

Atelier

« Marelle de Turing »

Cet atelier présente une **version physique et grandeur nature d'une machine de Turing**, sous la forme d'une marelle dictant les consignes afin de réparer un pont. Il permet aux participant·es de se mettre à la place des éléments de la machine de Turing et de la faire fonctionner tous·tes ensemble. Idéal pour des **événements grand public**, cet atelier s'adapte à différents publics, des tout·es petit·es qui peuvent simplement jouer aux plus grand·es qui auront quelques explications sur le fonctionnement de la marelle, le lien entre la marelle et les ordinateurs et le concept de machine de Turing.

Thématique : Machine de Turing, algorithme, informatique débranchée.

Nombre de participant·es : 5 à 10 personnes peuvent manipuler.

Niveau scolaire : à partir de 6 ans.

Durée : 25 minutes.

Nombre d'animateur·rices : 2 dans l'idéal.

Sommaire

Matériel	2
Installation	2
Déroulé de l'atelier	3
1. Introduction (5 min)	3
a. Contexte	3
b. Equipes	3
c. Rôles	4
2. Grandeur nature (15 min)	4
3. Discussion (5 min)	5
a. La marelle de Turing	5
b. La machine de Turing	5

Atelier créé par Samuel Braikeh, Jairo Cugliari et Nina Gasking.

Cette activité a été imaginée dans le cadre du Week-End de Création d'Actions de Médiation (WECAM) autour d'Alan Turing, organisé par la Maison des Mathématiques et de l'Informatique (MMI) de Lyon en février 2022.



Matériel

Tous les documents à imprimer sont dans le fichier « Marelle_Turing_a_imprimer.pdf ». Il est conseillé de plastifier tous les documents qui seront manipulés par le public.

Le matériel nécessaire est le suivant :

- Sol pour dessiner la marelle avec des craies (rose, orange, bleu, vert et blanc) ;
- Une marelle imprimée en A4 ;
- Fiches avec les rôles (Marelle, Torche, Marteau, Moteur, Transmission) et leur nom ;
- Fiches en taille A4 « Début du pont » x2, « Fin du pont » x2, « Pont » x8 et « Pont cassé » x8 ;
- Feuille (plus grande que A4) « Nuit » ;
- Un drap quadrillé pour le ruban ;
- En plus, des accessoires : marteau, lampe torche, etc.

Installation

- Dessiner la marelle au sol en respectant le code couleur. Poser les images au sol, comme sur le document, au point de départ des différentes flèches.



Photo : Bertrand Paris-Romaskevich (bertrandparo.photo) pour NCCR SwissMAP

- Installer le ruban, les fiches noms des rôles et construire le pont. On conseille de faire un pont comme sur la photo, avec 5 fiches « Pont ». Garder les fiches rôles, les ponts cassés, les ponts et les fiches nuit de côté.



Déroulé de l'atelier

1. Introduction (5 min)

a. Contexte

Pour présenter l'activité, une mise en contexte peut-être donnée :

« Alan Turing est un mathématicien britannique, il veut se déplacer de Londres à Cambridge, en Grande-Bretagne. Pour cette traversée, il choisit de prendre le train. La veille de son départ, la nuit arrive, et une tempête détruit des parties du pont sur lequel se trouvent les rails du train.

Heureusement, nous avons ici une marelle réparatrice de ponts. Vous allez pouvoir l'utiliser pour réparer le pont ! »

b. Equipes

Il faut ensuite former des équipes :

- une équipe « tempête » qui va souffler sur le pont (préparer les données d'entrée) ;
- une équipe « cheminote » de 5 personnes qui va parcourir les rails, inspecter et réparer le pont avant le départ du train.

L'équipe « cheminote » se déplace vers la marelle, pour être briefée, et ne pas voir ce que fait l'équipe « tempête ». Il faut nécessairement 5 personnes pour cette équipe.

Le nombre de personnes pour l'équipe « tempête » n'est pas décisif, il peut y avoir de 1 à 5 personnes idéalement.

Explication des équipes :

- L'équipe « tempête » doit choisir quelles parties du pont détruire. Elle remplace les fiches « pont » avec des fiches « pont cassé ». On lui demande de ne pas détruire ni le début ni la fin du pont, et idéalement pas tout le pont. Elle ajoute des fiches nuit par dessus pour cacher.



Image : Après la première étape (destruction de certaines parties du pont)



Image : Après la deuxième étape (avec la nuit)

- L'équipe « cheminote » doit se répartir les rôles : moteur, marteau, torche, transmission et marelle. Chaque personne de l'équipe peut lire ses instructions sur sa fiche et se place devant la fiche avec le nom du rôle. Pour les enfants qui ne savent pas encore lire, on leur explique leur rôle.

c. Rôles de l'équipe « Cheminote »

- **Marelle** : Commence le jeu en se plaçant dans le premier rond de la marelle. Elle avance le long des flèches selon ce que lui dit *Transmission* ou bien lorsqu'elle entend « Terminé ! ». Lorsqu'elle arrive sur un rond/triangle/carré elle appelle *torche/moteur/marteau* respectivement. C'est un rôle clé.
- **Torche** : Quand *Marelle* l'appelle, elle regarde sous la fiche nuit en face de sa flèche et lit soit « début du pont », « pont », « pont cassé », « fin du pont ». Elle chuchote à *Transmission* ce qu'elle a lu. On peut donner une lampe torche comme accessoire.
- **Transmission** : *Torche* lui dit ce qu'elle a lu, *Transmission* va le dire à *Marelle*.
- **Moteur** : Quand *Marelle* l'appelle, il tire le drap/ruban de manière à ce que les flèches de torche et marteau pointent sur la case suivante, puis crie « Terminé ! ». Ce rôle peut être donné à un·e tout petit·e.
- **Marteau** : Quand *Marelle* l'appelle, *Marteau* remplace une fiche pont cassé par une fiche pont, puis crie « Terminé ! » pour *Marelle*. On lui donne des fiches « Pont » au début du jeu, et un petit jouet marteau en accessoire.

2. Grandeur nature (15 min)

L'équipe « tempête » détruit le pont discrètement, pendant que l'équipe cheminote est briefée. Une fois que la nuit est tombée, l'équipe cheminote se met en place. L'équipe tempête se met sur le côté et observe. Elle cherche à comprendre ce qu'il se passe.

Marelle est la première personne à faire quelque chose (il faut lui dire de commencer en se plaçant dans le rond « Début »).

On suit les 5 personnes dans les différentes étapes pour s'assurer qu'ils ont compris leur rôle, on peut faire avec elles-eux la première fois.

Une fois que *Marelle* annonce que le pont est réparé, on félicite l'équipe puis on demande aux participant-es s'ils pensent que le pont est vraiment réparé. Une seule solution, vérifier tous-tes ensemble en enlevant les fiches « nuit ».

En fonction des groupes, plusieurs options de suite sont possibles :

- S'il y a assez de participant-es, que les participant-es veulent, que le temps le permet : on peut refaire l'activité grandeur nature en inversant les équipes ;
- On peut aussi refaire avec une même équipe en échangeant les rôles ;
- On peut enfin directement passer à la partie discussion.

3. Discussion (5 min)

a. La marelle de Turing

On commence par débriefer sur ce qu'on vient de faire.

Comment a-t-on réparé le pont ?

→ En équipe : chacun-e avait un rôle assez simple et ensemble on a fait quelque chose de compliqué. Si une personne n'avait pas bien fait son rôle, ça n'aurait pas fonctionné.

Que faisiez-vous ? Pouvez-vous expliquer votre rôle aux autres ?

→ Reprendre l'explication des différents rôles.

A votre avis, si l'équipe « tempête » avait cassé le pont différemment, aurait-on réussi ?

→ Si oui pourquoi ? Sinon, on peut refaire pour voir ! La marelle s'adapte à toutes les situations, quelle que soit la façon dont le pont a été cassé. Elle pourrait même réparer un pont beaucoup plus grand. C'est une **machine automatique**. On peut aller avec tout le groupe sur la marelle et expliquer ce qu'a fait *Marelle*, notamment ses réactions aux différents messages de *Transmission* au niveau du rond central.

En remplaçant les ponts par des chiffres, et avec une marelle différente, peut-être beaucoup plus compliquée, on aurait pu faire des **calculs** comme des additions et multiplications.

b. La machine de Turing

Selon les groupes on peut donner des explications sur la machine de Turing et l'informatique. Voici des exemples de discours :

Pour les plus grandes :

- Cette machine illustre un concept, la **machine de Turing**. C'est une machine purement théorique, un modèle abstrait d'un appareil mécanique de calcul. Turing se demandait ce qui pouvait être calculable et ce qui ne l'était pas. Qu'est ce qui était faisable automatiquement et qu'est ce qui ne l'était pas. La page Wikipedia est bien écrite : [Machine de Turing — Wikipédia](#). Cette machine est « **universelle** » au sens où tout ce que l'on peut calculer de manière automatique, cette machine peut le faire. Ainsi, **cette machine peut faire tout ce que fait un ordinateur, une calculatrice, un smartphone**. De plus, elle le fait avec un nombre minimal d'éléments. C'est le modèle le plus simple qu'on puisse concevoir pour parler d'algorithme. C'est une machine très importante en informatique théorique.
- On peut identifier les éléments de la machine de Turing abstraite et notre atelier :
 - Le drap représente un **ruban** qui est théoriquement infini, divisé en cases et sert à la fois d'entrée et de sortie.
 - La *Torche* est une **tête de lecture** et le *Marteau* une **tête d'écriture** qui peut lire et écrire, se déplacer sur le ruban avec le *Moteur*. Remarque : dans la machine de Turing, elle se déplace dans les deux sens.
 - La *Marelle* est à la fois un **registre d'états** et une **table d'action** (c'est un peu comme un programme, un algorithme). *Marelle* a des instructions simples : déplacer le ruban d'une case, lire ou écrire quelque chose sur une seule case à la fois.
 - Les symboles sur le ruban sont en nombre fini (ici : début pont, fin pont, pont, pont cassé), on dit qu'ils forment un **alphabet fini**.

Pour les plus petites :

- La machine a été imaginée par Alan Turing en **1936**. A ce moment là les ordinateurs n'existent pas. Le premier est construit en 1942, pendant la guerre.
- **Alan Turing** : La personne qui devait prendre le train, Alan Turing, était un vrai mathématicien, et c'est lui qui a inventé l'idée de cette machine, dans les années 1930. Il est connu pour avoir décrypté les messages des allemands lors de la seconde guerre mondiale. Les allemands utilisaient une machine, Enigma, pour créer de nouveaux codes chaque jour, et il était extrêmement difficile de déchiffrer le code avant le lendemain.

- Dans les ordinateurs, les seules choses qu'on peut lire et écrire dans les cases mémoires sont **des 1 et des 0**. La transmission est assurée par le courant électrique. Le 1 est représenté par du courant et le 0 par une absence de courant. Heureusement, on peut représenter tous les nombres avec des 0 et des 1 grâce au **codage en binaire**. Dans ce code, le 2 se lit par exemple 1 0.
- Il y a d'autres **différences avec les ordinateurs** : par exemple, on n'écrit pas les entrées et sorties sur les mêmes cases mémoires. On peut se déplacer autrement que de 1 case en 1. Lire et écrire sur plusieurs cases en même temps. La machine de Turing peut faire tous les calculs, mais pas de la manière la plus efficace !
- La marelle au sol représente un **algorithme**. On peut y lire des conditions : « Si Pont, alors... ». On appelle ces éléments des **boucles**. On a aussi une condition d'arrêt : « Si on arrive sur *Etoile*, arrêt ».