



**INFORMATIK-BIBER SCHWEIZ  
CASTOR INFORMATIQUE SUISSE  
CASTORO INFORMATICO SVIZZERA**

## Exercices et solutions 2019 Années HarmoS 9/10

<https://www.castor-informatique.ch/>

Éditeurs :

Gabriel Parriaux, Jean-Philippe Pellet, Elsa Pellet, Christian Datzko, Susanne Datzko, Juraj Hromkovič,  
Regula Lacher

010100110101011001001001  
010000010010110101010011  
010100110100100101000101  
001011010101001101010011  
010010010100100100100001

**SS!E**

[www.svia-ssie-ssii.ch](http://www.svia-ssie-ssii.ch)  
schweizerischerverein für informatik in d  
erausbildung // société suisse pour l'infor  
matique dans l'enseignement // società sviz  
zera per l'informatica nell'insegnamento







# Ont collaboré au Castor Informatique 2019

Christian Datzko, Susanne Datzko, Olivier Ens, Hanspeter Erni, Nora A. Escherle, Martin Guggisberg, Saskia Howald, Lucio Negrini, Gabriel Parriaux, Elsa Pellet, Jean-Philippe Pellet, Beat Trachsler.

Nous adressons nos remerciements à :

Juraj Hromkovič, Michelle Barnett, Michael Barot, Anna Laura John, Dennis Komm, Regula Lacher, Jacqueline Staub, Nicole Trachsler : ETHZ

Gabriel Thullen : Collège des Colombières

Valentina Dagienė : Bebras.org

Wolfgang Pohl, Hannes Endreß, Ulrich Kiesmüller, Kirsten Schlüter, Michael Weigend : Bundesweite Informatikwettbewerbe (BWINF), Allemagne

Chris Roffey : University of Oxford, Royaume-Uni

Carlo Bellettini, Violetta Lonati, Mattia Monga, Anna Morpurgo : ALaDDIn, Università degli Studi di Milano, Italie

Gerald Futschek, Wilfried Baumann, Florentina Voboril : Oesterreichische Computer Gesellschaft, Austria

Zsuzsa Pluhár : ELTE Informatikai Kar, Hongrie

Eljakim Schrijvers, Justina Dauksaite, Arne Heijenga, Dave Oostendorp, Andrea Schrijvers, Kyra Willekes, Saskia Zweerts : Cuttle.org, Pays-Bas

Christoph Frei : Chragokyberneticks (Logo Castor Informatique Suisse)

Andrea Leu, Maggie Winter, Brigitte Manz-Brunner : Senarclens Leu + Partner

La version allemande des exercices a également été utilisée en Allemagne et en Autriche.

L'adaptation française a été réalisée par Elsa Pellet et la version italienne par Veronica Ostini.



**INFORMATIK-BIBER SCHWEIZ**  
**CASTOR INFORMATIQUE SUISSE**  
**CASTORO INFORMATICO SVIZZERA**

Le Castor Informatique 2019 a été réalisé par la Société Suisse de l'Informatique dans l'Enseignement SSIE et soutenu par la Fondation Hasler.

## HASLERSTIFTUNG

Tous les liens ont été vérifiés le 1<sup>er</sup> novembre 2019. Ce cahier d'exercice a été produit le 2 janvier 2020 avec le logiciel de mise en page L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.



Les exercices sont protégés par une licence Creative Commons Paternité – Pas d'Utilisation Commerciale – Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International. Les auteurs sont cités en p. 47.



# Préambule

Très bien établi dans différents pays européens depuis plusieurs années, le concours «Castor Informatique» a pour but d'éveiller l'intérêt des enfants et des jeunes pour l'informatique. En Suisse, le concours est organisé en allemand, en français et en italien par la SSIE, la Société Suisse pour l'Informatique dans l'Enseignement, et soutenu par la Fondation Hasler dans le cadre du programme d'encouragement «FIT in IT».

Le Castor Informatique est le partenaire suisse du concours «Bebras International Contest on Informatics and Computer Fluency» (<https://www.bebas.org/>), initié en Lituanie.

Le concours a été organisé pour la première fois en Suisse en 2010. Le Petit Castor (années HarmoS 5 et 6) a été organisé pour la première fois en 2012.

Le Castor Informatique vise à motiver les élèves à apprendre l'informatique. Il souhaite lever les réticences et susciter l'intérêt quant à l'enseignement de l'informatique à l'école. Le concours ne suppose aucun prérequis quant à l'utilisation des ordinateurs, sauf de savoir naviguer sur Internet, car le concours s'effectue en ligne. Pour répondre, il faut structurer sa pensée, faire preuve de logique mais aussi de fantaisie. Les exercices sont expressément conçus pour développer un intérêt durable pour l'informatique, au-delà de la durée du concours.

Le concours Castor Informatique 2019 a été fait pour cinq tranches d'âge, basées sur les années scolaires :

- Années HarmoS 5 et 6 (Petit Castor)
- Années HarmoS 7 et 8
- Années HarmoS 9 et 10
- Années HarmoS 11 et 12
- Années HarmoS 13 à 15

Les élèves des années HarmoS 5 et 6 avaient 9 exercices à résoudre : 3 faciles, 3 moyens, 3 difficiles. Les élèves des années HarmoS 7 et 8 avaient, quant à eux, 12 exercices à résoudre (4 de chaque niveau de difficulté). Finalement, chaque autre tranche d'âge devait résoudre 15 exercices (5 de chaque niveau de difficulté).

Chaque réponse correcte donnait des points, chaque réponse fautive réduisait le total des points. Ne pas répondre à une question n'avait aucune incidence sur le nombre de points. Le nombre de points de chaque exercice était fixé en fonction du degré de difficulté :

	Facile	Moyen	Difficile
Réponse correcte	6 points	9 points	12 points
Réponse fautive	-2 points	-3 points	-4 points

Utilisé au niveau international, ce système de distribution des points est conçu pour limiter le succès en cas de réponses données au hasard.

Chaque participant·e obtenait initialement 45 points (ou 27 pour la tranche d'âge «Petit Castor», et 36 pour les années HarmoS 7 et 8).

Le nombre de points maximal était ainsi de 180 (ou 108 pour la tranche d'âge «Petit Castor», et 144 pour les années HarmoS 7 et 8). Le nombre de points minimal était zéro.

Les réponses de nombreux exercices étaient affichées dans un ordre établi au hasard. Certains exercices ont été traités par plusieurs tranches d'âge.

## Pour de plus amples informations :


SVIA-SSIE-SSII Société Suisse de l'Informatique dans l'Enseignement  
Castor Informatique  
Gabriel Parriaux



---

<https://www.castor-informatique.ch/fr/kontaktieren/>

<https://www.castor-informatique.ch/>

 <https://www.facebook.com/informatikbiberch>



# Table des matières

Ont collaboré au Castor Informatique 2019	i
Préambule	ii
Table des matières	iv
1. Robot graphique	1
2. Rangoli	5
3. Superstar	7
4. Drapeaux colorés	11
5. Rangement du lave-vaisselle	13
6. Message des anciens castors	15
7. Caractères chinois colorés	17
8. Garniture de hamburger	21
9. Signaux de fumée	25
10. Tours particulières	27
11. Boules instables	29
12. Caméra de surveillance	33
13. Un sac de bonbons	37
14. Réseau de castors	41
15. Quipu	45
A. Auteurs des exercices	47
B. Sponsoring : Concours 2019	48
C. Offres ultérieures	50



# 1. Robot graphique

Un robot se déplace sur une grille en dessinant des lignes. Il peut être commandé à l'aide de trois nombres. Si on lui donne les chiffres 3↗1↗5↗, il dessine la figure suivante :

Première exécution :	Deuxième exécution :	Troisième exécution :	Quatrième exécution :

Pour cela, il répète quatre fois les étapes suivantes :

- Avance sur la grille du nombre de cases indiqué par le premier nombre.
- Fais un quart de tour vers la droite.
- Avance sur la grille du nombre de cases indiqué par le deuxième nombre.
- Fais un quart de tour vers la droite.
- Avance sur la grille du nombre de cases indiqué par le troisième nombre.
- Fais un quart de tour vers la droite.

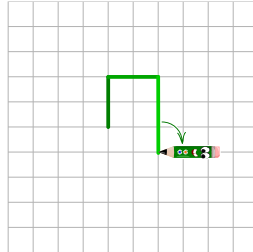
On donne les nombres 2↗2↗3↗ au robot. À quoi les lignes dessinées ressemblent-elles ?

A)	B)	C)	D)

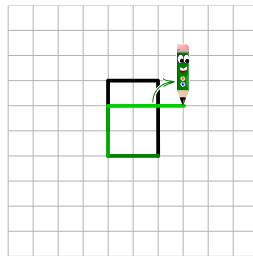


## Solution

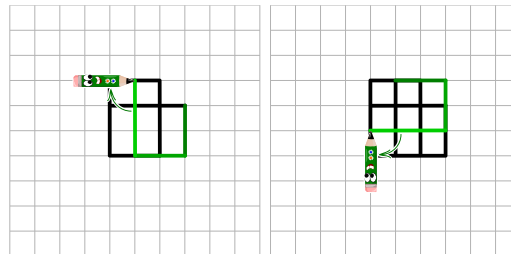
Les nombres  $2\curvearrowright 2\curvearrowright 3\curvearrowright$  signifient que le robot commence par avancer de deux cases, fais un quart de tour vers la droite, avance à nouveau de deux cases, fais un quart de tour vers la droite, avance de trois cases et fais encore une fois un quart de tour vers la droite. Quand il a terminé, il a dessiné les lignes suivantes :



Après avoir répété ces étapes, il a dessiné en tout les lignes suivantes :

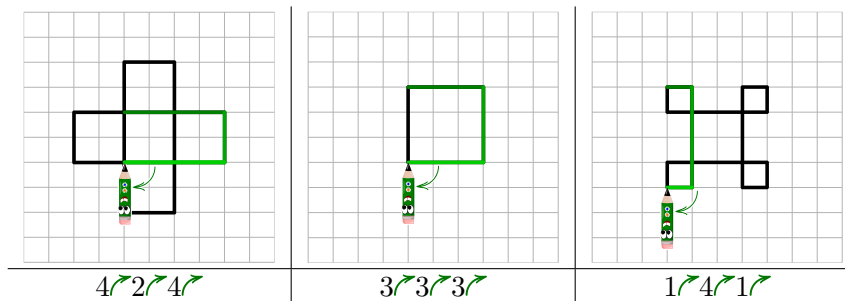


Après les deux répétitions suivantes, l'image ressemble à cela :



La bonne réponse est donc la réponse B).

Le robot peut par ailleurs aussi dessiner les trois autres figures, il faut simplement lui donner d'autres nombres :







## C'est de l'informatique !

Le robot graphique de cet exercice ne peut exécuter que des programmes très simples. Le langage de programmation que le robot comprend n'a que trois nombres comme instructions. Chaque programme doit être composé d'exactly trois nombres suivis par le symbole de rotation ↻. C'est par ailleurs intégré de manière fixe dans le programme que le robot répète les instructions quatre fois, que cela soit désiré ou non.

La plupart des robots et ordinateurs comprennent des langages (de programmation) beaucoup plus complexes. La plupart de ces langages ont les mêmes propriétés de base :

1. Les programmes peuvent être composés de n'importe quel nombre d'instructions qui sont exécutées les unes après les autres en tant que *séquence*.
2. Des instructions de répétition, appelées *boucles*, peuvent être utilisées, sans que cela soit obligatoire.
3. Il existe également des *instructions conditionnelles* qui permettent différentes exécutions du programme suivant son état.

Lorsqu'un langage de programmation contient des boucles et des instructions conditionnelles, on peut les utiliser pour calculer tout ce qui est calculable. En informatique, on dit de tels langages de programmation qu'ils sont universels — ou *Turing-complets*.

Le robot de cet exercice est un environnement classique avec lequel on peut apprendre à programmer. On s'imagine une tortue qui dessine des lignes à la place du robot. De telles *tortues graphiques* peuvent par exemple être réalisées avec XLogoOnline ou TigerJython.

## Mots clés et sites web

Tortue graphique

- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Programmation\\_structur%C3%A9e](https://fr.wikipedia.org/wiki/Programmation_structur%C3%A9e)
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Turing-complet>
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Turtle\\_graphics](https://en.wikipedia.org/wiki/Turtle_graphics)
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Logo\\_\(langage\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Logo_(langage))
- <https://xlogo.inf.ethz.ch/>
- <http://www.tigerjython.ch/>

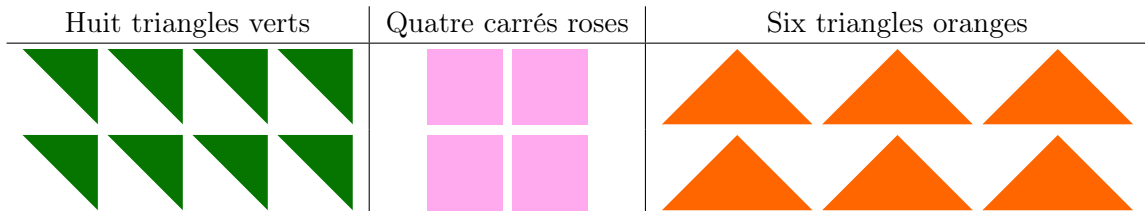




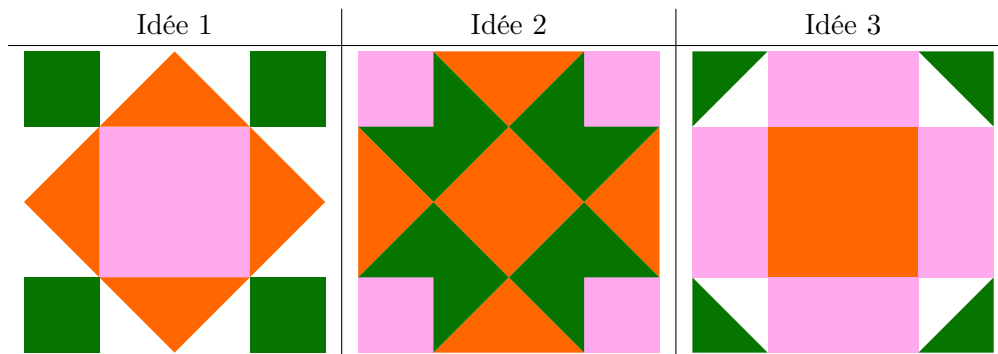
## 2. Rangoli

Le rangoli est une forme d'art venant d'Inde. Les rangolis sont des motifs faits sur le sol. Ces motifs sont le plus souvent symétriques.

Priya a des pierres de trois formes différentes pour son rangoli : huit triangles verts, quatre carrés roses et six triangles oranges. Les pierres de la même couleur ont la même taille :



Elle trouve les idées de rangoli suivantes sur un site Internet (les surfaces blanches restent vides) :



*Laquelle des trois idées de rangoli Priya peut-elle faire avec ses pierres ?*

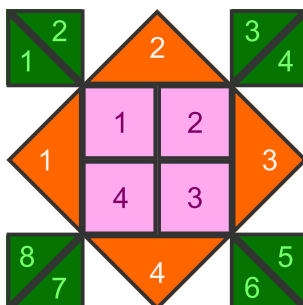
- A) Seulement l'idée 1.
- B) Seulement l'idée 2.
- C) Seulement l'idée 3.
- D) Les trois idées.





## Solution

Priya ne peut faire que A) seulement l'idée 1 avec ses pierres.

L'illustration suivante compte les différentes pierres utilisées pour l'idée 1. Comme elle n'a besoin au maximum que du nombre de pierres qu'elle a à disposition, elle peut faire le motif de l'idée 1 :



Pour le motif de l'idée 2, elle aurait besoin de douze triangles verts, car chacune des quatre figures vertes de l'idée 2  nécessite trois triangles. Priya n'a que huit triangles verts et ne peut donc pas faire le motif de l'idée 2.

Pour le motif de l'idée 3, elle aurait besoin de huit triangles roses, car chacune des quatre figures roses de l'idée 3  nécessite deux carrés roses. Priya n'a que quatre carrés roses et ne peut donc pas faire le motif de l'idée 3.

Comme elle ne peut faire ni le motif de l'idée 2, ni celui de l'idée 3, la réponse D) ne peut pas être correcte.

## C'est de l'informatique !

Le *rangoli* est une forme d'art venant d'Inde pour laquelle on utilise traditionnellement du riz et de la farine colorée, mais aussi du sable de couleur et des fleurs. Les rangolis ont surtout un but décoratif, mais sont aussi associés à des traditions locales et familiales ainsi qu'à des vœux de protection. Certaines traditions religieuses sont aussi associées aux rangolis.

Dans cet exercice, il fallait décomposer une forme complexe en formes plus petites que l'on pouvait comparer aux formes de base. On savait alors combien des formes de base étaient nécessaires. On appelle ce processus *décomposition*, il est souvent utilisé en informatique.

On appelle la comparaison des formes décomposées avec des formes de base *filtrage par motif*. Le filtrage par motif a une grande importance en informatique, il n'est pas utilisé que pour la recherche de motifs graphiques, mais aussi par exemple pour la recherche de mots dans un texte, de noms de fichiers dans un système de fichiers ou pour la comparaison de séquences génétiques lors de la recherche de criminels.

## Mots clés et sites web

Décomposition, filtrage par motif

- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Rangoli>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Filtrage\\_par\\_motif](https://fr.wikipedia.org/wiki/Filtrage_par_motif)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Decomposition\\_\(computer\\_science\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Decomposition_(computer_science))

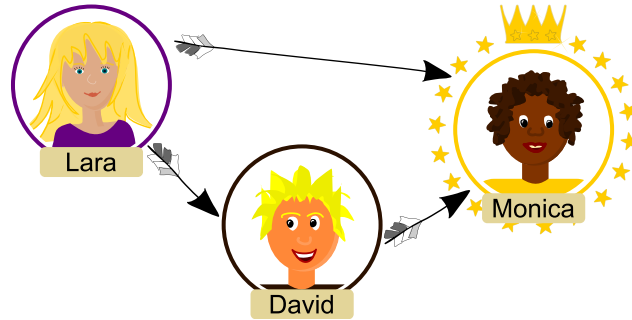


### 3. Superstar

Le réseau social AdoGram permet à ses membres de suivre d'autres membres. Il y a aussi des groupes de membres sur AdoGram. Dans un groupe, un membre est une superstar si...

- ... la superstar est suivie par tous les membres du groupe, et...
- ... elle-même ne suit aucun membre du groupe.

Dans le groupe suivant, Lara suit Monica et David, David suit Monica, mais Monica ne suit personne. Monica est donc une superstar :



Un autre groupe est composé de six membres : Andrea, Dican, Françoise, Gianni, Robin et Stefan. Il se suivent ainsi :

- Andrea suit Dican, Françoise et Gianni.
- Dican suit Françoise, Gianni et Robin.
- Françoise suit Gianni.
- Robin suit Dican, Françoise et Gianni.
- Stefan suit Andrea, Dican, Françoise, Gianni et Robin.

*Est-ce qu'il y a une superstar dans ce groupe ?*

- A) Oui, Françoise est une superstar dans ce groupe.
- B) Oui, Gianni est une superstar dans ce groupe.
- C) Oui, Stefan est une superstar dans ce groupe.
- D) Oui, Françoise et Gianni sont les deux des superstars dans ce groupe.
- E) Non, ce groupe n'a pas de superstar.



## Solution

La bonne réponse est B) Oui, Gianni est une superstar dans ce groupe.

Les deux conditions sont remplies :

- Tous les autres membres du groupe suivent Gianni.
- Gianni lui-même ne suit personne dans le groupe.

Les autres réponses sont fausses.

La réponse A) ne peut pas être juste, car Françoise suit Gianni. En plus, Gianni ne suit pas Françoise.

La réponse C) ne peut pas être juste. Stefan est même une sorte d'anti-superstar dans le groupe : il suit tous les autres membres, mais aucun autre membre du groupe ne le suit.

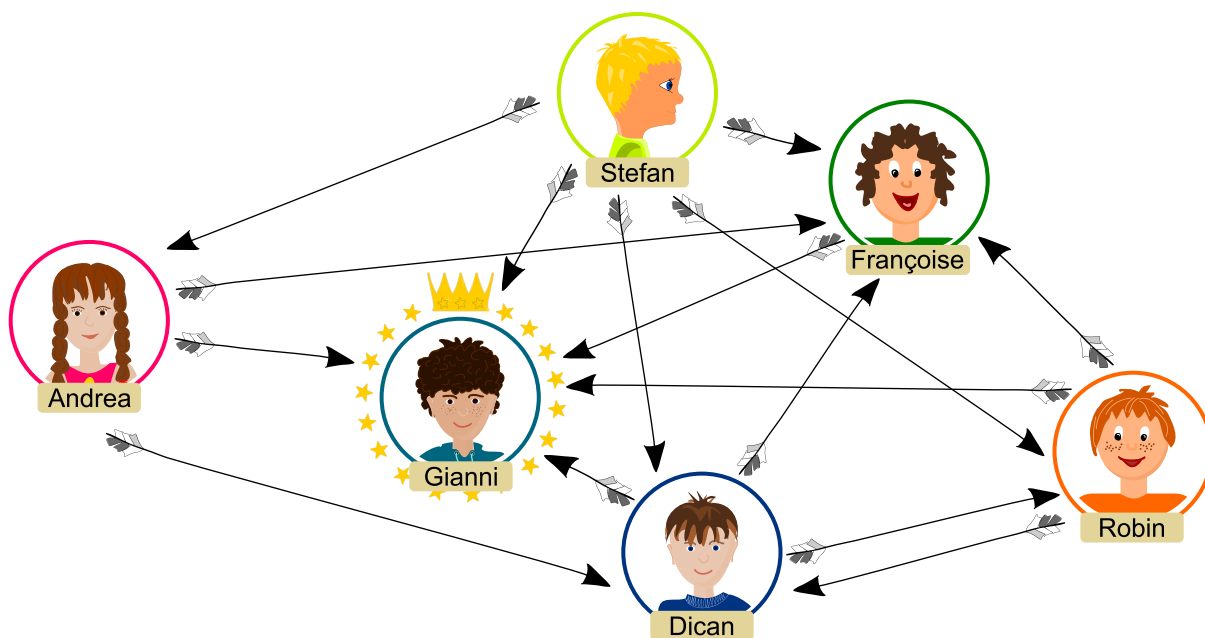
La réponse D) ne peut pas être juste. Non seulement Françoise n'est pas une superstar du groupe, comme décrit ci-dessus, mais un groupe ne peut avoir qu'une superstar : une superstar ne suit personne dans le groupe, mais tous les autres membres du groupe la suivent ; s'il y avait deux superstars, elles devraient se suivre l'une l'autre et ne seraient donc plus des superstars.

La réponse E) est également fausse : comme décrit plus haut, Gianni est une superstar dans le groupe.

## C'est de l'informatique !

Les réseaux sociaux comme le fictif AdoGram fonctionnent car leurs membres ont des *relations* entre eux. Souvent, dans les réseaux sociaux, ces relations vont dans une direction (Andrea *suit* Dican). Bien sûr, cela arrive aussi que deux membres se suivent l'un l'autre (Dican suit Robin et Robin suit Dican).

On peut représenter ces relations par un *graphe*, comme dans l'exemple de cet exercice. On utilise des flèches pour montrer qui suit qui. Dans un graphe, on appelle les membres des *nœuds* et les flèches des *arêtes*. Comme les arêtes ont un sens, il s'agit d'un *graphe orienté*. Le graphe pour cet exercice serait donc comme cela :



Les réseaux sociaux ayant beaucoup de membres correspondent souvent à de très grands graphes. Les entreprises qui gèrent ces réseaux sociaux s'intéressent aux particularités que l'on peut trouver dans ces graphes. Une superstar n'est alors peut-être plus quelqu'un que tout le monde suit, mais quelqu'un que beaucoup de personnes suivent. Si une superstar fait par exemple de la publicité pour un certain produit, cette publicité est vue par beaucoup plus de membres que si un membre



quelconque la faisait. C'est pour cela que les superstars se vantent d'avoir beaucoup de *followers* et ont parfois recours à des méthodes douteuses pour augmenter leur nombre de followers : plus ils ont de followers, plus ils peuvent faire de profit en faisant de la publicité ou du placement de produit. Ils deviennent des *influenceurs*, des personnes qui en influencent d'autres.

Pour exploiter ce marché, les grands réseaux sociaux emploient déjà beaucoup de moyens afin d'augmenter la qualité de la relation de follower. Il suffit parfois d'avoir cherché un certain nom sur un navigateur ou d'avoir été localisé près d'un certain endroit par smartphone pour que les réseaux sociaux nous proposent de «suivre» une personne ou son magasin.

## Mots clés et sites web

Réseaux sociaux, graphes

- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse\\_des\\_r%C3%A9seaux\\_sociaux](https://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse_des_r%C3%A9seaux_sociaux)
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Graphe\\_\(math%C3%A9matiques\\_discr%C3%A8tes\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Graphe_(math%C3%A9matiques_discr%C3%A8tes))







## 4. Drapeaux colorés

Le constructeur de bateaux des castors fait d'excellents bateaux. Chaque castor veut en avoir un. Mais comment peuvent-ils faire la différence entre leurs bateaux s'ils sont tous pareils ?

Les castors décident de personnaliser chaque bateau avec un drapeau. Un drapeau des castors ressemble à cela :

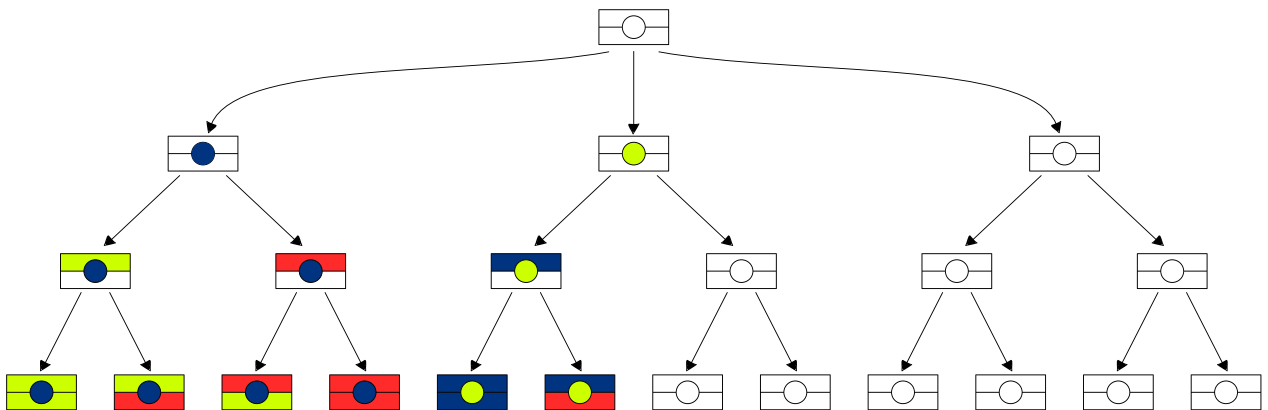


Ils se mettent d'accord sur trois couleurs pour les différentes surfaces du drapeau : rouge, vert clair et bleu foncé. Les deux bandes peuvent avoir la même couleur, mais le cercle au centre doit être d'une autre couleur que les deux bandes :



Pour ne pas perdre la vue d'ensemble, les castors dessinent un diagramme qui montre toutes les combinaisons de couleurs possibles pour les drapeaux, mais ils ne l'ont pas terminé.

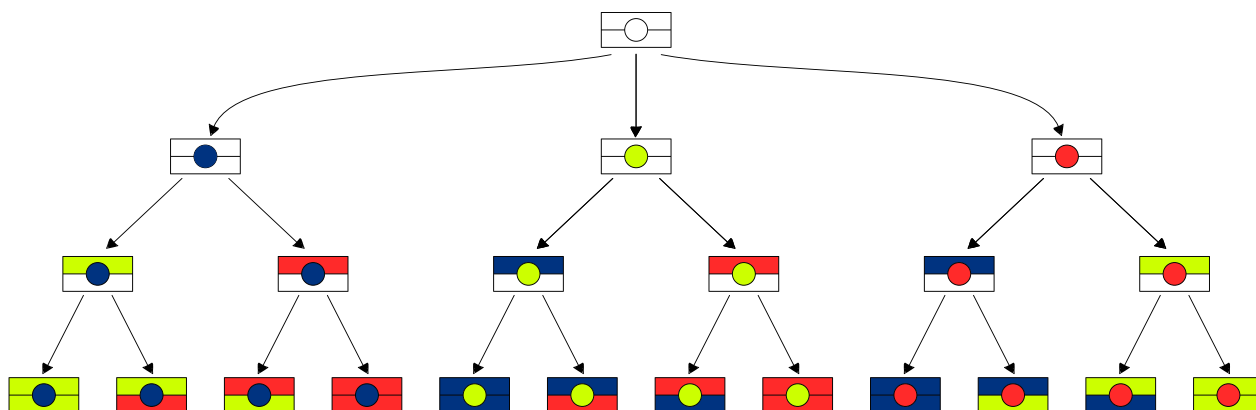
Complète le diagramme pour les castors. Il y a plusieurs bonnes solutions, cela suffit si tu en indiques une. Colorie les surfaces sur le diagramme.





## Solution

Une bonne solution possible est :



De manière générale, les combinaisons du diagramme sont justes si...

- ... dans la deuxième rangée, le cercle à droite est rouge, ...
- ... dans la troisième rangée, en fonction de la couleur du cercle, la bande du haut a une couleur différente pour chaque couleur du cercle (l'ordre est égal), ...
- ... dans la quatrième rangée, en fonction de la couleur du cercle, la bande du bas a une couleur différente pour chaque couleur du cercle (l'ordre est égal).

## C'est de l'informatique !

On doit parfois résoudre des problèmes compliqués. Pour cela, c'est utile de faire une liste de toutes les solutions possibles. En informatique, c'est spécialement important de pouvoir faire une liste de toutes les solutions possibles de manière efficace.

C'est souvent utile d'avoir une méthode systématique pour faire une liste afin de n'oublier aucune solution possible et de ne pas avoir de solution à double. Les structures de données comme l'*arbre* utilisé par les castors aident à trouver systématiquement toutes les solutions. Dans chaque rangée, toutes les valeurs possibles (ici les couleurs) d'une partie de l'objet (ici une surface du drapeau) sont dessinées côte à côte. On appelle le drapeau de la première rangée (pas coloré) la *racine*, et les drapeaux complètement colorés de la rangée du bas des *feuilles*. Un branchement est appelé *branche*. Comme chaque branches correspond à une valeur possible pour remplir la surface à colorier, on peut être sûr que toutes les solutions possibles sont sur les feuilles.

## Mots clés et sites web

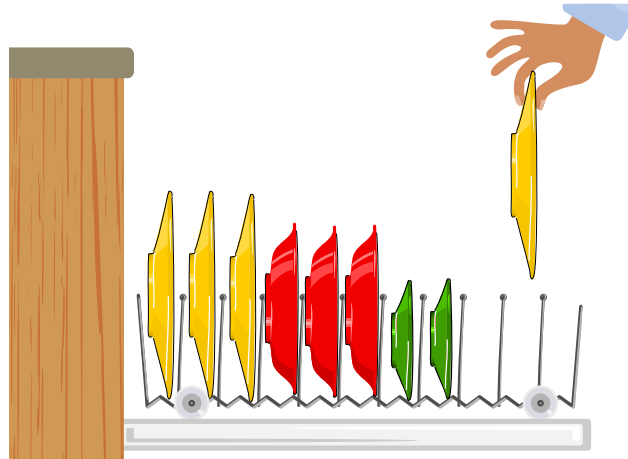
Arbre

- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Arbre\\_enracin%C3%A9](https://fr.wikipedia.org/wiki/Arbre_enracin%C3%A9)
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Enumeration>



## 5. Rangement du lave-vaisselle

Tobias range ses assiettes dans le lave-vaisselle de manière à ce que les grandes assiettes soient tout à gauche, les assiettes à soupe au milieu et les petites assiettes à droite. Il n'y a pas de trou entre les assiettes. Après le souper, il doit ajouter une grande assiette dans le lave-vaisselle. Il veut toucher le moins d'assiettes possible dans le lave-vaisselle en les déplaçant mais veut conserver le même classement.



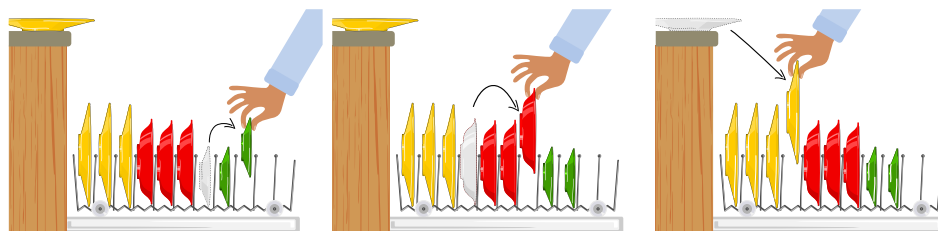
*Combien d'assiettes du lave-vaisselle doit-il toucher pour pouvoir ensuite ranger la grande assiette à la bonne place ?*

- A) 0
- B) 1
- C) 2
- D) 3
- E) 5
- F) 8



## Solution

La méthode la plus rapide pour Tobias est de déplacer la petite assiette de gauche vers la droite, de mettre l'assiette à soupe de gauche dans la place ainsi libérée et de mettre la grande assiette supplémentaire dans la place libérée par l'assiette à soupe de manière à ce que la nouvelle assiette soit tout à droite des grandes assiettes. Il a ainsi touché deux assiettes du lave-vaisselle, la réponse C) est donc juste.



Cela ne peut pas aller plus vite, car la grande assiette doit être mise à la place d'une grande assiette ou de l'assiette à soupe de gauche (il faut donc toucher au moins une assiette du lave-vaisselle). De plus, il faut remettre l'assiette touchée à une autre place : si c'est une grande assiette, le problème est à nouveau le même, et si c'est une assiette à soupe, celle-ci doit être mise à la place d'une autre assiette à soupe ou de la petite assiette de gauche (il faut donc toucher au moins une deuxième assiette du lave-vaisselle).

## C'est de l'informatique !

Dans cet exercice, il s'agit en fin de compte d'insérer un nouvel *Element* dans une *liste déjà triée*. De tels procédés ont souvent lieu dans les ordinateurs, cela vaut donc la peine de réfléchir à comment le faire efficacement.

Dans cet exercice, le « coût » pour le déplacement d'une seule assiette dans le lave-vaisselle est relativement haut. Par contre, le type de chaque assiette est déterminé très rapidement. Beaucoup d'assiettes du même type sont présentes simultanément dans le lave-vaisselle. Cela vaut donc la peine de trouver une solution particulière pour ce problème spécial en ne déplaçant que deux éléments. Pour un ordinateur, c'est en règle générale plus facile de trouver une place correcte pour l'élément à ajouter dans une liste triée et de décaler ensuite d'une place tous les éléments suivants.

Cette sorte de tri basé sur la comparaison s'appelle dans ce cas *tri par insertion* (*insertion sort* en anglais). Elle fait partie des méthodes de tri simples mais pas particulièrement efficaces. D'autres méthodes de tri semblables sont le *tri à bulles* (*bubble sort* en anglais) ou le *tri par sélection* (*selection sort* en anglais). Le *tri rapide* (*quicksort* en anglais), également courant, se base sur le principe *diviser pour régner* et est en revanche nettement plus rapide, surtout pour les longues listes.

## Mots clés et sites web

Tri

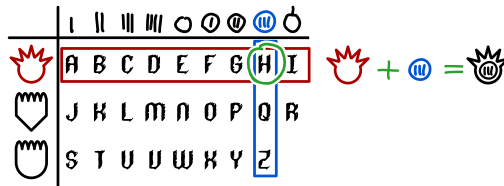
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Algorithme\\_de\\_tri](https://fr.wikipedia.org/wiki/Algorithme_de_tri)
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Tri\\_par\\_insertion](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tri_par_insertion)
- <https://www.youtube.com/watch?v=R0alU37913U>



## 6. Message des anciens castors

La castor Dara a trouvé un très ancien morceau de bois tout en bas du barrage des castors. Des symboles inconnus sont gravés dans le bois. Dara suppose qu'il s'agit d'une table de chiffrement datant du temps où les anciens castor habitaient le barrage.

Dara observe la table longtemps et pense savoir comment elle fonctionne: les symboles inconnus sont une combinaison des symboles indiqués dans les lignes et colonnes. La lettre «H» serait donc chiffrée de la manière suivante :



Dara se rappelle qu'elle a déjà vu de tels symboles à un autre endroit du barrage. En effet, il y est écrit :





Que signifie le message des anciens castors ?



- A) SAVEWATER
- B) CLEARDAYS
- C) SAVEMYDAM
- D) CAREFORME



## Solution

Le premier symbole est constitué des formes  et . On le trouve donc dans la troisième ligne et première colonne : c'est la lettre S. Seules les réponses A) ou C) peuvent donc être justes.

Les deuxièmes, troisièmes et quatrièmes symboles sont les mêmes dans les réponses A) et C). Les symboles correspondent aux lettres A, V et E. La cinquième lettre est différente entre les deux réponses. Le symbole est constitué des formes  et . Cela correspond à la lettre W. La réponse A) est donc correcte. Les quatre derniers symboles correspondent en effet aux lettres A, T, E et R.

Il existe un raccourci pour résoudre l'exercice. Si l'on commence par le dernier symbole à la place de commencer par le premier, on voit qu'il est différent pour chaque réponse. Les formes  et  du dernier symbole correspondent à la lettre R et seule la réponse A) se termine par cette lettre.

## C'est de l'informatique !

La sécurité des données est aujourd'hui une tâche sociale importante. Une des méthodes pour empêcher la lecture non-autorisée de données est de les chiffrer. La science étudiant le chiffrement de données (la *cryptographie*) a déjà au moins 3500 ans. Une des plus vieilles méthodes de *chiffrement* (parfois aussi appelé *cryptage*) est basée sur le remplacement de lettres par d'autres lettres ou symboles. Lors du chiffrement, un *texte clair* est transformé en un *texte chiffré* à l'aide d'une *clé*. On appelle *déchiffrement* la reconstruction du texte clair à partir du texte chiffré à l'aide de la clé. Lorsque l'on retrouve le texte clair à partir du texte chiffré sans avoir connaissance de la clé, on appelle cela *décryptage*.

La méthode de chiffrement utilisée dans cet exercice est appelée *chiffrement par substitution mono-alphabétique*. Cette méthode remplace chaque lettre par un seul nouveau symbole. On utilise pour ça souvent des systèmes dont on se rappelle facilement. Le système utilisé dans cet exercice ressemble à l'alphabet franc-maçon. Les cryptanalystes, qui décryptent de tels textes, utiliseraient des techniques spéciales comme l'analyse fréquentielle ou les *n*-grammes avec le texte chiffré pour associer la bonne lettre à chaque symbole. Edgar Allan Poe a montré dans sa nouvelle de 1843 *Le Scarabée d'or* (*The Gold-Bug* en version originale) que cela était généralement possible avec les chiffrements par substitution monoalphabétique

Qu'est-ce que Dara aurait pu faire si elle n'avait pas eu la table à disposition, mais connaissait les quatre significations possibles ? Elle aurait pu déterminer que les deuxième et sixième ainsi que les quatrième et huitième symboles sont les mêmes. En partant du principe que le chiffrement est une substitution monoalphabétique, elle n'aurait plus eu qu'à trouver le texte ayant les mêmes deuxième et sixième ainsi que quatrième et huitième lettres, ce qui n'est le cas que pour la réponse A).

## Mots clés et sites web

Cryptographie, chiffrement par substitution monoalphabétique

- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Cryptographie>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Chiffrement\\_par\\_substitution](https://fr.wikipedia.org/wiki/Chiffrement_par_substitution)
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Chiffre\\_des\\_francs-ma%C3%A7ons](https://fr.wikipedia.org/wiki/Chiffre_des_francs-ma%C3%A7ons)
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse\\_fr%C3%A9quentielle](https://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse_fr%C3%A9quentielle)
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/N-gramme>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Le\\_Scarab%C3%A9e\\_d'or](https://fr.wikipedia.org/wiki/Le_Scarab%C3%A9e_d'or)
- <http://users.telenet.be/d.rijmenants/en/goldbug.htm>



## 7. Caractères chinois colorés

La structure des caractères chinois nous paraît étrange. Pour mieux comprendre comment certains caractères chinois sont assemblés, on peut s'imaginer le schéma suivant qui les sépare en cinq parties, haut ▲, bas ▣, gauche ▢, droite ▣ et centre ★ :



Ces parties peuvent être assemblées en quatre structures :

Structure	Structure gauche-centre-droite	Structure gauche-droite	Structure haut-centre-bas	Structure haut-bas
Exemple de caractère	川	儿	三	吕
Exemple d'analyse				

Quelle analyse montre la bonne structure pour les trois caractères chinois 劳, 二 et 八 d'après le schéma ?

- A)
- B)
- C)
- D)

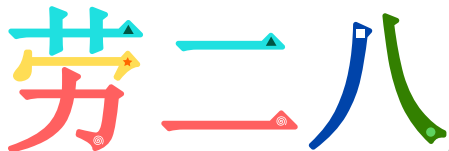


## Solution

Le premier caractère, 劳, a une structure haut-centre-bas, le trait du haut est donc bleu clair , celui du centre jaune et celui du bas rose .

Le deuxième caractère, 二, a une structure haut-bas, le trait du haut est donc bleu clair et celui du bas rose .

Le troisième caractère, 八, a une structure gauche-droite, le trait de gauche est donc bleu foncé et celui de droite vert .



La bonne réponse est donc B)

Dans la réponse A), le deuxième caractère, 二, est bien analysé, mais les mauvaises couleurs sont associées aux caractères 劳 et 八: la couleur du haut est fausse pour 劳 et les deux couleurs sont inversées pour 八.

Dans la réponse C), tous les caractères sont mal analysés. Les couleurs du centre et du bas du premier caractère ne sont pas justes, celle du haut du deuxième caractère est fausse ainsi que les deux couleurs du troisième caractère.

Dans la réponse D), le caractère 八 est bien analysé, mais les couleurs du haut et du bas de 劳 sont fausses ainsi que les deux couleurs de 二.

## C'est de l'informatique !

Les caractères chinois (*sinogrammes*) sont composés de caractères assemblés de manière complexe. Même les versions simplifiées ont plus de 200 éléments de base (*radicaux* ou *clés des sinogrammes*) différents, à partir desquels les caractères sont assemblés. Ceux-ci sont écrits l'un à côté de l'autre ou l'un en dessous de l'autre, formant des structures comme expliqué dans cet exercice. Ainsi, des milliers de caractères différents peuvent être assemblés. Si l'on doit apprendre à écrire avec ces caractères, il faut comprendre comment fonctionne l'assemblage. Pour cela, des couleurs sont souvent utilisées, comme dans cet exercice. L'alphabet latin utilisé chez nous fonctionne différemment: une lettre correspond à un son (avec des exceptions comme «eau», qui est prononcé [o] et non pas [eay]).

Qu'est-ce que cela a à voir avec l'informatique? Premièrement, de tels caractères doivent pouvoir être représentés à l'ordinateur. Il existe plusieurs approches pour cela, l'une d'entre elles utilise les radicaux décrits dans cet exercice. Deuxièmement, on doit avoir la possibilité de chercher des mots, par exemple dans un dictionnaire ou un lexique. Les radicaux les plus utilisés aujourd'hui viennent d'un dictionnaire qui a été élaboré entre 1710 et 1716 sous l'empereur Kangxi. Ce dictionnaire est ordonné d'après le nombre de traits de chaque radical.

## Mots clés et sites web

Sinogramme

- [https://fr.wikipedia.org/wiki/C1%C3%A9\\_d%27un\\_sinogramme](https://fr.wikipedia.org/wiki/C1%C3%A9_d%27un_sinogramme)
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Sinogramme\\_simplifi%C3%A9](https://fr.wikipedia.org/wiki/Sinogramme_simplifi%C3%A9)
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Codage\\_des\\_caract%C3%A8res\\_chinois](https://fr.wikipedia.org/wiki/Codage_des_caract%C3%A8res_chinois)
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thodes\\_de\\_saisie\\_et\\_d%27encodage\\_du\\_chinois](https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thodes_de_saisie_et_d%27encodage_du_chinois)
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Dictionnaire\\_de\\_caract%C3%A8res\\_de\\_Kangxi](https://fr.wikipedia.org/wiki/Dictionnaire_de_caract%C3%A8res_de_Kangxi)
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Alphabet\\_latin](https://fr.wikipedia.org/wiki/Alphabet_latin)
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Eau\\_\(trigramme\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_(trigramme))





Les caractères chinois sont :





- 川 : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Radical\\_47](https://fr.wikipedia.org/wiki/Radical_47)
- 儿 : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Radical\\_10](https://fr.wikipedia.org/wiki/Radical_10)
- 吕 : [https://en.wikipedia.org/wiki/L%C3%BC\\_\(surname\)](https://en.wikipedia.org/wiki/L%C3%BC_(surname))
- 二 : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Radical\\_7](https://fr.wikipedia.org/wiki/Radical_7)
- 三 : [https://fr.wikipedia.org/wiki/3\\_\(nombre\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/3_(nombre))
- 八 : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Radical\\_12](https://fr.wikipedia.org/wiki/Radical_12)
- 劳 : <https://fr.wiktionary.org/wiki/%E5%8A%B3>



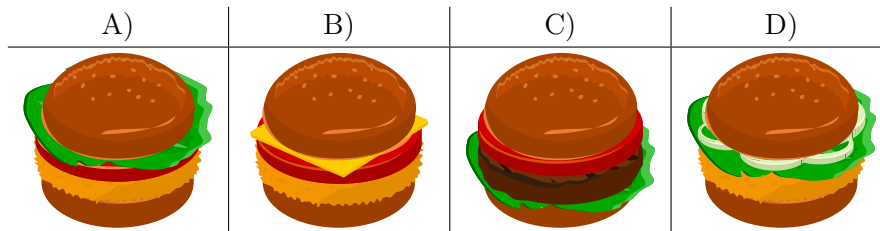


## 8. Garniture de hamburger

CastorBurger propose six ingrédients (A, B, C, D, E et F) pour ses hamburgers faits maison. Le tableau suivant liste les ingrédients de quatre exemples de hamburgers, pas forcément dans le même ordre que dans l'exemple de hamburger :

Hamburger				
Ingrédients	C, F	A, B, E	B, E, F	B, C, D







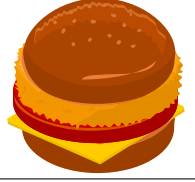

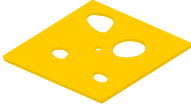


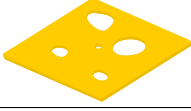

Quel hamburger a les ingrédients A, E et F ?











## Solution


Pour déterminer à quel ingrédient correspond chaque lettre, il faut toujours comparer deux hamburgers :

Hamburgers comparés		Lettre en commun	Ingrédient en commun
		F	
		C	
		B	
		B (déjà identifié)	
		E	

Deux des ingrédients ne sont présents que dans un seul hamburger. Comme l'on a déjà identifié toutes les autres lettres, on peut identifier les ingrédients correspondants comme cela :

Hamburger particulier	Lettre particulière	Ingrédient particulier
	A	
	D	

Le hamburger recherché avec les ingrédients A, E et F doit donc contenir les ingrédients  , 

et  , et ce n'est le cas que du hamburger de la réponse A)





## C'est de l'informatique !

L'*inférence* est la base de beaucoup de raisonnements, y compris en informatique. Pour résoudre cet exercice, on doit l'appliquer intensément : en comparant des hamburgers ayant des ingrédients en commun, on peut déduire des informations inconnues jusque-là (quel ingrédient correspond à quelle lettre).

Dans le cas de cet exercice, les ingrédients communs entre deux hamburgers correspondent à l'*intersection* des deux *ensembles* que sont les hamburgers. Elle ne contient que les ingrédients présents dans les deux ensembles. La première comparaison s'écrirait  $\{C, F\} \cap \{B, E, F\} = \{F\}$ . La contrepartie de l'intersection serait l'*union*  $\{C, F\} \cup \{B, E, F\} = \{B, C, E, F\}$ , elle contient tous les éléments qui sont présents dans au moins l'un des ensembles.

Pour déterminer quels ingrédients ne sont présents que dans un seul hamburger, on peut utiliser la *différence ensembliste*. Elle ne contient que les ingrédients du premier ensemble qui ne sont pas présents dans le deuxième ensemble. Par exemple, pour le premier hamburger particulier, on pourrait écrire :  $\{A, B, E\} \setminus (\{C, F\} \cup \{B, E, F\} \cup \{B, C, D\}) = \{A, B, E\} \setminus \{B, C, D, E, F\} = \{A\}$ .

La théorie des ensembles est peut-être connue du cours de mathématique. En informatique, elle est par exemple utilisée avec les bases de données. On peut aussi appliquer la théorie des ensembles telle quelle dans le domaine de la logique, appelé aussi algèbre de Boole, qui est utilisé souvent en informatique.

## Mots clés et sites web

Inférence, théorie des ensembles, logique





- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Inf%C3%A9rence\\_\(logique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Inf%C3%A9rence_(logique))
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Ensemble>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Alg%C3%A8bre\\_de\\_Boole\\_\(logique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Alg%C3%A8bre_de_Boole_(logique))





## 9. Signaux de fumée

Un castor est toujours en haut de la montagne et observe la météo. Il transmet les prévisions météo aux castors dans la vallée. Pour cela, il utilise des signaux de fumée qui sont composés de cinq nuages de fumée. Un nuage de fumée peut être soit petit, soit grand. Les castors se sont mis d'accord sur les signaux de fumée suivants :

			
Ce sera orageux.	Ce sera pluvieux.	Ce sera nuageux.	Ce sera ensoleillé.

Un jour où il y a beaucoup de vent, les castors dans la vallée n'arrivent pas bien à reconnaître les nuages de fumée. Ils interprètent le signal de fumée comme cela :



Comme ce n'est aucun des signaux de fumée convenus, ils supposent qu'ils ont mal interprété l'un des nuages de fumée : l'un des petits nuages de fumée devrait en fait être grand ou l'un des grands nuages de fumée devrait en fait être petit.

*Que voudrait dire le signal de fumée si exactement un nuage de fumée avait été mal interprété ?*

- A) Ce sera orageux.
- B) Ce sera pluvieux.
- C) Ce sera nuageux.
- D) Ce sera ensoleillé.



## Solution

Cinq signaux de fumée différents sont possibles si exactement un nuage de fumée a été mal interprété. Si l'on interprète le premier, deuxième, quatrième ou cinquième nuage de fumée différemment, on n'obtient aucun des quatre signaux de fumée convenus. Par contre, si l'on interprète le troisième nuage de fumée comme un petit nuage, cela donne la bonne réponse C) «Ce sera nuageux».





On peut aussi comparer le signal de fumée interprété aux quatre signaux de fumée convenus et regarder combien de nuages de fumée sont différents. Pour le signal «Ce sera orageux», deux nuages de fumée sont différents (le plus haut et le plus bas), pour le signal «Ce sera pluvieux», trois nuages de fumée sont différents (les deux plus hauts et le plus bas), pour le signal «Ce sera nuageux», un nuage de fumée est différent (celui du milieu, ce qui en fait la bonne réponse comme décrit ci-dessus) et pour le signal «Ce sera ensoleillé», quatre nuages de fumée sont différents (tous sauf le plus haut).

## C'est de l'informatique !

Lorsque l'on doit transmettre un message, on aimerait que ce message arrive correctement à son destinataire. Les messages de cet exercice sont transmis à l'aide de petits et de grands nuages de fumée. Dans le cas général, on parle de *symboles*. C'est donc raisonnable de choisir une suite de symboles qui permette de comprendre le message même s'il est endommagé en cours de route. On peut faire cela en transmettant plus d'informations qu'il n'est strictement nécessaire. On appelle ces informations supplémentaires *redondantes*.

Lorsque l'on peut reconstruire un message avec au maximum  $n$  erreurs, on parle de code correcteur avec une capacité de correction  $n$ . La représentation de messages par des suites de symboles de manière à ce que l'on puisse les reconstruire même lorsque cette représentation a été endommagée lors de la transmission est une tâche typique pour les informaticiens. Ils nous permettent ainsi par exemple de lire de la musique à partir de CD ou des vidéos à partir de DVD même lorsque quelques erreurs ont eu lieu lors de la transmission.

Dans cet exercice, deux nuages de fumée auraient suffi pour transmettre les quatre messages différents :

			
Ce sera orageux.	Ce sera pluvieux.	Ce sera nuageux.	Ce sera ensoleillé.

Les castors utilisent cependant cinq nuages de fumée. Cela leur permet de comprendre le message même dans les cas où deux voire parfois trois des nuages de fumée sont «illisibles». Les castors ont de plus choisi les messages de manière à ce qu'il y ait au moins trois positions différentes entre chaque paire de messages.

## Mots clés et sites web

Code correcteur

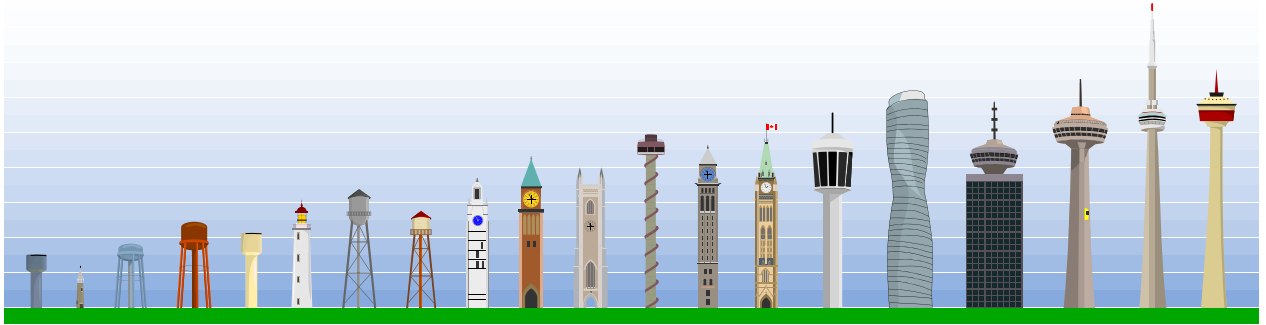
— [https://fr.wikipedia.org/wiki/Code\\_correcteur](https://fr.wikipedia.org/wiki/Code_correcteur)





## 10. Tours particulières

Une tour est considérée comme particulière lorsque toutes les tours à sa gauche sont plus petites qu'elle et toutes les tours à sa droite sont plus grandes qu'elle.



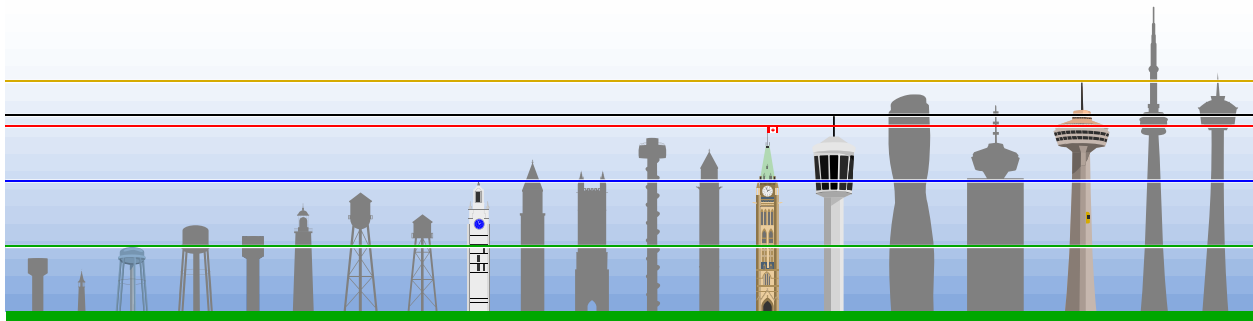
*Combien de tours sont particulières sur le dessin ?*

- A) 4
- B) 5
- C) 6
- D) 7



## Solution

Comme on peut le voir aux lignes colorées, les cinq tours suivantes sont particulières, la réponse B) est donc correcte :



## C'est de l'informatique !

Dans cet exercice, des tours sont comparées sur la base de leur hauteur. De telles comparaisons ont lieu lors de processus de *tri et recherche*, un domaine de l'informatique qui a été étudié en détail.

Il existe beaucoup d'algorithmes de tri différents qui sont adaptés à différentes applications. L'algorithme de *tri rapide* en est un exemple connu. L'identification de valeurs n'ayant que des valeurs plus petites à leur gauche et plus grandes à leur droite est un élément crucial de l'algorithme de tri rapide. Un tel élément partitionne le tableau à trier en deux sous-tableaux et divise ainsi le problème de tri de départ en deux problèmes plus petits. Cet élément entre les deux sous-tableaux est appelé *pivot*. Contrairement à cet exercice, dans l'algorithme de tri, les éléments à gauche et à droite du pivot ne sont pas plus petits et plus grand que le pivot dès le départ, mais doivent le devenir en procédant à des permutations d'éléments. Ce processus est répété pour chaque sous-tableau jusqu'à ce que chaque sous-tableau ne contienne plus qu'un seul élément... qui est déjà trié. Ce processus *récuratif* consistant à diviser un problème en problèmes plus petits avant de les résoudre est appelé *diviser pour régner*. C'est une manière très répandue de résoudre des problèmes difficiles.

L'algorithme de tri rapide est plus rapide que beaucoup d'autres algorithmes de tri, d'où son nom. Cela vient du fait que, dans le cas habituel, le choix du pivot permet de diviser la taille du tableau par deux. Un tableau de 1000 éléments nécessite donc environ 10 niveaux de division (mathématiquement, ce sont  $\log_2(1000)$  niveaux de division). Étant donné que chaque élément doit être comparé au pivot, cela nécessite en tout 10 000 comparaisons. L'ordre de grandeur du nombre de comparaisons nécessaires en utilisant d'autres algorithmes répandus est plutôt de 1 000 000 comparaisons !

## Mots clés et sites web

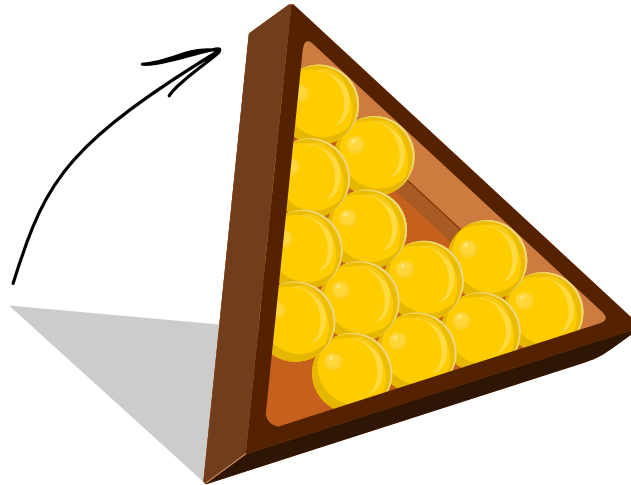
Tri rapide, pivot, diviser pour régner (Divide & Conquer)

- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Tri\\_rapide](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tri_rapide)
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Diviser\\_pour\\_r%C3%A9gner\\_\(informatique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Diviser_pour_r%C3%A9gner_(informatique))
- <https://www.youtube.com/watch?v=ywWBy6J5gz8>



## 11. Boules instables

Une boîte triangulaire peut contenir quinze boules de la même taille. Deux boules sont retirées de la boîte comme dans le dessin ci-dessous. La boîte est ensuite inclinée sur le côté.

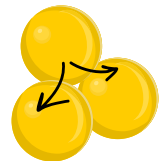


Lorsque l'on incline la boîte, certaines boules peuvent devenir « instables ». Un boule est instable lorsque...

- ... la boule à gauche ou à droite en dessous d'elle a été retirée, ...
- ... ou la boule à gauche ou à droite en dessous d'elle est instable.

Les boules de la rangée du bas sont stables.

*Combien des treize boules sont instables ?*

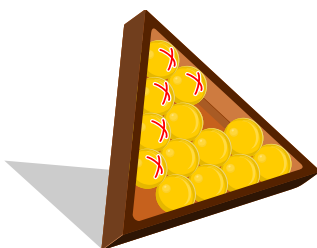


- |                 |             |                      |
|-----------------|-------------|----------------------|
| A) Aucune boule | F) 5 boules | K) 10 boules         |
| B) 1 boule      | G) 6 boules | L) 11 boules         |
| C) 2 boules     | H) 7 boules | M) 12 boules         |
| D) 3 boules     | I) 8 boules | N) Toutes les boules |
| E) 4 boules     | J) 9 boules |                      |



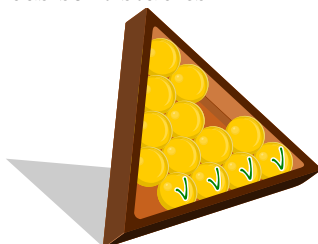
## Solution

Cinq boules sont instables. Elles sont marquées d'une croix dans le dessin suivant :

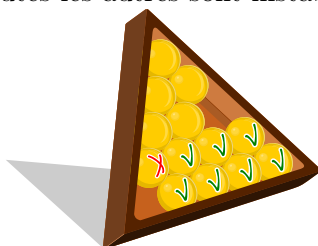


Le plus simple est d'y réfléchir en allant du bas vers le haut :

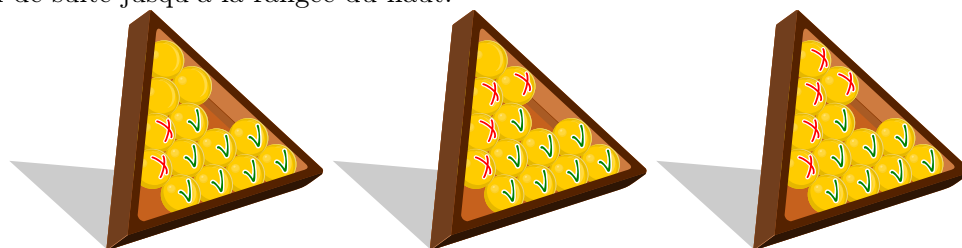
- Toutes les boules de la rangée du bas sont stables.



- Toutes les boules de la deuxième rangée depuis le bas qui ont deux boules stables en dessous d'elles sont également stables. Toutes les autres sont instables.



- Et ainsi de suite jusqu'à la rangée du haut.



## C'est de l'informatique !

Il existe deux conditions pour qu'une boule soit classifiée comme instable. La première condition peut être testée directement. Afin de pouvoir tester la deuxième condition, on doit d'abord savoir si l'une des boules de la rangée en dessous est instable. C'est facile pour la rangée du bas, car comme il n'y a aucune boule en dessous, toutes les boules y sont stables. Comme expliqué dans la solution, on peut ensuite tester la rangée en dessus et déterminer quelles boules sont instables. De cette manière, on peut tester systématiquement chaque rangée du bas vers le haut et déterminer si chaque boule est instable.

Le principe d'après lequel une condition dépend du résultat d'une condition similaire s'appelle *récur-sivité*. Les conditions récursives sont construites de manière à ce que le résultat soit évident (*cas de base*, dans notre cas, toutes les boules de la dernière rangée sont stables) soit dépendant du résultat d'autres conditions récursives (*cas général*, dans notre cas, il s'agit de toutes les boules qui ne se



trouvent pas dans la dernière rangée et pour lesquelles il faut donc d'abord tester les boules du dessous).

Le principe de la récursivité est souvent utilisé en informatique. Il permet de résoudre de manière simple et élégante beaucoup de problèmes complexes. C'est également possible de transformer une solution récursive en une solution pas à pas (*itérative*). Un exemple classique pour lequel il existe une solution récursive simple est le jeu des tours de Hanoï.

## Mots clés et sites web

Récursivité, tours de Hanoï

— <https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9cursivit%C3%A9>

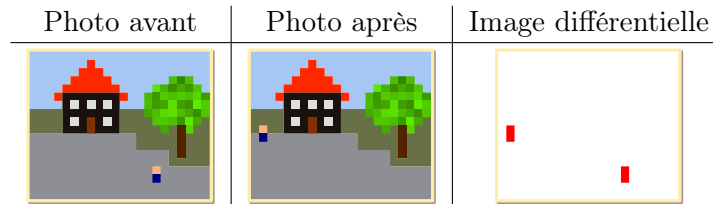
— [https://fr.wikipedia.org/wiki/Tours\\_de\\_Hano%C3%AF](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tours_de_Hano%C3%AF)





## 12. Caméra de surveillance

Sur la place de la gare, une caméra de surveillance fait des photos à intervalles réguliers. Ces photos sont analysées par un ordinateur qui génère une image appelée *image différentielle*. Dans une telle image, les points de l'image qui sont différents entre deux photos consécutives sont mis en évidence. Une personne traverse les deux photos suivantes. C'est mis en évidence sur l'image différentielle à droite :



Cinq événements ont lieu entre la photo suivante et les cinq images différentielles.



Dans quel ordre les événements ont-ils lieu ?

- A) Deux personnes se rencontrent.  
 La porte de la maison s'ouvre.  
 Deux personnes partent vers la droite bras dessus, bras dessous.  
 Le vent se lève.  
 La porte de la maison se ferme.
- B) La porte de la maison se ferme.  
 Deux personnes se rencontrent.  
 Deux personnes partent vers la droite bras dessus, bras dessous.  
 La porte de la maison s'ouvre.  
 Le vent se lève.
- C) La porte de la maison s'ouvre.  
 Deux personnes partent vers la droite bras dessus, bras dessous.  
 Deux personnes se rencontrent.  
 Le vent se lève.  
 La porte de la maison se ferme.
- D) Le vent se lève.  
 La porte de la maison s'ouvre.  
 Deux personnes se rencontrent.  
 Deux personnes partent vers la droite bras dessus, bras dessous.  
 La porte de la maison se ferme.



## Solution

La bonne réponse est B) «La porte de la maison se ferme. Deux personnes se rencontrent. Deux personnes partent vers la droite bras dessus, bras dessous. La porte de la maison s'ouvre. Le vent se lève.»

La première image différentielle montre que le secteur de la photo autour de la porte de la maison a changé. Cela peut être parce que la porte s'est ouverte ou fermée. Théoriquement, on peut ici encore s'imaginer que deux personnes se sont rencontrées dans le secteur de la porte ou partent vers la droite bras dessus, bras dessous.

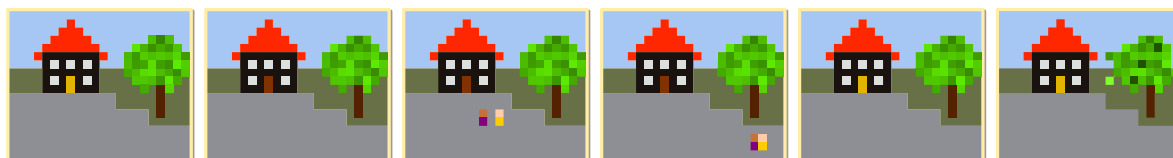
La deuxième image différentielle montre deux changements à gauche près de l'arbre. Cela ne peut être que parce deux personnes se sont rencontrées, mais ne partent pas encore vers la droite bras dessus, bras dessous. Rien n'a changé dans le secteur de la porte. La porte doit donc soit avoir été ouverte ou fermée plus tôt (et être restée ouverte ou fermée depuis), ou alors, si deux personnes s'y sont rencontrées, elle ne doivent pas avoir bougé depuis.

La troisième image différentielle montre trois changements dans le secteur gauche sur le devant et en bas près de l'arbre. Il y a à nouveau un changement à l'endroit exact où les deux personnes se sont rencontrées plus tôt : soit elles ont les deux bougé, soit elles sont parties. Il y a un large bloc à droite qui montre certainement deux personnes partant vers la droite bras dessus, bras dessous.

La quatrième image montre à nouveau un changement dans le secteur de la porte de la maison et aussi là où les deux personnes sont parties vers la droite bras dessus, bras dessous. Cela signifie que la porte de la maison s'est ouverte ou fermée. Ce n'est pas possible qu'il s'agisse des deux personnes se rencontrant ou partant vers la droite bras dessus, bras dessous, car ces événements ont déjà eu lieu. Là où les deux personnes étaient présentes plus tôt, le changement montre qu'elles ont soit bougé, soit qu'elles sont parties.

La cinquième image montre des changements dans l'arbre qui ont l'air aléatoires. Cela n'a pu être causé que par le vent.

Les photos auraient donc pu ressembler à celles-ci :



## C'est de l'informatique !

Aujourd'hui, beaucoup de lieux publics et privés sont surveillés à l'aide de caméras. Comme cela coûterait beaucoup trop cher de faire observer chaque caméra par quelqu'un tout le temps, elle sont analysées directement par des ordinateurs qui détectent les changements dans l'image et informent le propriétaire ou le service de sécurité en cas de besoin. Naturellement, ces ordinateurs sont meilleurs que ne le décrit cet exercice : en règle générale, les petits changements (comme lorsqu'un oiseau vole très loin à travers l'image) ou les changements longs et réguliers (comme lorsque la nuit tombe) sont ignorés et l'information n'est donnée qu'en cas de changements plus importants ou plus rapides. Si l'image actuelle et l'image différentielle sont ensuite également envoyées, une personne peut rapidement décider s'il faut réagir.

La surveillance de lieux publics et privés est controversée. D'un côté, beaucoup d'endroits peuvent être surveillés comme décrit plus haut et une intervention rapide est possible. Si les photos sont aussi enregistrées, on peut ensuite éventuellement avoir des preuves pour confondre les criminels. D'un autre côté, de telles caméras de surveillance peuvent être utilisées abusivement. En 2013 déjà, des poubelles qui n'avaient pas seulement des écrans publicitaires, mais qui enregistraient aussi les profils de déplacement des passants grâce au module WIFI de leurs smartphones, ont été installées dans





des lieux publics de Londres... Sans que les passants ne le sachent ou ne l'autorisent. Les caméras de surveillance peuvent maintenant identifier ces passants à l'aide de la reconnaissance faciale, ou du moins identifier certains groupes de clients potentiels et leur montrer des publicités ciblées sur ces poubelles. Ce qui est raisonnable pour la surveillance de sécurité de bâtiments peut être acceptable dans un supermarché, mais doit au moins être discuté dans la société quand il s'agit de l'espace public pour trouver une voie entre les besoins liés à la sécurité, les intérêts commerciaux et le droit à la sphère privée dans l'espace public.

## Mots clés et sites web

Traitement d'images, surveillance, sphère privée

- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Traitement\\_d%27images](https://fr.wikipedia.org/wiki/Traitement_d%27images)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Image\\_differencing](https://en.wikipedia.org/wiki/Image_differencing)
- <https://gizmodo.com/londons-shutting-down-those-creepy-phone-tracking-sm-1107706580>

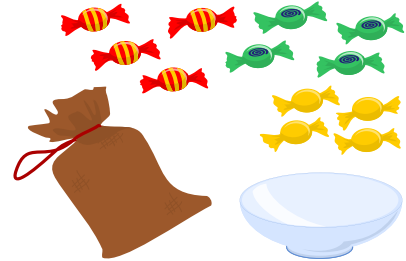




## 13. Un sac de bonbons

Petra a quatre bonbons rouges, quatre bonbons verts et quatre bonbons jaunes dans un sac opaque. Elle a aussi une coupe vide. Petra et Moritz jouent à un jeu. Pendant trois tours, Moritz peut tirer un bonbon du sac. Les règles suivantes valent pour chaque bonbon :

- Tant que le bonbon tiré est vert, il le met dans la coupe et peut tirer un autre bonbon pendant le même tour.
- Si le bonbon tiré est rouge, Moritz le met dans la coupe et termine le tour.
- Si le bonbon tiré est jaune, Moritz le mange directement sans le mettre dans la coupe et termine le tour.



*Combien de bonbons au maximum Moritz peut-il avoir mis dans la coupe à la fin du jeu ?*

- |      |      |       |
|------|------|-------|
| A) 0 | F) 5 | K) 10 |
| B) 1 | G) 6 | L) 11 |
| C) 2 | H) 7 | M) 12 |
| D) 3 | I) 8 |       |
| E) 4 | J) 9 |       |



## Solution

La bonne réponse est H) 7.

Dans le meilleur des cas, les quatre bonbons verts sont tirés. Cela signifie d'une part que les quatre bonbons verts sont dans la coupe et d'autre part que Moritz a pu tirer quatre fois un bonbon de plus au cours des trois tours, donc sept bonbons en tout.

Pour les trois bonbons restants, Moritz tire dans le meilleur des cas un bonbon rouge à chaque fois, qui sont ensuite aussi dans la coupe. Cela fait en tout quatre bonbons verts et trois bonbons rouges, donc sept bonbons dans la coupe en tout.

Il ne peut pas y avoir plus de sept bonbons dans la coupe. À chaque tirage, un bonbon au maximum peut être mis dans la coupe, et comme il n'y a que quatre bonbons avec lesquels on peut tirer un bonbon supplémentaire, cela fait au maximum sept bonbons.

L'ordre dans lequel les bonbons sont tirés dans le meilleur des cas est relativement égal tant que le dernier bonbon tiré est un bonbon rouge, car on peut dans ce cas toujours en tirer un de plus grâce aux bonbons verts.

## C'est de l'informatique !

Deux des trois règles de l'exercice sont formulées comme des *instructions conditionnelles* : si une certaine condition est remplie, alors une certaine action est exécutée. De telles instructions conditionnelles sont très souvent utilisées en informatique. Souvent, les mots clés de langue anglaise *if* («si» en anglais) et *then* («alors» en anglais) sont utilisés. L'une des règles est formulée de manière à ce que quelque chose soit répété tant qu'une condition est remplie. On appelle cela une *boucle* pour laquelle on utilise souvent le mot de langue anglaise *while* («tant que» en anglais). De tels boucles peuvent aussi être formulées comme des *boucles itératives* qui déterminent un nombre de répétitions fixe.

On pourrait donc formuler le jeu de Petra de la manière suivante :

```
fixe Tours égal à 3
tant qu'il reste un tour :
  diminue Tours de 1
  tire un bonbon
  tant que le bonbon est vert, alors mets-le dans la coupe et tire un bonbon
  si le bonbon est rouge, alors mets-le dans la coupe
  si le bonbon est jaune, alors mange-le
```

Pour résoudre l'exercice, on doit *analyser* le programme. Dans un cas simple comme celui de ce programme, on pourrait simplement essayer tous les ordres possibles de bonbons. Cela pourrait même être exécuté par un ordinateur de manière automatisée. L'explication de la solution, par contre, se base sur la compréhension des relations qui permet de prouver qu'une certaine solution est vraie sans exécuter le programme. De telles analyses ne peuvent pas toujours être réalisées par un ordinateur, comme l'a montré la *théorie de la calculabilité*. Donald Knuth, un des grands informaticiens du XX<sup>e</sup> siècle, l'a exprimé ainsi : «Faites attention aux erreurs dans ce code ; je n'ai fait que démontrer qu'il était correct, je ne l'ai pas essayé.»

## Mots clés et sites web

Instruction conditionnelle, boucle, théorie de la calculabilité

- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Instruction\\_conditionnelle\\_\(programmation\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Instruction_conditionnelle_(programmation))
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Structure\\_de\\_contr%C3%B4le#Boucles](https://fr.wikipedia.org/wiki/Structure_de_contr%C3%B4le#Boucles)



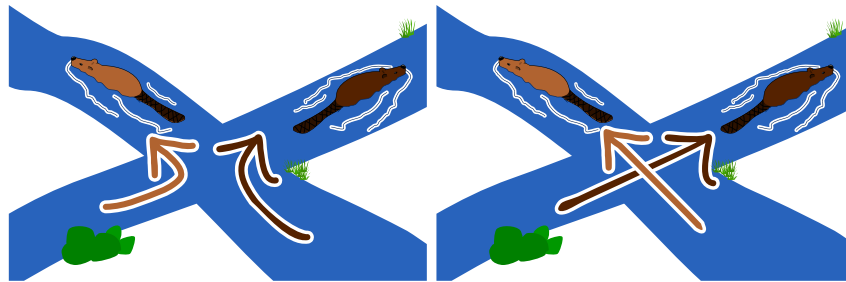
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Calculabilit%C3%A9>
- [https://en.wikiquote.org/wiki/Donald\\_Knuth](https://en.wikiquote.org/wiki/Donald_Knuth)





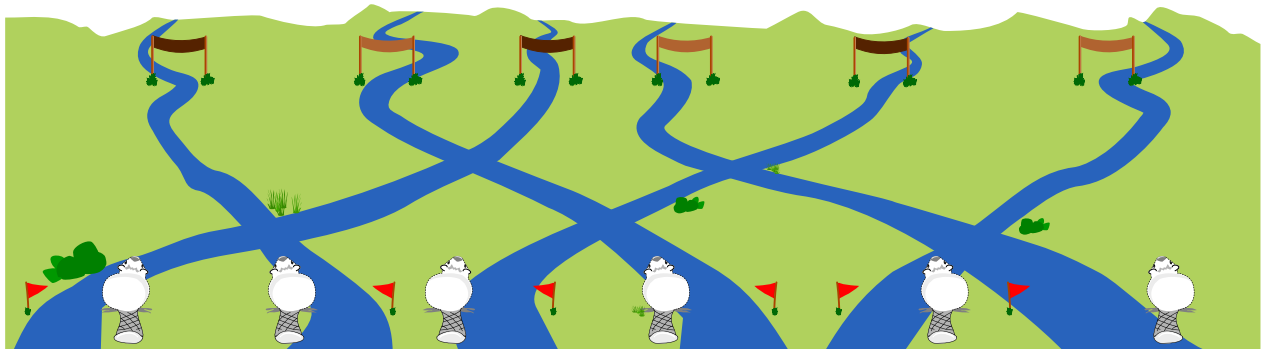
## 14. Réseau de castors

Trois castors brun clair et trois castors brun foncé nagent dans un système de canaux du bas vers le haut. Deux castors se rencontrent à chaque croisement de deux canaux. Si les deux castors qui se rencontrent sont de couleurs différentes, le castor brun clair continue vers la gauche et le castor brun foncé vers la droite. Sinon, ils continuent simplement chacun dans la même direction.



À la fin, les castors doivent être ordonnés de gauche à droite de la manière suivante : brun foncé, brun clair, brun foncé, brun clair, brun foncé, brun clair.

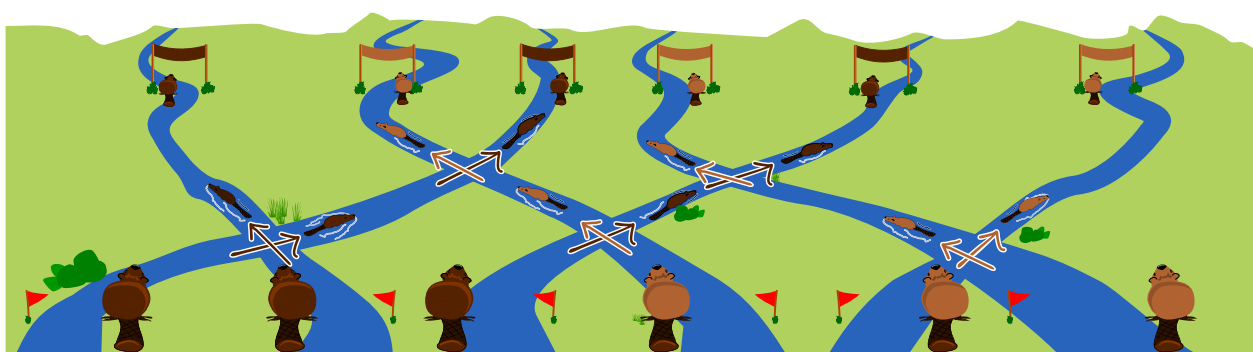
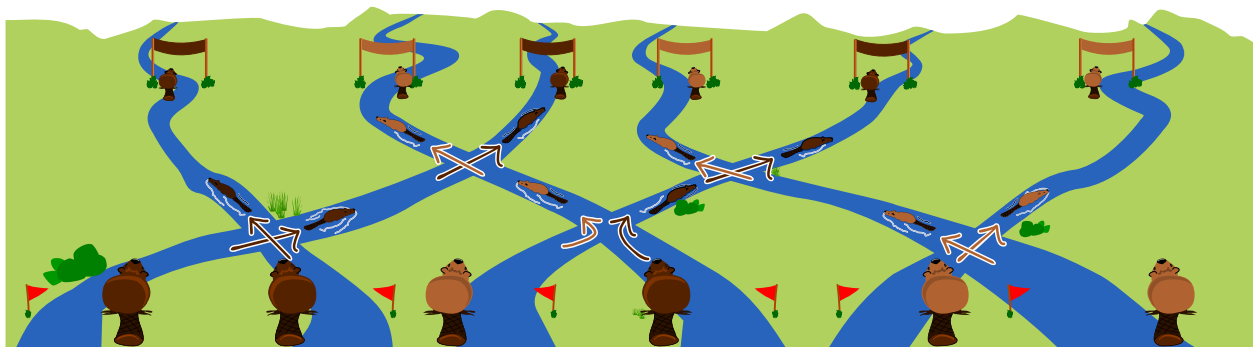
À quelles positions les castors brun clair et brun foncé doivent-ils commencer afin d'arriver dans le bon ordre ?





## Solution

Il y a deux bonnes réponses :



Ce sont également les deux seules réponses justes. En effet, pour que le castor arrivant tout à gauche soit brun foncé, il ne doit pas y avoir de castor brun clair qui passe par le premier croisement à gauche, car celui-ci devrait prendre le canal de gauche. Les deux positions de départ de gauche doivent donc être occupées par des castors brun foncé.

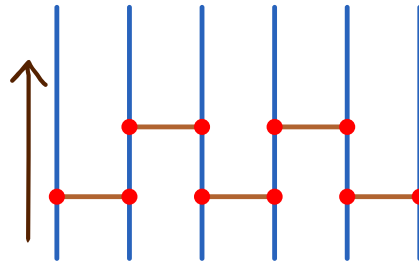
Le même raisonnement vaut pour la position d'arrivée du castor brun clair tout à droite : pour que le castor arrivant tout à droite soit brun clair, deux castors brun clair doivent se rencontrer au premier croisement depuis la droite. Les deux positions de départ de droite doivent donc être occupées par des castors brun clair.

Pour les castors du milieu, cela ne fait pas de différence si le troisième castor brun clair part à gauche et le troisième castor brun foncé part à droite ou l'inverse, car après le premier croisement, le castor brun clair continue de toute façon à gauche et le castor brun foncé à droite.

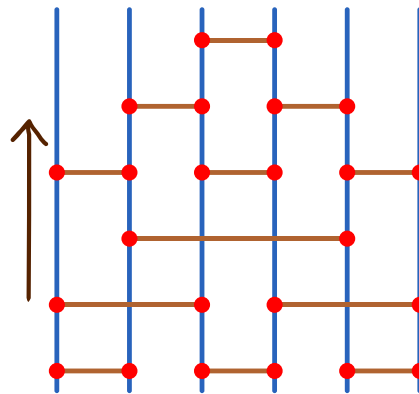
## C'est de l'informatique !

Le système de canaux des castors et la règle déterminant qui nage à gauche et qui nage à droite forment une partie d'un *réseau de tri*. Dans un réseau de tri, des données se déplacent le long d'un fil (les canaux dans cet exercice), et à chaque comparateur (les croisements dans cet exercice), on teste pour décider si les données doivent être échangées ou non. On peut par exemple représenter le castor brun foncé par le chiffre 0 et le castor brun clair par le chiffre 1. Le réseau de tri ressemble alors à cela :





Dans ce diagramme, les lignes bleues représentent les canaux des castors et les points orange reliés par un trait représentent les croisements où les castors changent potentiellement de direction. Ce réseau de tri n'est pas *complet* : il ne va pas forcément disposer tous les castors brun clair à gauche et tous les castors brun foncé à droite. En ce sens, il n'effectue qu'un tri *partiel* des castors. Le réseau de tri suivant est un réseau de tri optimal (complet et minimal) pour cet exercice : en suivant les mêmes règles, ce réseau serait toujours capable de trier tous les castors, quel que soit leur disposition initiale. On peut voir que le réseau de tri ci-dessus est intégré dans le réseau optimal (aux deuxième et troisième lignes depuis le haut) :



Les réseaux de tri sont particulièrement efficaces lorsque les comparaisons peuvent être effectuées parallèlement l'une à l'autre. De tels réseaux de tri optimaux sont difficiles à trouver pour de grands ensembles de données.

Si l'on généralise, on peut aussi se représenter le système de canaux des castors comme le système de câbles d'un réseau informatique comme Internet. Les canaux représentent alors les connexions par câbles directes entre deux routeurs, les intersections. Généralement, des tables de routage fixes permettant de diriger les données vers leur but sont programmées dans de tels routeurs.

## Mots clés et sites web

Réseau de tri, réseau informatique, routeur, table de routage

- [https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau\\_de\\_tri](https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_de_tri)
- <http://www.inf.fh-flensburg.de/lang/algorithmen/sortieren/networks/optimal/optimal-sorting-networks.htm>
- <https://www.computernetworkingnotes.com/ccna-study-guide/basic-routing-concepts-and-protocols-explained.html>
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Routage>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Table\\_de\\_routage](https://fr.wikipedia.org/wiki/Table_de_routage)



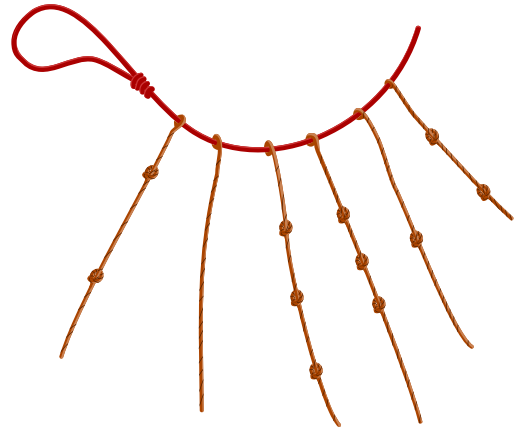


## 15. Quipu

Les Incas utilisaient à l'époque des nœuds pour la transmission de messages. Plusieurs cordelettes sur lesquelles des nœuds étaient noués étaient attachées à une corde. Ces assemblages de cordelettes appelés « quipus » étaient grands et difficiles à fabriquer.

Imagine qu'il faut développer une version simplifiée des quipus. Les conditions sont :

- Il y a toujours le même nombre de cordelettes attachées à la corde.
- Les cordelettes ne diffèrent que par le nombre de nœuds.
- Une cordelette a 0, 1, 2 ou 3 nœuds.
- L'ordre des cordelettes est déterminé à l'aide d'un nœud sur la corde.
- Il doit pouvoir y avoir 30 quipus discernables pour différents messages.



Quel est le nombre minimum de cordelettes de la version simplifiée des quipus dans ces conditions ?

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5
- E) 8
- F) 10



## Solution

La réponse B) 3 est correcte.

Chaque cordelette peut enregistrer une des 4 valeurs différentes (0, 1, 2 ou 3). Avec deux cordelettes, on aurait  $4 \cdot 4 = 16$  combinaisons possibles, avec trois cordelettes  $4 \cdot 4 \cdot 4 = 64$  combinaisons possibles, et ainsi de suite. Trois cordelettes sont donc suffisantes, plus de cordelettes seraient en contradiction avec la condition stipulant qu'il faut attacher le moins de cordelettes possible à la corde. Comme l'ordre des valeurs est déterminé par le nœud sur la corde, on ne doit pas s'inquiéter du fait que l'on pourrait lire la corde dans un sens ou dans l'autre.

## C'est de l'informatique !

Les *quipus* étaient en effet utilisés par les Incas en Amérique du Sud. Des quipus gris étaient utilisés pour la comptabilité et la perception d'impôts. On suppose que jusqu'à 95 syllabes différentes pouvaient être codées à l'aide de cordelettes colorées, permettant une correspondance écrite. Au contraire de la version simplifiée de cet exercice, différentes sortes de nœuds et dans certains cas des sous-cordelettes attachées aux cordelettes étaient utilisées

L'exemple de cet exercice est une version simplifiée. Comme l'ordre est fixé par le nœud sur la corde, les valeurs individuelles (0, 1, 2 ou 3) créent une *notation positionnelle*, dans ce cas un système en base 4. Les notations positionnelles sont très répandues : en règle générale, le système décimal (en base 10) est utilisé, les ordinateurs utilisent le *système binaire* (en base 2). Au temps des premiers ordinateurs, il y a eu des essais de construction d'ordinateurs basés sur le *système ternaire* (en base 3, représentés dans ce cas par  $-1$ ,  $0$  et  $+1$ ). En utilisant un système en base  $b$  avec  $n$  positions, on peut représenter exactement  $b^n$  valeurs différentes. Un octet (8 bits qui peuvent valoir chacun 0 ou 1) peut de cette manière enregistrer  $2^8 = 256$  valeurs différentes (de 0 à 255), le quipu de cet exercice  $4^3 = 64$  valeurs différentes

Les Incas n'auraient eu besoin que d'une seule cordelette pour enregistrer les valeurs de 1 à 30. Ils utilisaient également un système décimal comme nous pour l'écriture des nombres, simplement en utilisant différents nœuds sur une cordelette. La position des unités aurait été codée entre autres avec des demi-nœuds et la position des dizaines avec un demi-nœud auquel un nombre de tours correspondants était ajouté. Cependant, ils auraient eu besoin d'au moins 4 nœuds et de plusieurs sortes de nœuds.

## Mots clés et sites web

Quipu, notation positionnelle

- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Quipu>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/N%C5%93ud\\_double](https://fr.wikipedia.org/wiki/N%C5%93ud_double)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Stopper\\_knot](https://en.wikipedia.org/wiki/Stopper_knot)
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Notation\\_positionnelle](https://fr.wikipedia.org/wiki/Notation_positionnelle)
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Ordinateur\\_ternaire](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ordinateur_ternaire)



## A. Auteurs des exercices

 Tony René Andersen	 Alisher Ikramov	 Nol Premasathian
 Michelle Barnett	 Thomas Ioannou	 J.P. Pretti
 Michael Barot	 Takeharu Ishizuka	 Andrea Schrijvers
 Wilfried Baumann	 Anna Laura John	 Eljakim Schrijvers
 Linda Bergsveinsdóttir	 Mile Jovanov	 Humberto Sermeno
 Daniela Bezáková	 Injoo Kim	 Vipul Shah
 Laura Braun	 Jihye Kim	 Daigo Shirai
 Mony Chanroath	 Mária Kiss	 Taras Shpot
 Marios Choudary	 Sophie Koh	 Jacqueline Staub
 Anton Chukhnov	 Dennis Komm	 Nikolaos Stratis
 Kris Coolsaet	 Bohdan Kudrenko	 Maciej M. Sysło
 Allira Crowe	 Regula Lacher	 Bundit Thanasopon
 Christian Datzko	 Inggriani Liem	 Peter Tomcsányi
 Maria Suyana Datzko	 Judith Lin	 Nicole Trachsler
 Sarah Estrella Datzko	 Samart Moodleah	 Jiří Vaníček
 Susanne Datzko	 Madhavan Mukund	 Márton Visnovitz
 Lanping Deng	 Tom Naughton	 Florentina Voboril
 Olivier Ens	 Pia Niemelä	 Michael Weigend
 Gerald Futschek	 Tomohiro Nishida	 Jing-Jing Yang
 Sonali Gogate	 Zsuzsa Pluhár	 Xing Yang
 Martin Guggisberg	 Wolfgang Pohl	 Khairul A. Mohamad Zaki
 Juraj Hromkovič	 Sergei Pozdniakov	



## B. Sponsoring : Concours 2019

**HASLERSTIFTUNG** <http://www.haslerstiftung.ch/>



<http://www.roborobo.ch/>



<http://www.baerli-biber.ch/>



<http://www.verkehrshaus.ch/>  
Musée des transports, Lucerne



**Kanton Zürich**  
Volkswirtschaftsdirektion  
Amt für Wirtschaft und Arbeit

Standortförderung beim Amt für Wirtschaft und Arbeit Kanton Zürich



i-factory (Musée des transports, Lucerne)



<http://www.ubs.com/>



<http://www.bbv.ch/>



<http://www.presentex.ch/>



<http://www.oxocard.ch/>  
OXOcard  
OXON



<http://www.diartis.ch/>  
Diartis AG



<https://educatec.ch/>  
educatec



<http://senarclens.com/>  
Senarclens Leu & Partner



AUSBILDUNGS- UND BERATUNGSZENTRUM  
FÜR INFORMATIKUNTERRICHT

<http://www.abz.inf.ethz.ch/>  
Ausbildungs- und Beratungszentrum für Informatikunterricht der  
ETH Zürich.



<http://www.hepl.ch/>  
Haute école pédagogique du canton de Vaud



<http://www.phlu.ch/>  
Pädagogische Hochschule Luzern



<https://www.fhnw.ch/de/die-fhnw/hochschulen/ph>  
Pädagogische Hochschule FHNW

Scuola universitaria professionale  
della Svizzera italiana



<http://www.supsi.ch/home/supsi.html>  
La Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana  
(SUPSI)



<https://www.zhdk.ch/>  
Zürcher Hochschule der Künste



## C. Offres ultérieures

010100110101011001001001  
010000010010110101010011  
010100110100100101000101  
001011010101001101010011  
010010010100100100100001

**SS!E**

[www.svia-ssie-ssii.ch](http://www.svia-ssie-ssii.ch)  
schweizerischervereinfürinformatikind  
er Ausbildung//sociétésuissepourl'infor  
matique dans l'enseignement//societàsviz  
zeraperl'informaticanell'insegnamento

Devenez vous aussi membre de la SSIE

<http://svia-ssie-ssii.ch/la-societe/devenir-membre/>

et soutenez le Castor Informatique par votre adhésion

Peuvent devenir membre ordinaire de la SSIE toutes les personnes qui enseignent dans une école primaire, secondaire, professionnelle, un lycée, une haute école ou donnent des cours de formation ou de formation continue.

Les écoles, les associations et autres organisations peuvent être admises en tant que membre collectif.