

# Activité 4

---

## Tour de cartes - *Détection et correction des erreurs*

### Résumé

Lorsque les données sont stockées sur un disque ou transmises d'un ordinateur à un autre, nous supposons généralement qu'elles n'ont pas été modifiées au cours du processus. Mais il arrive parfois que le transfert se passe mal et que les données soient modifiées accidentellement. Cette activité utilise un tour de magie pour savoir si les données ont été altérées et pouvoir les corriger.

### Liens pédagogiques

- ✓ Mathématiques : nombres. Étudier le calcul et les estimations.
- ✓ Algèbre. Étudier les séquences et les rapports entre éléments.

### Compétences

- ✓ Compter
- ✓ Reconnaître les nombres pairs et impairs

### Âge

- ✓ 9 ans et plus

### Matériels

- ✓ 36 cartes magnétiques de type aimants pour réfrigérateur, colorées d'un côté seulement
- ✓ Un tableau métallique pour la présentation (un tableau blanc conviendra très bien).

Chaque binôme d'enfants a besoin de :

- ✓ 36 cartes identiques, colorées d'un côté seulement.

# Le « tour de magie »

---

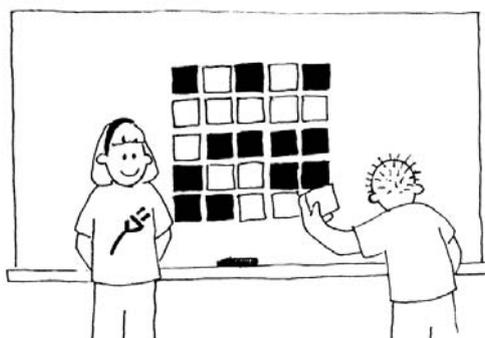
## Présentation

Toi aussi, deviens magicien !

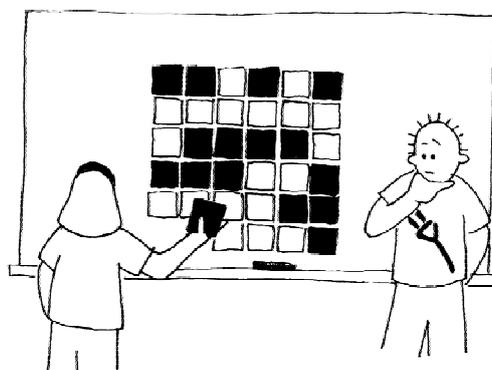
Vous avez besoin d'un ensemble de cartes identiques, à deux faces. (Vous pouvez créer vos propres cartes en découpant une grande feuille cartonnée colorée d'un côté seulement).

Pour la présentation, il vaut mieux utiliser des cartes magnétiques plates qui ont une couleur différente sur chaque face (des aimants pour frigo par exemple).

1. Demandez à un enfant de disposer les cartes en carré de  $5 \times 5$ , avec une répartition aléatoire des faces visibles.



Ajoutez vous-même une autre colonne et une autre ligne, « pour compliquer un peu les choses ».



Ces cartes sont la clé du tour de magie. Vous devez choisir les cartes supplémentaires de manière à obtenir un nombre pair de cartes colorées sur chaque ligne et colonne.

2. Fermez les yeux et demandez à un enfant de retourner une seule carte. La ligne et la colonne dont la carte a changé contiennent alors un nombre impair de cartes colorées et vous pourrez ainsi identifier la carte qui a été retournée.

Les enfants pourront-ils deviner comment vous l'avez trouvée ?

### Expliquez l'astuce aux enfants :

1. En travaillant en binôme, les enfants disposent leurs cartes en carré de  $5 \times 5$ .
2. Combien de cartes colorées y a-t-il sur chaque ligne et chaque colonne? S'agit-il d'un nombre pair ou impair? Souvenez-vous, 0 est un nombre pair.
3. Ajoutez maintenant une sixième carte à chaque ligne, en vous assurant que le nombre de cartes colorées reste pair. Cette carte supplémentaire est appelée la carte « de la parité », qui correspond à ce que les informaticiens appellent « bit de parité ».
4. Ajoutez une sixième ligne de cartes en bas, de manière à obtenir un nombre pair de cartes colorées dans chaque colonne.
5. Maintenant, retournez une carte. Que remarquez-vous sur la ligne et la colonne de la carte retournée? (Elles comportent un nombre pair de cartes colorées). La carte de la parité illustre une erreur.
6. Vous pouvez maintenant essayer de le faire chacun à votre tour.

### Activités supplémentaires :

1. Essayez avec d'autres objets. N'importe quel objet qui a deux « états » convient. Par exemple, vous pouvez utiliser des cartes à jouer, des pièces de monnaie (pile ou face) ou des cartes avec **0** d'un côté et **1** de l'autre (pour rappeler le système binaire).
2. Que se passe-t-il en retournant deux cartes ou plus? (Il n'est pas toujours possible de savoir exactement quelles sont les deux cartes retournées, mais il est possible de voir qu'un changement s'est produit. On peut généralement restreindre l'énigme jusqu'à devoir choisir entre les deux paires de cartes restantes. En retournant 4 cartes, il est possible que tous les bits de parité soient rétablis. C'est ainsi que l'erreur peut passer inaperçue.)
3. Un autre exercice intéressant consiste à manipuler la carte en bas à droite. Si vous pensez qu'il s'agit de la bonne carte au niveau de la colonne, alors sera-t-elle correcte au niveau de la ligne? (Oui, toujours).
4. Dans cet exercice de cartes, nous avons utilisé la parité des cartes paires – en utilisant un nombre pair de cartes colorées. Peut-on refaire la même chose avec la parité des cartes impaires? (Oui, c'est possible, mais la carte en bas à droite donne le même résultat au niveau de la ligne et de la colonne uniquement si le nombre de lignes et de colonnes sont tous deux pairs ou tous deux impairs. Par exemple, une grille de  $5 \times 9$  convient, ou  $4 \times 6$ , mais pas  $3 \times 4$ ).

## Un exemple de la vie réelle pour les plus forts

Des techniques de vérification similaires sont utilisées pour les codes d'identification des livres. Les livres publiés comportent un code à 10 chiffres que l'on trouve généralement sur la quatrième de couverture. Le dernier chiffre est un chiffre (ou somme) de contrôle, tout comme les bits de parité dans l'exercice précédent.

Cela signifie que si tu commandes un livre d'après son numéro ISBN (*International Standard Book Number*, qui signifie numéro international normalisé des livres), l'éditeur peut vérifier que tu n'as pas fait d'erreur. Il regarde simplement la somme de contrôle. Ainsi, tu ne recevras pas un autre livre que celui que tu as commandé!

Voici comment obtenir la somme de contrôle :

Multiplie le premier chiffre par dix, le deuxième par neuf, le troisième par huit, etc. jusqu'au neuvième chiffre multiplié par deux. Additionne tous les résultats obtenus.

Par exemple, le numéro ISBN 0-13-911991-4 donne le résultat suivant :

$$\begin{aligned} & (0 \times 10) + (1 \times 9) + (3 \times 8) + (9 \times 7) + (1 \times 6) \\ + & (1 \times 5) + (9 \times 4) + (9 \times 3) + (1 \times 2) \\ = & 172 \end{aligned}$$

Divise ensuite ce résultat par onze. Que reste-t-il ?

$$172 \div 11 = 15 \text{ reste } 7$$

Si le reste est égal à zéro, alors la somme de contrôle est zéro, sinon, soustrais le reste à 11 pour obtenir le chiffre de contrôle.

$$11 - 7 = 4$$

Vérifie. S'agit-il bien du dernier chiffre du numéro ISBN ? Oui !

Si ce n'était pas le cas, alors nous saurions qu'une erreur s'est produite.

Il est possible d'obtenir une somme de contrôle de 10, ce qui impliquerait plus d'un chiffre. Dans ce cas, on utilise la lettre X.



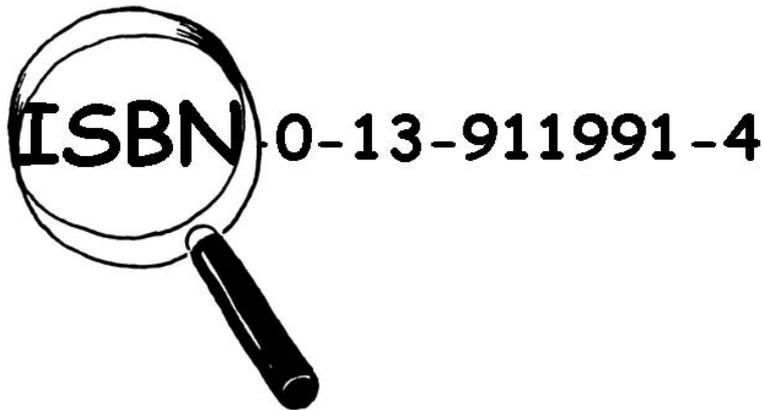
▲ Un code barre (UPC) pris sur une boîte de céréales

Les codes barres que l'on trouve sur les articles de supermarché sont un autre exemple de l'utilisation des chiffres de contrôle. Ils utilisent une autre formule.

Si le code barre est mal lu, le chiffre final sera différent de la valeur calculée. Dans ce cas, le scanner émet un bip et le caissier re-scane le code.

# Contrôle ce livre

Grand succès auprès des détectives  
Suivi de livres, SARL



Nous trouvons et vérifions les sommes de contrôle ISBN  
à des prix imbattables.

Contacte-nous, cherche de véritables codes ISBN  
dans ta classe ou à la bibliothèque.

## Ces sommes de contrôle sont-elles correctes ?

Parfois, des erreurs se sont glissées.

Les erreurs courantes sont les suivantes :

- ✗ la valeur d'un chiffre a changé ;
- ✗ deux chiffres adjacents ont été inversés ;
- ✗ un chiffre a été inséré dans le numéro ;
- ✗ un chiffre a été supprimé du numéro.

Peux-tu trouver un livre portant la lettre X, c'est-à-dire dont la somme de contrôle est égale à 10 ? Cela ne devrait pas être trop difficile à trouver – un sur 11 devrait l'avoir.

Quel genre d'erreur pourrait ne pas être détectée ? Peux-tu changer un chiffre et obtenir malgré tout une somme de contrôle correcte ? Que se passe-t-il si deux chiffres sont inversés (faute de frappe courante) ?

# Ce qu'il faut retenir

---

Imagine que tu déposes 10 € en espèces sur ton compte bancaire. Le caissier tape le montant du dépôt et envoie l'instruction à l'ordinateur central. Mais supposons qu'une interférence se produise sur la ligne au moment où le montant est envoyé et que le code pour 10 € soit changé en 1 000 €. Ce n'est pas un problème pour toi, le client, mais c'en est un évidemment pour la banque !

Il est important de détecter les erreurs dans les données transmises. Un ordinateur qui reçoit une instruction doit donc vérifier que les données qui lui arrivent n'ont pas été altérées par une interférence électrique sur la ligne. Parfois, lorsqu'une erreur a été transmise, les données originales peuvent être renvoyées mais ce n'est pas toujours le cas, par exemple si le disque ou la bande ont été physiquement endommagés, exposés à un rayonnement magnétique ou électrique ou à la chaleur. Si les données sont envoyées par une sonde spatiale lointaine, l'attente d'une retransmission en cas d'erreur serait interminable ! (Il faut déjà plus d'une demi-heure pour obtenir un signal radio de Jupiter lorsqu'elle est au point le plus proche de la Terre !)

Nous devons pouvoir reconnaître si les données ont été altérées (*détecter l'erreur*) et reconstituer les données originales (*corriger l'erreur*).

Les ordinateurs utilisent la même technique que celle utilisée pour le tour de cartes. En plaçant les bits en lignes et colonnes imaginaires et en ajoutant les bits de parité à chaque ligne et colonne, nous pouvons non seulement détecter une erreur, mais aussi la localiser. Le bit défectueux est réparé : l'erreur est corrigée.

Bien sûr, les ordinateurs utilisent souvent des systèmes de contrôle des erreurs plus complexes, capables de détecter et de corriger des erreurs multiples. Le disque dur d'un ordinateur réserve une grande partie de son espace à la rectification des erreurs, de manière à pouvoir continuer à travailler même si certaines parties du disque sont défectueuses. Les systèmes utilisés dans ce but sont très proches du schéma de la parité.

## Solutions et astuces

---

Les erreurs que l'on ne peut pas détecter sont celles où un chiffre augmente et un autre diminue de la même valeur. Alors la somme reste la même.