèves additionnent les pois avant d'appliquer la stratégie.

Un beau zéro

Stratégie : règles relatives à 0 et à 1 (dans la multiplication)

Matériel

- une roulette *Un beau zéro* (FR20)
- des feuilles de jeu *Un beau zéro* (FR21), une par élève
- des jetons

Les élèves reçoivent une feuille de jeu vierge (FR21) et inscrivent dans les cases les nombres de 0 à 8, en les répétant à leur gré jusqu'à ce que toutes les cases soient remplies. Ils travaillent ensuite en groupe de deux, trois ou quatre. L'élève qui ouvre le jeu fait tourner les deux roulettes et effectue l'opération indiquée. Si la case indiquant la réponse est libre sur sa feuille de jeu, l'élève place un jeton sur le nombre. C'est alors au tour de l'élève qui suit de jouer. Lorsqu'il y a déjà un jeton sur le nombre voulu, c'est au tour de l'élève qui suit de jouer. Le jeu continue jusqu'à ce qu'un ou une élève ait réussi à remplir toutes les cases d'une rangée sur sa feuille de jeu.

La grande course

Stratégie : + 1, + 2, + 0, – 0, doubles, nombres proches des doubles, regroupement par dizaines

Matériel

- des feuilles de jeu *La grande course* (FR22), une par élève
- des crayons
- des jetons

La grande course peut servir à familiariser les élèves avec toutes les stratégies relatives à l'addition et à la multiplication sous forme d'exercice papier-crayon. Chaque élève a besoin d'un exemplaire de la feuille de jeu. Les élèves inscrivent dans la case centrale la stratégie à utiliser pour remplir la feuille de jeu, se déplacent ensuite sur le circuit en appliquant la stratégie indiquée au centre à chacun des nombres disposés autour de la piste et inscrivent leur réponse dans la case extérieure de la feuille de jeu. (Les jetons doivent être mis à la disposition des élèves qui veulent s'en servir.)

Ce jeu est idéal pour s'exercer aux stratégies au moment où elles sont enseignées ainsi que pour revoir des stratégies déjà apprises.

Annexe 10-2 : Feuilles reproductibles

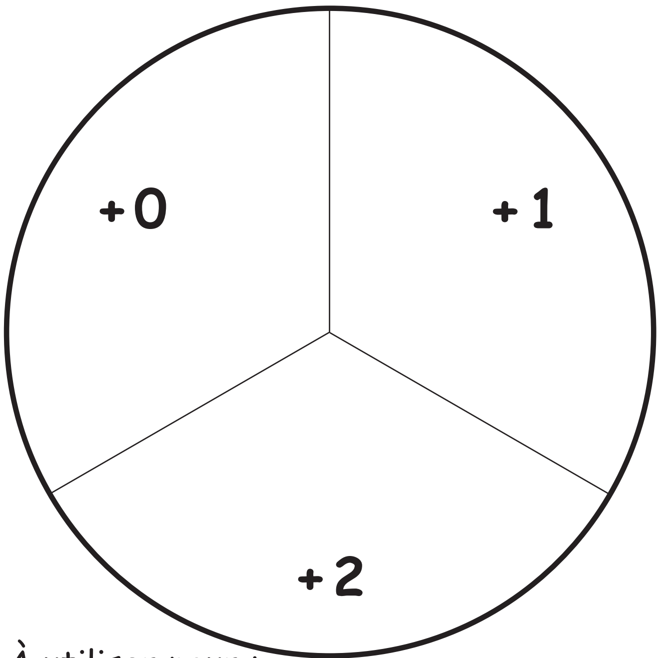
Cartes de stratégie pour Dominos en escalier

1 de plus	2 de plus
ajoute 1	ajoute 2
plus 1	plus 2
1 de moins	2 de moins
retranche 1	retranche 2

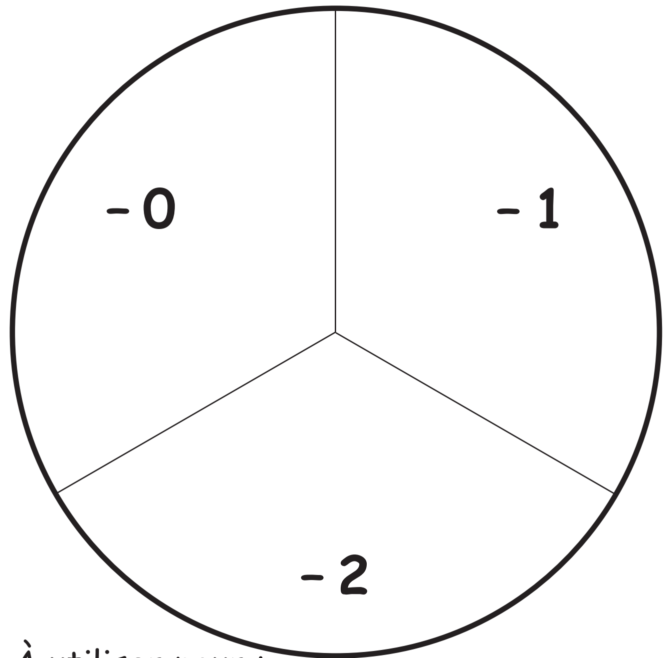
		Rouli-Roulo		

		Rouli-Roulo		

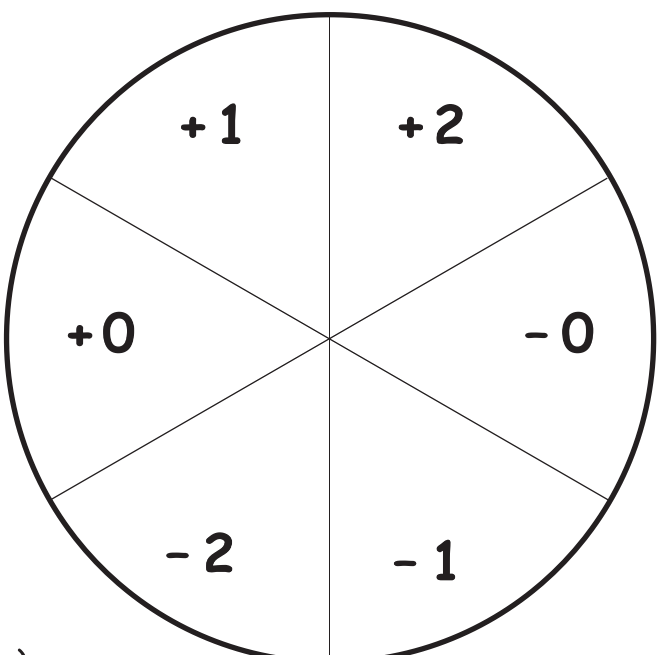
Roulettes



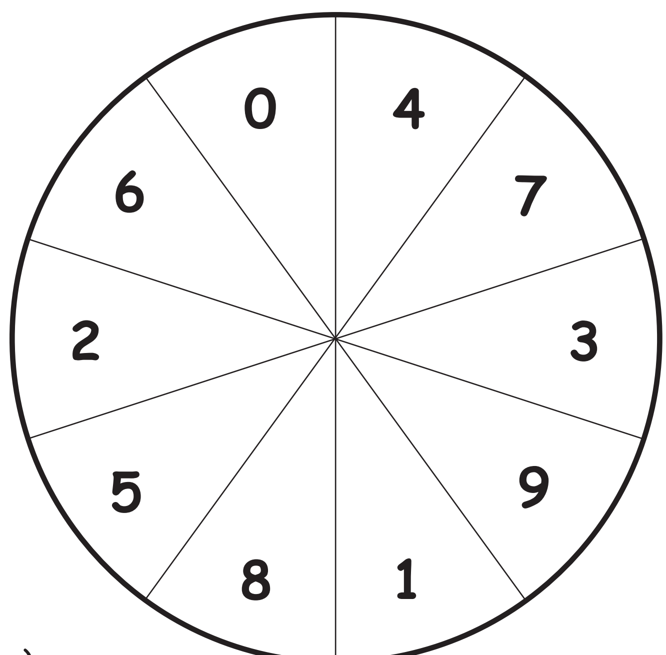
À utiliser pour :
Rouli-Roulo
Un petit tour en ascenseur
Allons aux courses!
Cache-la-case



À utiliser pour :
Rouli-Roulo
Un petit tour en ascenseur



À utiliser pour :
Rouli-Roulo
Cache-la-case
Plus ou moins? Qui gagne?



À utiliser pour :
Rouli-Roulo
Claquez la carte
Visez près des doubles
Cadre à dix cases et plus
Vite vite à l'école!

FR4

Un petit tour en ascenseur

20

19

18

17

16

15

14

13

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

Allons aux courses!

1												A
2												R
3												R
4												I
5												V
6												É
7												E
8												

Cache-la-case

2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	☺

Cache-la-case

2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	☺

Trouve les doubles

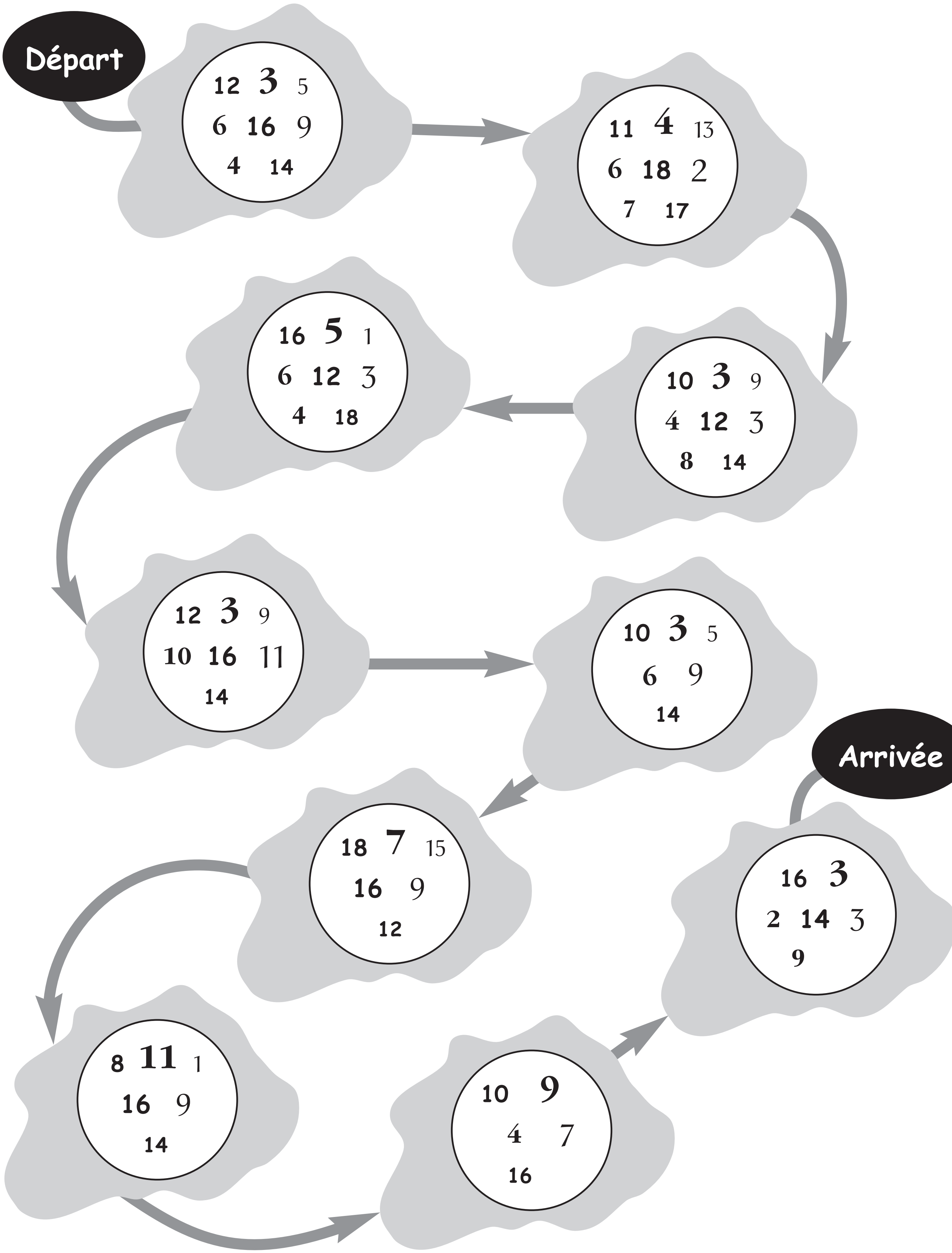
2	4	6
8	10	12
14	16	18
1 + 1	2 + 2	3 + 3
4 + 4	5 + 5	6 + 6
7 + 7	8 + 8	9 + 9

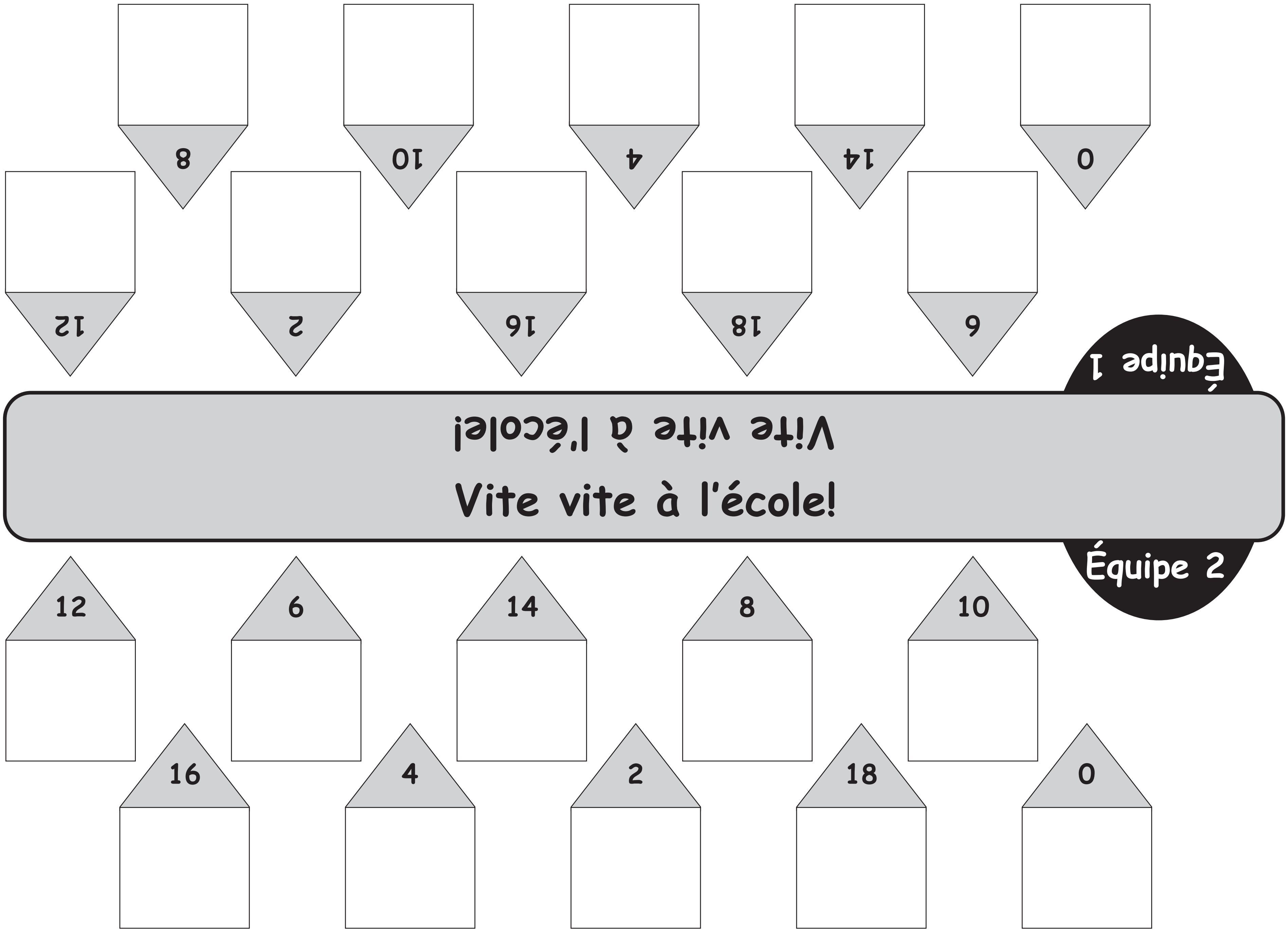
La magie des doubles

0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

FR9

DOUBLES SUR L'ŒUF




Équipe 1
Vite vite à l'école!
Vite vite à l'école!
Équipe 2
0
6
14
18
4
16
10
2
8
12
0
10
18
8
2
14
4
6
16
12

FR10

Cartes de nombre

0	1	2	3	4
5	6	7	8	9
0	1	2	3	4
5	6	7	8	9

Cartes de nombre

0	4	8
1	5	9
2	6	10
3	7	

FR13

Visez près des doubles									
0	3	5	7	9	11	13	15	17	19

Visez près des doubles									
0	3	5	7	9	11	13	15	17	19

Dix cases et plus

Cartes des Trios pour les additions

1	1 + 0	0 + 1
2	2 + 0	0 + 2
3	1 + 2	2 + 1
4	3 + 1	1 + 3
5	2 + 3	3 + 2
6	2 + 4	4 + 2

Cartes des Trios pour les additions

7	5 + 2	2 + 5
7	3 + 4	4 + 3
8	2 + 6	6 + 2
8	1 + 7	7 + 1
9	6 + 3	3 + 6
9	4 + 5	5 + 4

FR17

Cartes des Trios pour les multiplications

18	9 x 2	2 x 9
35	5 x 7	7 x 5
20	4 x 5	5 x 4
28	4 x 7	7 x 4
12	3 x 4	4 x 3
30	6 x 5	5 x 6

Cartes des Trios pour les multiplications

0	1 x 0	0 x 1
4	4 x 1	1 x 4
10	2 x 5	5 x 2
15	3 x 5	5 x 3
21	3 x 7	7 x 3
42	6 x 7	7 x 6

Plus ou moins? Qui gagne?

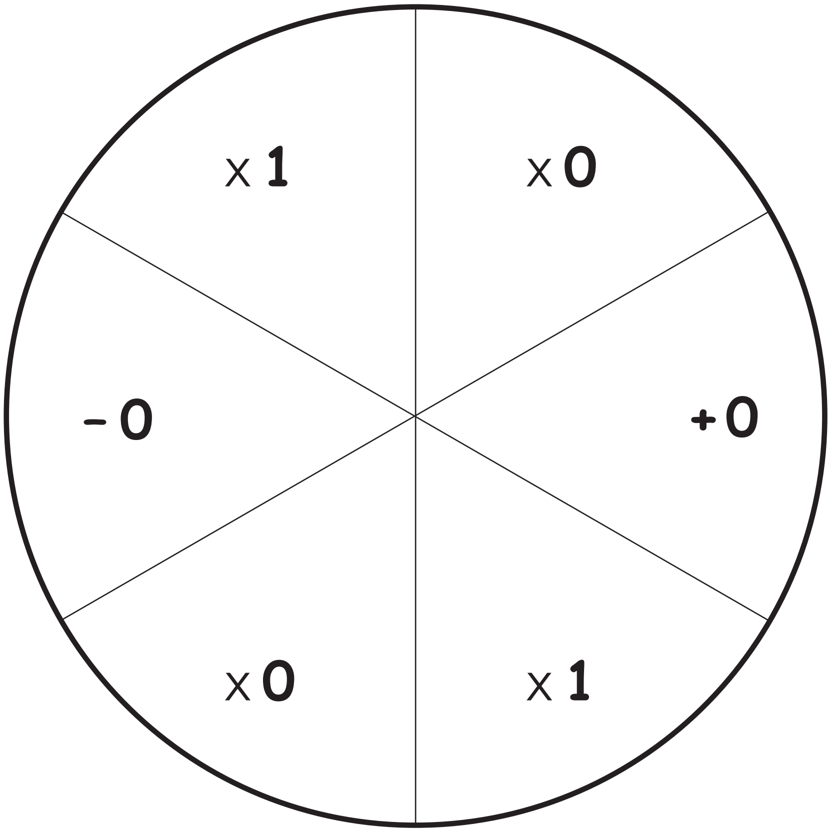
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

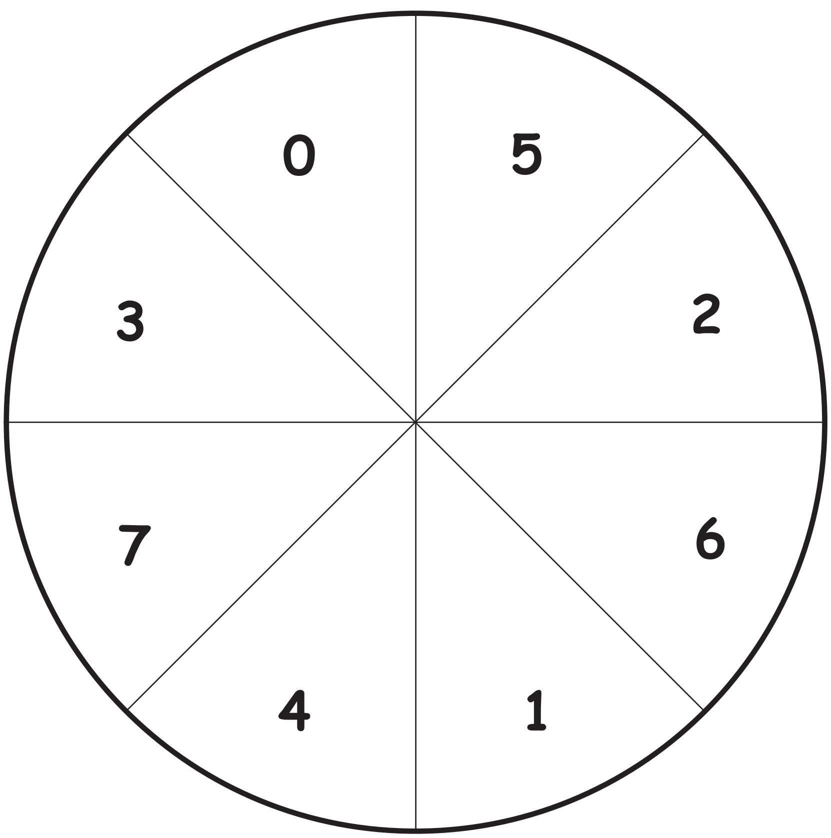
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

Roulettes pour Un beau zéro



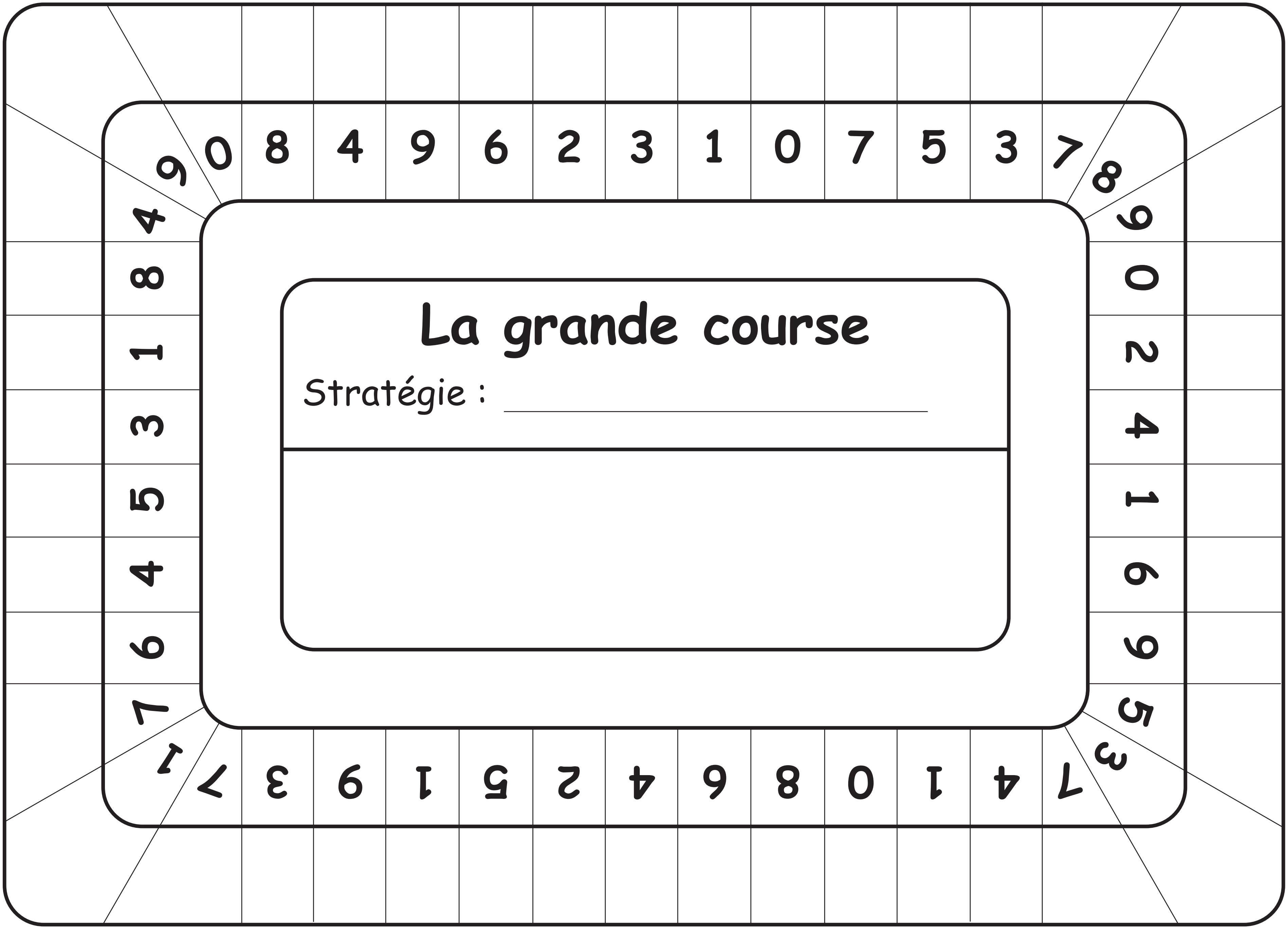


FR21

Un beau zéro

La grande course

Stratégie : ______________________



FR22

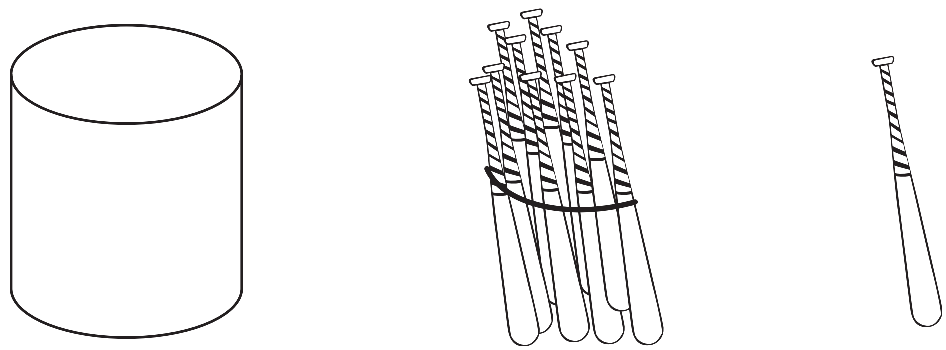
Magasin d'articles de sport « Sport atout »

Scénario : Le magasin d'articles de sport « Sport atout » vend des bâtons de baseball aux ligues du Canada. Les bâtons sont vendus à l'unité, en paquet de 10 ou en contenant de 100 (10 paquets de 10). Travaille avec ton groupe pour remplir les commandes de bâtons. Utilise des bâtonnets de bois pour représenter les bâtons de baseball :

1 bâtonnet = 1 bâton

1 paquet de 10 bâtonnets (retenus par un élastique) = un paquet de 10 bâtons

1 boîte de conserve = 100 bâtons



10 paquets de 10 bâtons	1 paquet de 10 bâtons	1 bâton

Vous devez remplir les commandes de bâtons et les expédier aux ligues. Il faut remplir un bon de commande pour chaque ligue.

Expédiez les bâtons en contenant et en paquet autant que possible. Trouvez d'abord le nombre de bâtons commandés par une ligue. Puis trouvez la meilleure façon d'expédier la commande. Voici les commandes. Faites un bon de commande distinct pour les commandes de chaque ligue.

Ligue de Pain Court

4 juin	50 bâtons
8 juin	64 bâtons
9 juin	16 bâtons

Ligue de L'Orignal

2 juin	6 bâtons
10 juin	25 bâtons
30 juin	29 bâtons
1er juillet	55 bâtons
2 juillet	10 bâtons

Ligue de Sault Ste-Marie

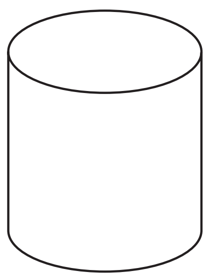
1er juin	16 bâtons
5 juin	32 bâtons
9 juin	14 bâtons
20 juin	50 bâtons

Magasin d'articles de sport « Sport atout »
Bon de commande
de bâtons de baseball

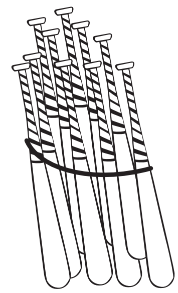
Nom de la ligue :

Les bâtons de baseball peuvent être regroupés de trois façons pour l'expédition :

Par contenant de 100



par paquet de 10



À l'unité

Trouvez le nombre total de bâtons commandés par la ligue. Trouvez la meilleure façon d'expédier la commande.

Le nombre total de bâtons commandés par la ligue ____________________ est ____________________.

La meilleure façon de regrouper les bâtons pour les expédier est la suivante :

____________ contenants

____________ paquets

____________ unités

Grille de nombres de 1 à 100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

0	20	40	60	80	100	120	140	160	180

Visez les doubles des dizaines

Visez les doubles des dizaines

0	20	40	60	80	100	120	140	160	180

Visez près des doubles des dizaines

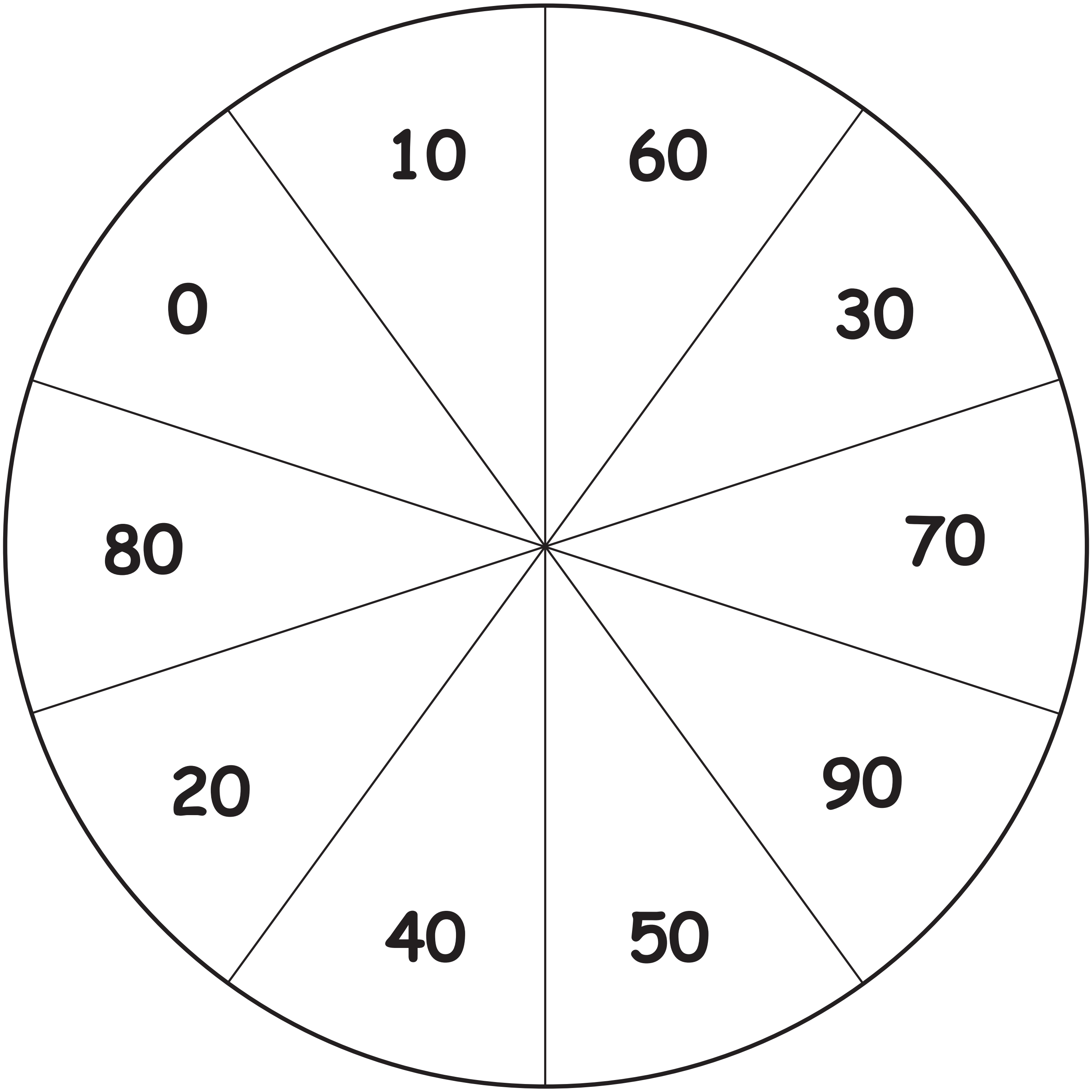
0	30	50	70	90	110	130	150	170	190

0	30	50	70	90	110	130	150	170	190

Visez près des doubles des dizaines

FR26

Tournez pour les doubles des dizaines



Claquez les doubles des dizaines

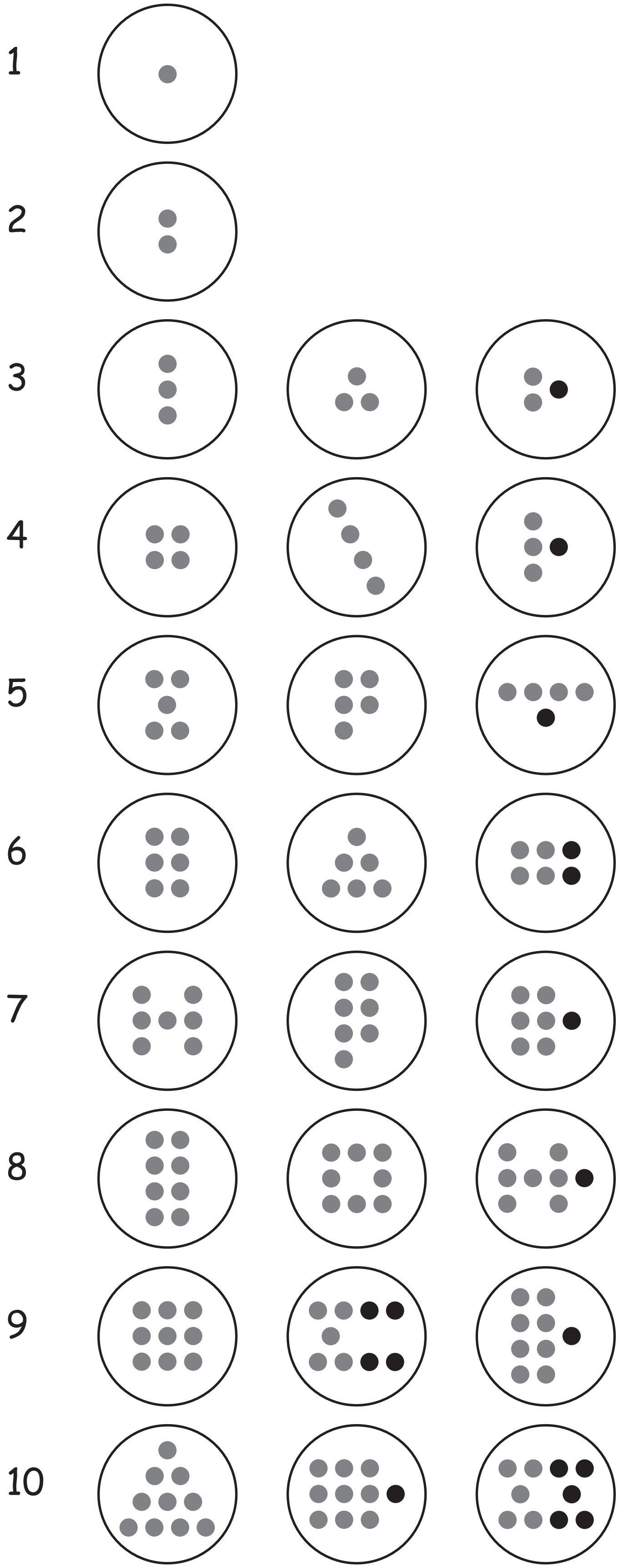
0	10	20
30	40	50
60	70	80
90		

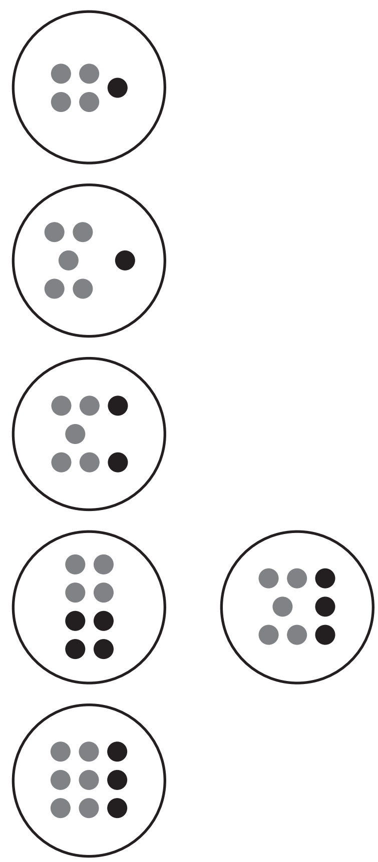
Cartes de critères pour Le nombre gagnant

Le nombre le plus élevé gagne.	Le nombre le moins élevé gagne.
Si ton nombre a un 1, tu gagnes.	Si ton nombre a un 5, tu gagnes.
Si ton nombre a un chiffre double, tu gagnes.	Si ton nombre a deux chiffres (comme 46 ou 67), tu gagnes.
Si ton nombre a deux chiffres pairs, tu gagnes.	Si ton nombre a deux chiffres impairs, tu gagnes.
Si ton nombre est pair, tu gagnes.	Si ton nombre est impair, tu gagnes.

Disposition des pois pour le jeu Des tas de petits pois

Certaines assiettes sont garnies de pois d'une seule couleur, et d'autres sont garnies de pois de deux couleurs. Remarquez les deux tons de gris utilisés dans cette illustration.





Tiré de John A. Van de Walle et Sandra Folk, *Elementary and Middle School Mathematics : Teaching Developmentally*, p. 99.

Références

ADAMS, Linda, Judi WATERS, Nancy CHAPPLE et Barry ONSLOW. 2002. *Esso family math*, London (ON), Esso Family Math Centre, University of Western Ontario, p. i, ii.

BAROODY, Arthur J., et Ronald T. COSLICK. 1998. *Fostering Children's Mathematical Power: An Investigative Approach to K-8 Mathematics Instruction*, Mahwah (NJ), Lawrence Erlbaum Associates, p. 2-1, 2-11, 2-15, 17-8.

BAROODY, Arthur J. 2004. « The Developmental Bases For Early Childhood Number and Operations Standards », dans Douglas H. Clements, Julie Sarama et Anne-Marie DiBiase (Éd.), *Engaging Young Children in Mathematics: Standards for Early Childhood Mathematic Education*, Mahwah (NJ), Lawrence Erlbaum Associates, p. 173-220.

BASKWILL, Jane. 1992. « Ask me about: A newsletter with a difference », *Teaching Pre K–8*, vol. 22, nº 3, p. 44–48.

BAUERSFELD, Heinrich. 1994. « Réflexions sur la formation des maîtres et sur l'enseignement des mathématiques au primaire », *Revue des sciences de l'éducation*, vol. 1, p. 175-198.

BEAVERS, Debra. 2001. « Professional development. Outside the workshop box ». *Principal leadership*, vol. 1, nº 9, p. 43-46.

BISSONNETTE, Steve, et Mario RICHARD. 2001. *Comment construire des compétences en classe*, Montréal, Éditions de la Chenelière/McGraw-Hill, 138 p.

BURNS, Marilyn. 1992. *Math and literature (K-3)*, Sausalito (CA), Math Solutions Publications, p. 31.

BURNS, Marilyn. 2000. *About teaching mathematics: A K-8 resource*, 2e éd., Sausalito (CA), Math solutions Publications, p. 29, 157.

BURNS, Marilyn, et Robyn SILBEY. 2000. *So you have to teach math? Sound advice for K-6 teachers*, Sausalito (CA), Math Solutions Publications, p. 93.

CAMBOURNE, Brian. 1988. *Whole Story: Natural Learning and the Acquisition of Literacy in the classroom*, New York, Ashton-Scholastic.

CARON, Jacqueline. 1994. *Quand revient septembre... : Guide sur la gestion de classe participative*, vol. 1, Montréal, Les Éditions de la Chenelière, p. 349.

CARON, Jacqueline. 1997. *Quand revient septembre... : Recueil d'outils organisationnels*, vol. 2, Montréal, Les Éditions de la Chenelière, 437 p.

CARPENTER, Thomas P., et coll. 1989. « Using knowledge of children's mathematics thinking in classroom teaching: An experimental study », *American Education Research Journal*, vol. 26, p. 499–531.

CARPENTER, Thomas. P., et coll. 1998. « A longitudinal study of invention and understanding of children's multidigit addition and subtraction », *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 29, nº 1, p. 3-20.

CATHCART, W. George, Yvonne M. POTHIER et James H. VANCE. 1997. *Learning Mathematics in Elementary and Middle School*, 2e éd., Scarborough (ON), Prentice-Hall Canada.

CENTRE FRANCO-ONTARIEN DE RESSOURCES PÉDAGOGIQUES (CFORP). 2002a. *Projet stratège : Programme ALF*, Ottawa, CFORP, 170 p.

CENTRE FRANCO-ONTARIEN DE RESSOURCES PÉDAGOGIQUES (CFORP). 2002b. *Tableau des processus des programmes-cadres de l'Ontario (Le) – version publique : La gestion, l'amélioration, la profession*, Ottawa, CFORP, p. 32.

CHAMPLAIN, Denis de, Pierre MATHIEU et Hélène TESSIER. 1999. *Petit lexique mathématique*, Mont-Royal (QC), Modulo Éditeur, 383 p.

CHAMPLAIN, Denis de, Pierre MATHIEU, Paul PATENAUDE et Hélène TESSIER. 1996. *Lexique mathématique enseignement secondaire*, Beauport (QC), Les Éditions du Triangle d'Or, 1136 p.

CHARRETTE, Réal. 1998. *Pédagogie, performance et professionnalisme*, Vanier (ON), CFORP, p. 90.

CLEMENTS, Douglas H., Julie SARAMA et Anne-Marie DIBIASE. 2004. *Engaging Young Children in Mathematics: Standards for Early Childhood Mathematic Education*, Mahwah (NJ), Lawrence Erlbaum Associates, 474 p.

COBB, Paul, T. WOOD et Erna YACKEL. 1991. « Assessment of a problem-centered second grade mathematics project », *Journal for Research in Education*, vol. 1, nº 22, p. 3-29.

CONSEIL DES ÉCOLES CATHOLIQUES DE LANGUE FRANÇAISE DU CENTRE-EST (CECLFCE), et coll. 2002a. *Les mathématiques... un peu, beaucoup, à la folie!, Guide pédagogique, Géométrie et sens de l'espace, 1re année*, Ottawa, CFORP, p. 72.

CONSEIL DES ÉCOLES CATHOLIQUES DE LANGUE FRANÇAISE DU CENTRE-EST (CECLFCE), et coll. 2002b. *Les mathématiques... un peu, beaucoup, à la folie!, Guide pédagogique, Géométrie et sens de l'espace, 4e année*, Ottawa, CFORP, p. 291-307.

COPLEY, Juanita V. 2000. *The young child and mathematics*, Washington (DC), National Association for the Education of Young Children, p. 24, 25, 29.

CÔTÉ, Charles. 1993. *Partenariat école-communauté : Manuel, méthode, outils*, Montréal, Guérin, p. 42.

EAKER, Robert, Richard DUFOUR et Rebecca DUFOUR. 2004. *Premiers pas : transformation culturelle de l'école en communauté d'apprentissage professionnelle*, Bloomington (IN), National Education Service, p. 14, 28.

FOSNOT, Catherine Twomey, et Maarten DOLK. 2001. *Young mathematicians at work: Constructing number sense, addition, and subtraction*, Portsmouth (NH), Heinemann, 193 p.

FULLAN, Michael. 1992. *Successful school improvement*, Toronto (ON), OISE Press, p. 96.

FULLAN, Michael. 2003. *The moral imperative of school leadership*, Thousand Oaks (CA), Corwin Press, p. 41.

GARDNER, Howard. 1993. *Multiple Intelligences: The Theory in Practice*, New York, Basic Books.

GINSBERG, Herbert P., Noriyuki INOUE et K. Kyoung-Hye. SEO. 1999. « Young children doing mathematics : Observations of everyday activities », dans J. V. Copley (Éd.), *Mathematics in the early years*, Reston (VA), NCTM, p. 88-99.

GLANFIELD, Florence, William S. BUSH et Jean Kerr STENMARK. 2003. *Mathematics Assessment: A Practical Handbook for Grades K-2*, Reston (VA), NCTM, p. 52, 53, 69.

GOUPIL, Georgette. 1997. *Communications et relations entre l'école et la famille*, Montréal, Éditions de la Chenelière/McGraw-Hill, p. 14-15.

GREENES, Carole. 1999. « Ready to Learn: Developing Young Children's Mathematical Powers », dans J. V. Copley (Éd.), *Mathematics in the early years*, Reston (VA), NCTM, p. 147, 399-447.

HALTON DISTRICT SCHOOL BOARD NUMERACY TEAM. 2001. *Home connections: Primary Grades*, Burlington (ON), chez l'auteur.

HANNON, Peter. 1995. *Literacy, Home and School: Research and Practice in Teaching Literacy with Parents,* London, Falmer.

HARCOURT, Lalie, et Ricki WORTZMAN. 2002. *Biscuits, fous, fous, fous*, éd. française, coll. « Domino », Montréal, Les Éditions de la Chenelière, 16 p.

HIEBERT, James, et Thomas P. CARPENTER. 1992. « Learning and teaching with understanding » dans D. Grouws (Éd.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, New York, Macmillan, p. 65-97.

HILL, Peter W., et Carmel A. CRÉVOLA. Novembre 1997. « The literacy challenge in Australian primary schools », *IARTV Seminar Series*, nº 69, p. 3.

JASMIN, Danielle. 1993. *Le conseil de coopération : Un outil de gestion pédagogique de la vie de classe*, Montréal, Éditions de la Chenelière/McGraw-Hill, 132 p.

JENSEN, Eric. 2005. *Teaching with the brain in mind*, 2e éd., Alexandria (VA), Supervision and Curriculum Development.

KAMII, Constance. 1985. *Young children reinvent arithmetic: Implications of Piaget's theory*, New York, Teachers College Press, Columbia University.

KILPATRICK, Jeremy, Jane SWAFFORD et Bradford FINDELL. 2001. *Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics*, Washington (DC), National Academy Press, p. 103.

KILPATRICK, Jeremy, et Jane SWAFFORD. 2002. *Helping Children Learn Mathematics*, Washington (DC), National Academy Press.

LAPLANTE, Bernard. Février 1998. *Apprendre en mathématiques, c'est apprendre à parler mathématiques*, communication présentée à la Yellowknife Educators' Conference, Yellowknife (T.N.-O.).

LEGENDRE, Renald. 1993. *Dictionnaire actuel de l'éducation*, 2e éd., Montréal, Guérin, 1500 p.

LINCHEVSKI, Liora, et Bilha KUTSCHER. 1998. « Tell me with whom you're learning, and I'll tell you how much you've learned: Mixed-ability versus same-ability grouping in mathematics », *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 5, nº 29, p. 533-554.

LITTON, Nancy. 1998. *Getting Your Math Message Out to Parents: A K-6* Resource, Sausalito (CA), Math Solutions Publications, p. 35, 49, 91, 134.

MA, Liping. 1999. *Knowing and teaching elementary mathematics*, Mahwah (NJ), Erlbaum, p. 136.

MCCAIN, Margaret, et Fraser MUSTARD. 1999. *Reversing the Real Brain Drain: Early years study. Final report*. Toronto, Publications Ontario.

MERTTENS, Ruth. 1994. *The IMPACT Project in Haringey: Raising Standards in Inner City Schools* (Report to the DFEE), London, University of North London.

MOKROS, Jan. 1996. *Beyond Facts and Flashcards: Exploring Math with Your Kids*, Portsmouth (NH), Heinemann.

MORROW, Lorna J., et Margaret J. KENNEY (ÉDS.). 1998. *The Teaching and Learning of Algorithms in School Mathematic*, Reston (VA), NCTM, 280 p.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (NCTM). Novembre 1999. *Teaching Children Mathematics*, vol. 6, nº 3, Reston (VA), NCTM, p. 137.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (NCTM). 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*, Reston (VA), NCTM, p. 16, 52, 57.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. *Everybody counts: A report to the nation on the future of mathematics education*, Washington (DC), National Academy Press, p. 44.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2001. *Adding it up: Helping Children Learn Mathematics*, Washington (DC), National Academy Press, 454 p.

NAULT, Thérèse. 1998. *L'enseignement et la gestion de classe*, Montréal, Les Éditions Logiques.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION. 1997. *Le curriculum de l'Ontario, de la 1re à la 8e année – Mathématiques*, Toronto, le Ministère, p. 66, 68.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION. 1998. *Jardin d'enfants*, Toronto, le Ministère, p. 4, 7, 8.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2001a. Lecture au primaire : *Un guide pour l'établissement des cibles relatives au rendement des élèves*, Toronto, le Ministère, 23 p.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2002. *Le curriculum de l'Ontario, de la 1re à la 8e année – Actualisation linguistique en français et Perfectionnement du français*, Toronto, le Ministère, p. 4, 46.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2003a. *Guide d'enseignement efficace des mathématiques, de la maternelle à la 3e année – Géométrie et sens de l'espace*, Toronto, le Ministère, 263 p.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2003b. *Pour aider votre enfant à apprendre les mathématiques : Un guide à l'intention des parents*, Toronto, le Ministère, 16 p.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2003c. *Stratégies de lecture au primaire : Rapport de la Table ronde des experts en lecture*, Toronto, le Ministère, 101 p.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2003d. *Stratégie de mathématiques au primaire : Rapport de la Table ronde des experts en mathématiques*, Toronto, le Ministère, 90 p.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2004a. *Enseigner et apprendre les mathématiques : Rapport de la Table ronde des experts en mathématiques de la 4e à la 6e année*, Toronto, le Ministère, 79 p.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2004b. *La littératie au service de l'apprentissage : Rapport de la Table ronde des experts en littératie de la 4e à la 6e année*, Toronto, le Ministère, 147 p.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2004c. *Politique d'aménagement linguistique de l'Ontario pour l'éducation en langue française*, Toronto, le Ministère, p. 2, 4, 8, 37, 38, 51 et 64.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2005a. *Guide d'enseignement efficace des mathématiques, de la maternelle à la 3e année – Numération et sens du nombre*, Toronto, le Ministère, 283 p.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2005b. *Le curriculum de l'Ontario de la 1re à la 8e année – Mathématiques*, Révisé, Toronto, le Ministère, 101 p.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2005c. *L'éducation pour tous. Rapport de la Table ronde des experts pour l'enseignement en matière de littératie et de numératie pour les élèves ayant des besoins particuliers de la maternelle à la 6e année*, Toronto, le Ministère, p. 5, 38, 75, 80, 85-90.

PAYNE, Joseph. N. 1990. *Mathematics for the young child*, Reston (VA), NCTM, p. 41, 59.

RADFORD, Luis, et Serge DEMERS. 2004. *Communication et apprentissage : Repères conceptuels et pratiques pour la salle de classe de mathématiques*, Toronto, le ministère de l'Éducation de l'Ontario, 206 p.

REYS, Robert E., Mary M. LINDQUIST, Diana V. LAMBDIN, Marilyn. N. SUYDAM et Nancy L. SMITH. 2001. *Helping children learn mathematics*, 6e éd., New York, Wiley, p. 95.

ROSS, John A., Anne HOGABOAM-GRAY, Douglass MCDOUGALL et Cathy BRUCE. Avril 2002. *The contribution of technology to mathematics education reform*, mémoire présenté au congrès de l'American Educational Research Association, Nouvelle-Orléans (LA).

SCHIFTER, Deborah, et Catherine Twomey FOSNOT. 1993. *Reconstructing mathematics education: stories of teachers meeting the challenge of reform*, New York, Teachers College Press, p. 9.

SCHIFTER, Deborah. 1999. « Learning Geometry: Some Insights Drawn from Teacher Writing », *Teaching Children Mathematics*, vol. 5, nº 6, Reston (VA), NCTM, p. 360-366.

SCHÖN, Donald A. 1996. *Le tournant réflexif. Pratiques éducatives et études de cas*, traduit et adapté de l'anglais par Jacques Heynemand et Dolorès Gagnon, Montréal, Éditions Logiques, p. 89.

SKEMP, Richard R. 1978. « Relational understanding and instrumental understanding », *Arithmetic Teacher*, vol. 34, nº 26, p. 9-15.

STEEN, L. A. 1990. « Numeracy », *Daedalus*, vol. 2, nº 119, p. 211-231.

STENMARK, Jean Kerr, et William S. BUSH (Éd.). 2001. *Mathematics assessment: A practical handbook*, Reston (VA), NCTM, p. 4, 62, 70.

STIGGINS, Richard J. 2001. *Student-involved classroom assessment*, Upper Saddle River, (NJ), Prentice-Hall, p. 48.

SUTTON, John, et Alice KRUEGER (Éd.). 2002. *EDThoughts: What we know about mathematics teaching and learning*, Aurora (CO), Mid-continent Research for Education and Learning, p. 95.

TARDIF, Jacques. 1992. *Pour un enseignement stratégique. L'apport de la psychologie cognitive*, Montréal, Éditions Logiques, 474 p.

TORONTO DISTRICT SCHOOL BOARD. 2002. *Kindergarten documents*. Toronto, chez l'auteur.

TRAFTON, P. R., et D. THIESSEN. 1999. *Learning through problems*, Portsmouth (NH), Heinemann, p. 44.

VAN DE WALLE, John A., et Sandra FOLK. 2005. *Elementary and Middle School Mathematics: Teaching Developmentally*, éd. canadienne, Toronto, Pearson Education Canada, p. 99, 139, 152, 156, 191, 193, 196, 200.

VYGOTSKY, Lev. 1980. *Mind in society: The development of higher psychological processes*, Cambridge (MA), Harvard University, p. 86.

VYGOTSKY, Lev. 1987. *Pensée et langage*, Paris, Éditions sociales.

WATERLOO COUNTY DISTRICT BOARD OF EDUCATION. 1992. *Addition and Subtraction of Whole Numbers: The formative years*, Waterloo (ON), chez l'auteur, p. 23, 25.

WATERLOO COUNTY DISTRICT BOARD OF EDUCATION. 1993. *Multiplication and division of whole numbers*, Waterloo (ON), chez l'auteur, p. 28-31.

WEEKS, Ronald C. 1997. *The child's world of science and technology: A book for teachers. Teaching and learning science and technology in the elementary school*, Scarborough (ON) Prentice-Hall Allyn and Bacon Canada.

Le ministère de l’Éducation tient à remercier toutes les personnes,
tous les groupes et tous les organismes qui ont participé à l’élaboration
et à la révision de ce document.

Ministère de l'Éducation

Imprimé sur du papier recyclé

ISBN 0-7794-8525-4 (collection)

ISBN 0-7794-9355-9 (version imprimée, fasc. 5)

06-020