

Le crêpier : un algorithme de tri

Cycle 3

PRESENTATION : Les ordinateurs sont souvent utilisés pour classer des listes selon un certain ordre, par exemple des noms par ordre alphabétique, des rendez-vous ou des messages par date ou d'autres éléments qu'on peut classer par ordre numérique. Les mathématiciens appellent cela ranger, tandis que les informaticiens appellent cela trier, le terme que nous utiliserons. Le tri des listes nous permet d'en retrouver rapidement les éléments, et il facilite par exemple la recherche des valeurs extrêmes.

Si vous n'utilisez pas une bonne méthode, trier une longue liste peut prendre beaucoup de temps, même avec un ordinateur rapide. Heureusement, il existe plusieurs méthodes efficaces de tri.

Dans cette activité, les élèves découvrent différentes méthodes et constatent qu'une méthode organisée peut accomplir la tâche plus efficacement que des actions désordonnées.



L'activité du crêpier leur permettra d'élaborer et de rédiger un **algorithme de tri** du type :

- 1. place la spatule sous la plus grande crêpe non triée et retourne la ou les crêpe(s)*
- 2. retourne toute la pile de crêpes non triées*
- 3. recommence à partir de l'étape 1 pour la pile non triée*
- 4. arrête quand toute la pile est triée*

Cet algorithme est construit en quatre étapes qui, au fur et à mesure, permettent de mettre en évidence la nécessité d'être précis lors de la formulation des différentes instructions et lors du choix du vocabulaire employé.

1. Situation déclenchante - questionnement initial.

- Comprendre la nécessité de trier des listes.

Matériel (Pour la classe) :

- une liste de noms de mathématiciens triée par ordre alphabétique et une autre non triée .

Durée : 10 min

Mise en situation :

➤ Deux élèves viennent au tableau et reçoivent une liste contenant des noms de mathématiciens : sur l'une, les noms ne sont pas triés et sur l'autre ils sont triés par ordre alphabétique, mais les élèves ne le savent pas au départ. Demander aux deux élèves de chercher le même nom (Galois), et faire valider par l'enseignant. Constaté la plus grande rapidité de l'élève ayant la liste ordonnée. Éventuellement, répéter plusieurs fois l'expérience pour que cela soit plus convaincant. Il est également possible de réaliser cette activité en classe entière par groupes de deux élèves.

➤ Pourquoi l'un des élèves a-t-il été plus rapide ? Faire émerger l'idée qu'il est plus facile de trouver un élément dans une liste triée. Donner des exemples de recherche dans la vie courante (dictionnaire, liste d'élèves dans l'ordre alphabétique...)

➤ Les ordinateurs doivent souvent classer les éléments d'une liste dans un certain ordre pour nous faciliter l'utilisation : messages classés par date, fichiers classés par ordre alphabétique...). Les informaticiens appellent cela le tri.

Nous allons découvrir comment les ordinateurs trient les données qu'ils manipulent.

Note pédagogique : Sur la liste où les noms des mathématiciens sont triés dans l'ordre alphabétique, il est facile de trouver un nom. Si les mathématiciens étaient triés selon un autre critère (par exemple leur date de naissance), c'est à un autre type de questions qu'il serait facile de répondre (par exemple lequel est né en 1811).

2. Trier des crêpes de la plus grande à la plus petite

- Résoudre un problème concret de tri
- Mettre en œuvre un raisonnement, articuler les différentes étapes d'une solution
- Formuler et écrire un algorithme de tri
- Formuler et communiquer sa démarche et ses résultats
- Introduire la notion algorithmique de boucle

▣ ▣ **Activité 1 : découverte libre par manipulation**

Matériel (par groupe de 3 ou 4 élèves) :

- six ou sept crêpes en carton de tailles différentes
- une spatule

Durée : 20 min

Mise en situation :

- Nous allons jouer aujourd'hui à un jeu : « Le crêpier »

À la fin de sa journée, un crêpier dispose d'une pile désordonnée de crêpes. Il décide de trier sa pile de crêpes, de la plus grande (en bas) à la plus petite (en haut).

Pour cette tâche, le crêpier peut faire une seule action : glisser sa spatule entre deux crêpes et retourner le haut de la pile.

Il ne peut pas utiliser le reste de son plan de travail. Comment doit-il procéder pour trier toute la pile ?

- Montrer le matériel : crêpes, spatule et faire la manipulation devant les élèves pour qu'ils comprennent bien quelles actions ils peuvent faire.
- Distribution du matériel aux différents groupes.

Investigation :

- Pour bien comprendre le problème posé, la première étape consiste, assez naturellement, à « jouer avec » et à chercher des solutions, en tâtonnant, à partir de diverses situations de départ. On laisse donc les élèves manipuler les crêpes et essayer de trouver de façon systématique, à chaque étape, la crêpe en dessous de laquelle il faut placer la spatule, de façon à arriver, en un nombre fini d'instructions, à remettre la pile dans l'ordre.

- S'ils bloquent, on peut les conseiller. Par ex. : « essaie d'abord de mettre la grande crêpe en bas » ou bien « où doit se trouver la grande crêpe pour pouvoir l'amener en bas ? » ou ensuite: « où doit-on placer la spatule pour retourner judicieusement la pile ? ». Il est important cependant de veiller à ne pas donner des consignes trop directives qui induiraient une solution.

Note pédagogique : Lors de cette phase, les élèves se satisfont de la réussite de leur tri. L'enseignant doit les aider à prendre conscience de l'utilité d'appliquer une méthode pour éviter les manipulations inutiles.

▣ ▣ **Activité 2 : trier en dirigeant un « ordinateur humain »**

Matériel (par groupe de 3 ou 4 élèves) :

- six ou sept crêpes en carton de tailles différentes
- une spatule

Durée : 20 min

Mise en situation :

➤ Maintenant, nous allons reprendre le même jeu, mais en se mettant davantage dans la situation d'un programmeur face à un ordinateur. C'est-à-dire que le programmeur donne à l'ordinateur des instructions pour trier la pile de crêpes et l'ordinateur exécute les instructions sans aucune modification.

Investigation :

➤ L'un des élèves du groupe devient le programmeur et un autre l'ordinateur. Les autres élèves sont observateurs.

➤ Faire tourner les rôles dans les groupes.

Note pédagogique : Lors de cette phase, les élèves commencent à utiliser un vocabulaire plus précis. L'élève « ordinateur » ne comprend que les instructions exprimées très clairement afin de pouvoir les exécuter. Il ne comprend pas les gestes ; le programmeur ne peut plus utiliser des phrases du type : « Mets ta spatule sous cette crêpe (en la montrant) ». Le programmeur est donc dans l'obligation de qualifier les crêpes : la troisième crêpe, la crêpe la plus petite... Notons que ces formulations marchent pour cette activité, mais devront être modifiées pour la suite. Il est possible de noter au tableau des aides lexicales au fur et à mesure que des « bonnes expressions » apparaissent.

□ □ Activité 3 : trier en dirigeant un « ordinateur humain » sans voir ce qu'il fait

Matériel (par groupe de 3 ou 4 élèves) :

- six ou sept crêpes en carton de tailles différentes
- une spatule
- un cache ou un paravent en carton
- une feuille de papier éventuellement

Durée : 20 min

Mise en situation :

➤ La même consigne est proposée, mais cette fois-ci, le programmeur ne voit plus la pile de crêpes ni les mains du manipulateur, cachées derrière un cache ou un paravent en carton. Il doit donner ses instructions sans voir les crêpes, comme cela se passe dans la réalité où un programmeur ne voit pas ce que l'ordinateur fera à l'exécution du programme.

L'ordinateur ne peut pas parler, sauf éventuellement pour répondre à la question « Est-ce que c'est terminé ? », au cas où certains groupes pensent à la poser.

Investigation :

- L'un des élèves du groupe devient le programmeur et un autre l'ordinateur. Les autres élèves sont observateurs.
- Faire tourner les rôles dans les groupes.
- On peut aider les élèves à matérialiser la pile qu'il reste à trier. Par exemple : on insère une feuille de papier en dessous de la pile et cette feuille est la démarcation entre la partie triée et la partie non triée de la pile. On la change de position lorsqu'on a fini une étape du tri. L'élève programmeur peut ainsi dire « dans la pile à trier, chercher la plus grande crêpe »

Note pédagogique : Lors de cette phase, les élèves doivent être encore plus précis dans leurs formulations. Il est important d'insister pour que des expressions comme « pile triée », « pile non triée » apparaissent.

Ils prennent également conscience que leur méthode doit être valable quelle que soit la configuration de départ. Tant que les programmeurs voyaient la pile, ils s'arrêtaient lorsqu'elle était triée et dans certains cas, la pile l'était rapidement. Maintenant qu'ils sont « aveugles », ils doivent ou bien demander à l'ordinateur de manipuler toutes les crêpes afin d'être sûrs que le tri est terminé, même si cela engendre des manipulations inutiles dans certains cas, ou bien poser une question comme « Est-ce que c'est terminé ? » après chaque étape du tri.

▣ **Activité 4 : écriture de l'algorithme**

Matériel (par groupe de 3 ou 4 élèves) :

- six ou sept crêpes en carton de tailles différentes
- une spatule
- crayon de papier et feuille d'expérience
- affiche pour la classe

Note pédagogique : D'après nos expérimentations en classe, six est le nombre minimum de crêpes pour que la notion de répétition apparaisse dans la plupart des groupes.

Durée : 30 min

Investigation :

- Pour terminer, le groupe essaie maintenant d'écrire une séquence d'instructions qui constituera l'algorithme à appliquer pour résoudre le problème.

Regroupement collectif et synthèse :

- Chaque groupe présente à la classe l'algorithme écrit.

➤ Comparaisons et similitudes permettant d'arriver à un algorithme de ce type pouvant être noté sur l'affiche :

1. place la spatule sous la plus grande crêpe non triée et retourne la ou les crêpe(s)
2. retourne toute la pile de crêpes non triées
3. recommence à partir de l'étape 1 pour la pile non triée
4. arrête quand toute la pile est triée

➤ Synthèse collective :

Introduire le terme « algorithme » : ce que vous venez de rédiger s'appelle un algorithme. Définir collectivement ce qu'est un algorithme.

• Un algorithme est un ensemble d'instructions à réaliser dans un ordre bien précis et permettant de résoudre un problème. Il est écrit dans un langage compréhensible par tous. Un algorithme n'a d'intérêt que si on peut l'expliquer à une autre personne ou le faire exécuter à un ordinateur. Il doit donc être écrit sans ambiguïté. De plus, il doit marcher dans tous les cas.

• Un algorithme décompose le problème en une série de tâches plus simples.

Ce que nous venons de décrire est le cœur de métier des informaticiens : analyser un problème, le subdiviser en problèmes plus simples, rédiger un algorithme, et traduire l'algorithme dans un programme exécutable par un ordinateur.

• On introduit aussi la notion de boucle : on répète plusieurs fois le même ensemble d'instructions.

Note pédagogique : Dans cette dernière étape d'écriture, les élèves prennent réellement conscience que le programmeur donne toujours les mêmes instructions à l'ordinateur. Ils cherchent alors une solution pour ne pas écrire tout le temps les mêmes consignes surtout s'ils se mettent dans un contexte où la pile comprendrait 150 crêpes ! La notion de boucle est alors introduite.

Apparaît également la condition d'arrêt. Lors de l'écriture des algorithmes, les élèves s'interrogent spontanément sur comment « dire » à l'ordinateur quand il doit s'arrêter ? On peut par exemple utiliser une formulation du type : ... jusqu'à ce que la pile soit entièrement triée et que la plus grande crêpe soit au bas de la pile.

3. Pour aller plus loin : la face brûlée des crêpes

- Introduire la notion algorithmique de branchement conditionnel

Matériel (par groupe de 3 ou 4 élèves) :

- six ou sept crêpes en carton de tailles différentes, avec une face « brûlée » et pas l'autre (voir photo)
- une spatule

Durée : 20 min

Investigation : Maintenant, pour faire plus joli, le crêpier voudrait en plus que, dans la pile de crêpes triées, les faces brûlées soient toutes dessous. Comment va-t-il modifier l'algorithme pour parvenir à ce résultat ? Laisser les élèves manipuler et découvrir qu'il faut introduire une manipulation supplémentaire dans certains cas : lorsque la plus grande crêpe non triée est en haut de la pile, SI la face brûlée n'est pas dessus, ALORS retourner cette crêpe. Ainsi, l'algorithme devient par exemple :

- 1. place la spatule sous la plus grande crêpe non triée et retourne la ou les crêpe(s)*
- 2. si la face brûlée de la crêpe de dessus n'est pas visible, alors retourne cette crêpe*
- 3. retourne toute la pile de crêpes non triées*
- 4. recommence à partir de l'étape 1 pour la pile non triée*
- 5. arrête quand toute la pile est triée avec les faces brûlées dessous*

Note pédagogique : Outre l'introduction du "si ... alors ...", cette activité est assez difficile, parce qu'il faut comprendre qu'on doit commencer par mettre la face brûlée dessus pour qu'à la fin elle soit dessous. Par conséquent, on peut la réserver aux collégiens, ou aux classes qui ont déjà une certaine pratique.