

De l'origine de l'alphabet à la protection des données :

Coder pour mieux communiquer

UNE HISTOIRE DE CODE



CODER POUR DIFFUSER

Mallette pédagogique 2

CETTE MALLETTÉ A ÉTÉ RÉALISÉE PAR



Les Maths où on ne les attend pas !

EN PARTENARIAT AVEC



FINANCIÉE PAR



INTRODUCTION

Les alphabets vocaliques ont permis de coder les sonorités du langage et de démocratiser l'accès à l'écriture. Pourtant, la **diffusion de l'information** est restée un enjeu fondamental : d'abord pour les États, puis pour tous les citoyens.

À l'origine, les textes étaient indissociables de leur support (tablettes d'argile, parchemins, lettres manuscrites...) et ne pouvaient circuler qu'au rythme des messagers ou des services postaux. Pour **accélérer la transmission**, il a fallu trouver de nouveaux modes de diffusion.

Communiquer sans transporter les documents a exigé de **coder l'information** sous des formes adaptées à de **nouveaux vecteurs physiques** de transmission.

Des signaux visuels aux câbles de fibre optique, de l'alphabet grec aux interfaces multimédia, les systèmes de codage se sont développés en interaction constante avec les besoins de communication et les évolutions socio-techniques, contribuant à transformer durablement les formes et les usages de la **communication à distance**.

SOMMAIRE

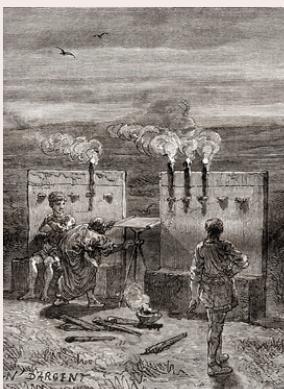
Le carré de Polybe.....	p.4
Atelier 1 : Utilisation de la lumière.....	p.6
Atelier 2 : Frappe le code	p.8
Atelier 3 : Carrément chiffré	p.10
Le télégraphe de Chappe.....	p.13
Atelier 4 : Des bras qui parlent.....	p.15
Le code morse	p.18
Atelier 5 : Des points qui en disent long.....	p.20
La machine de Turing.....	p.22
Atelier 6 : La Marelle de Turing.....	p.24
Atelier 7 : La machine débranchée.....	p.26
Le binaire.....	p.29
Atelier 8 : Parlons comme des ordinateurs.....	p.31
Le RVB.....	p.34
Atelier 9 : La fresque au carré.....	p.36
Le routage informatique.....	p.39
Atelier 10 : Chacun sa route.....	p.41
Le Web.....	p.44
Atelier 11 : Tisser la toile.....	p. 46

Le carré de Polybe

Le carré de Polybe est un système de codage inventé au II^e siècle avant J.-C. par le philosophe grec Polybe, dans le but de transmettre des messages de manière secrète et efficace.

Ce procédé repose sur une grille de 5 lignes et 5 colonnes, contenant les lettres de l'alphabet, où I et J sont fusionnées pour tenir dans les 25 cases disponibles. Chaque lettre est codée par une paire de chiffres correspondant à sa position dans la grille : le premier indique la ligne, le second la colonne. Par exemple, A est codée 11, B devient 12, et ainsi de suite.

	1	2	3	4	5
1	A	B	C	D	E
2	F	G	H	IJ	K
3	L	M	N	O	P
4	Q	R	S	T	U
5	V	W	X	Y	Z



Historiquement, le carré de Polybe a été utilisé dans l'Antiquité, mais il a aussi traversé les siècles avec des usages variés. Son intérêt réside dans sa simplicité, sa facilité de manipulation. Le carré de Polybe constitue une excellente porte d'entrée pour aborder des concepts plus complexes en cryptographie ou en informatique.

Ce thème est divisé en 3 ateliers : la lumière, le son et l'écriture. Tous les 3 sont indépendants.



Pour aller plus loin

Le carré de Polybe est conçu, à l'origine, pour l'alphabet grec puis latin de 25 lettres. Il nécessite des ajustements (comme fusionner les lettres I et J ou U et V) pour couvrir les 26 lettres actuelles, ce qui peut prêter à confusion.

De plus, sa transmission est lente : chaque caractère nécessite l'envoi de deux signaux (sous forme de frappes, d'éclats lumineux ou de sons), ce qui rend l'envoi de longs messages fastidieux et peu pratique.

Ce système de codage, conçu pour transmettre une information à distance, a également trouvé des usages en tant que technique de chiffrement, afin de dissimuler un message. La sécurité de cette méthode est faible, car il s'agit d'un simple système de substitution monoalphabétique : un adversaire peut facilement casser le code grâce à l'analyse de fréquence. On peut comparer ce système à d'autres méthodes de substitution (comme les chiffrements de César ou de Vigenère de la mallette 3) pour comprendre comment la sécurité s'est renforcée au fil des évolutions.

Ressources

Simon Singh, *Histoire des codes secrets* (édition française, Livre de Poche) : un excellent ouvrage de vulgarisation sur l'histoire de la cryptographie.

David Kahn, *The Codebreakers* : une somme historique sur la cryptographie (en anglais).

Crypto Corner, *Polybius Square* : explication claire et simulateur interactif.

Articles pédagogiques sur le site CultureMath et Interstices pour aborder la cryptographie au collège et au lycée.

Utilisation de la lumière

Niveau : CE2 à 5ème **Durée :** 20 minutes

Compétence : Utiliser un système de codage

Dans l'Antiquité, les Grecs utilisaient le Carré de Polybe pour transmettre des messages à l'aide de torches. Ce système permettait une communication codée, visuelle et silencieuse, efficace surtout la nuit ou sur de longues distances.

Pour transmettre la position des lettres dans le Carré de Polybe à distance, deux groupes de cinq led sont utilisés : un groupe à gauche pour indiquer le chiffre de la ligne, l'autre à droite pour celui de la colonne. Lorsqu'on veut envoyer une lettre, on allume le nombre de torches correspondant à chacun des deux chiffres.

Le destinataire, en observant le nombre de torches allumées de chaque côté, peut reconstituer les coordonnées, puis retrouver la lettre dans le Carré.

Matériel

- Supports verts et rouges avec 5 LED
- Cartes Mots
- Carrés de Polybe alphabétique

Installation

Mettre en place des petits groupes, idéalement des îlots de 4 élèves : Deux binômes en face à face. Distribuer à chaque groupe une paire de supports LED (un rouge et un vert), deux Carrés de Polybe alphabétiques ainsi qu'un tas de Cartes Mots.

Consignes et déroulé

- Expliquer le principe du carré de Polybe.
- Au sein de cet atelier, les torches sont représentées par des LED. Chaque binôme d'élève va devoir piocher un mot, et le communiquer au binôme situé en face par l'utilisation du carré de Polybe et des LED.
- Afin d'éviter toute confusion entre numéro de ligne et de colonne, il faut établir une convention. Généralement, on communique d'abord la ligne, puis la colonne pour une lecture de gauche à droite. Ici, le code couleur (ligne en vert, colonne en rouge) appliqué aux supports permet d'éviter cette confusion.
- A tour de rôle, les élèves vont ainsi pouvoir s'échanger des mots.

Une fois que chaque binôme a codé et décodé un mot. Un temps d'échange permet de discuter de l'efficacité de cette méthode :

- Facile à prendre en main
- Communication lente mais adapté pour des messages courts
- Peu résilient face aux conditions météorologiques

Points clés :

- Comprendre le fonctionnement du carré de Polybe et son intérêt pour la communication à distance dans le contexte de l'époque.

Frappe le code

Niveau : CE2 à 5ème **Durée :** 30 minutes

Compétence : Utiliser un système de codage

Dans les prisons russes, le Carré de Polybe sert de « langage frappé » pour communiquer à travers les murs. Le prisonnier frappe d'abord le nombre de coups de la ligne puis, après une pause, ceux de la colonne. Par exemple, pour la lettre C (1ère ligne, 3ème colonne) : un coup, pause, trois coups. Le destinataire compte et recompose le message. Ce langage discret contourne l'interdiction de communiquer et reste très utilisé en prison.

Matériel



- Tubes Boomwhackers
- 2 Carrés de Polybe
- Feuilles et stylos



- Enveloppes

Niveau facile :

- 2x6 enveloppes (★)

ou Niveau plus difficile :

- 2x8 enveloppes (★★)

Installation

Les deux groupes de 2 ou 3 élèves sont installés dos à dos. Chaque groupe est muni d'un Carré de Polybe et de 2 tubes « Boomwhackers » et devant eux sont étalées les 8 enveloppes fermées.

Consignes et déroulé

➤ Rappeler le fonctionnement du carré de Polybe (faire faire des tests de mots codés avec les boomwhackers pour qu'ils se familiarisent avec l'outil).
Le son du premier tube correspondra au numéro de la ligne et le son du deuxième tube correspondra au numéro de la colonne pour chaque lettre.

➤ Lorsque les élèves ont compris, l'encadrant lit le script à voix haute. Le premier groupe (jaune) commence alors à coder le premier message (contenu dans l'enveloppe Gardien) que le deuxième groupe doit décoder. Lorsque le deuxième groupe pense avoir décodé le message, il ouvre l'enveloppe correspondante pour y trouver le message à envoyer en réponse et ainsi de suite.

A eux de trouver la meilleure manière de ne pas se perdre dans le codage ou décodage. Attention si la mauvaise enveloppe est choisie, le gardien entendra et l'évasion sera ratée !

L'activité prend fin quand un message de réussite ou d'échec de l'évasion est découvert.

Solution (★) :

Gardien / Vis

Savon/Lettre

Aimant /Brique

Porte /Cuillère

Matelas / clés (gagné)

Points clés :

- Les élèves doivent simplifier le message à coder pour être plus efficaces (niveau★★).
- Travail d'équipe, un qui note le nombre de coups entendus, un autre qui fait la correspondance des lettres.

Carrément chiffré

Niveau : 5ème à la Terminale **Durée :** 20 minutes

Compétence : Utiliser un système de codage

Le carré de Polybe peut également être utilisé comme méthode de chiffrement, par substitution monoalphabétique. On commence par choisir une clé de chiffrement, c'est-à-dire un mot qui remplit les premières cases du carré. On complète ensuite la grille avec les lettres restantes de l'alphabet, sans répétition. Chaque lettre est alors nouvellement associée à ses coordonnées dans la grille (numéro de la ligne puis numéro de la colonne). Avec le mot "exemple" pour clé, voici la nouvelle grille :

Cette méthode rend le déchiffrement beaucoup plus difficile pour une personne qui ne connaît pas la clé, et donc la disposition réelle des lettres dans le carré de Polybe.

	1	2	3	4	5
1	E	X	M	P	L
2	A	B	C	D	F
3	G	H	J	K	N
4	O	Q	R	S	T
5	U	V	W	Y	Z

Matériel

- 1 carte message
- 1 carré de Polybe alphabétique (avec carré de polybe viergo au verso)
- feutre

Installation

Organiser le groupe en binômes, puis distribuer à chacun une carte message, un carré de Polybe ainsi qu'un feutre.

Consignes et déroulé

➤ Rappeler le fonctionnement du carré de Polybe. Laisser ensuite les élèves décoder les différents messages. Ils doivent réussir sans trop de difficulté à décoder les deux premières lignes.

Solution intermédiaire

Avec le carré de Polybe alphabétique classique, on obtient les messages suivants :

“Tout commence avec le courage
C'est une qualité indispensable”

➤ A la suite de ces deux phrases, la méthode pour décoder n'est plus efficace, le message devient incompréhensible. C'est normal, la suite du message n'est pas codée, mais chiffrée ! Elle a été dissimulée intentionnellement. Pour déchiffrer il va falloir trouver la clé !

En effet, **Coder** signifie changer de format pour transmettre l'information (par exemple en binaire ou en morse, utile pour transmettre via un courant électrique). **Chiffrer** consiste à cacher l'information à l'aide d'une clé.

➤ Expliquer comment le carré de Polybe peut être utilisé comme méthode de chiffrement. Et les laisser tester différentes clés. Pour les mettre sur la piste, leur suggérer qu'ils ont déjà trouvé la clé dans la première partie du message.

Solution finale

La clé à utiliser est le mot “courage” pour trouver les deux dernières lignes :

“En recherche, il faut accepter de se tromper mille fois pour trouver une seule vérité.”*

*citation de Cédric Villani

Points clés :

Comprendre la différence entre codage et chiffrement.

Compétences



Collège

Sciences - cycle 3

1 : Identifier qu'un signal lumineux peut porter une information.

2 : Identifier qu'un signal sonore peut porter une information.

Mathématiques - cycle 3

Identifier une instruction ou une séquence d'instruction.

Produire et exécuter une séquence d'instructions.

Technologie - cycle 4

Décrire et caractériser les échanges de données entre un système technique et son environnement.

Mathématiques - cycle 4

Manipuler des instructions simples et les séquencer.



Lycée

SNT, Codage

Représenter l'information.

Le télégraphe de Chappe

Le télégraphe de Chappe, inventé en 1793 par l'ingénieur français Claude Chappe, est le premier véritable réseau de communication à distance rapide avant l'électricité. Il fonctionnait grâce à un réseau de tours espacées d'environ 10 à 20 kilomètres, chacune équipée d'un mât principal (le régulateur) et de deux bras mobiles (les indicateurs), formant un signal visuel.

Chaque mot était transmis grâce à deux symboles, le premier indiquait la page où le trouver et le second la ligne à laquelle il se situait. Le support de référence, le "vocabulaire", est le recueil de mots détenu par les gérants de la ligne au départ et à l'arrivée.

Les positions sont vues avec une longue-vue depuis la tour voisine, puis immédiatement reproduites à la suivante. Ce système permettait de transmettre un message sur plusieurs centaines de kilomètres en moins d'une heure, un progrès majeur à l'époque.

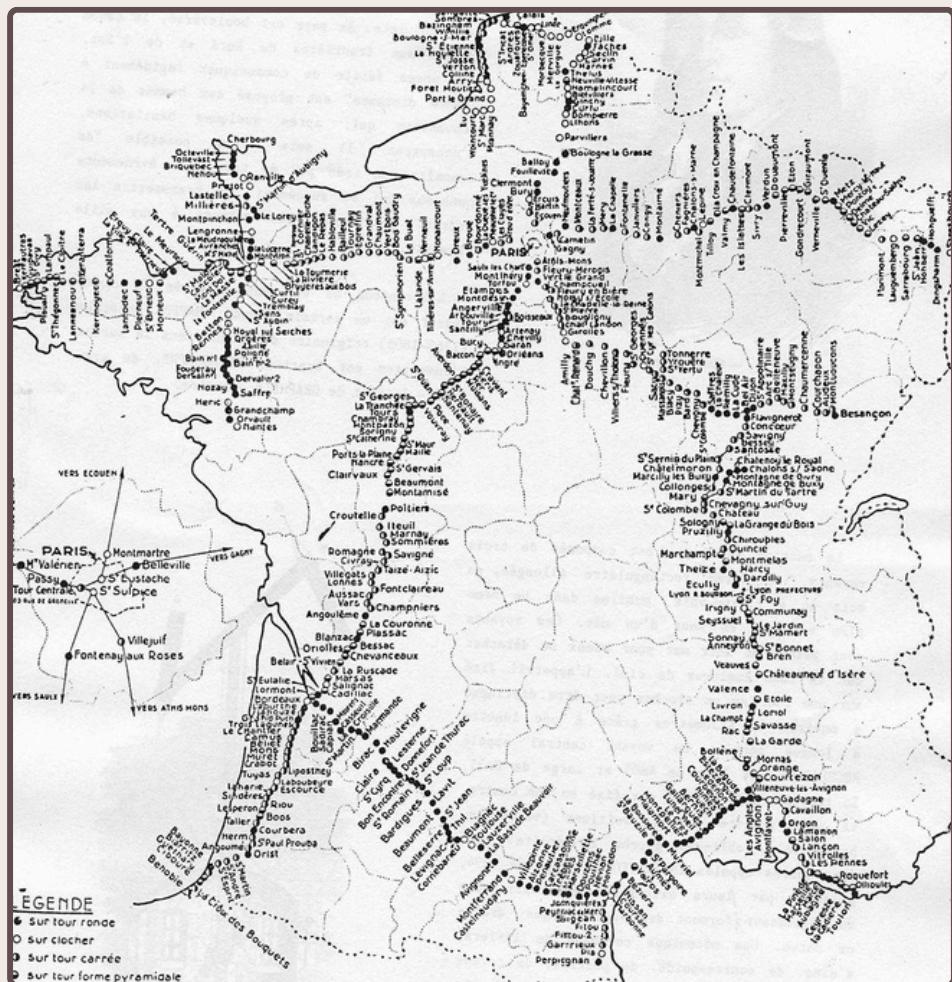
Utilisé principalement par l'administration et l'armée sous la Révolution, l'Empire et jusqu'aux années 1850, il fut peu à peu abandonné avec l'arrivée du télégraphe électrique.



Aujourd'hui, plusieurs tours ont été restaurées, comme à Saint-Marcan (Ille-et-Vilaine).

Pour aller plus loin

Cette carte illustre l'expansion du réseau de télégraphes de Chappe.



Dans un premier temps le réseau se développe dans la moitié nord du territoire français de l'époque, avec Paris comme point central. Cette première phase d'extension inclut également des villes situées aujourd'hui en Belgique, en Allemagne ou en Italie, mais qui faisaient alors partie du Premier Empire napoléonien (1804-1815). Après 1815, le réseau s'étend principalement vers le sud de la France.

Des bras qui parlent

Niveau : CM1 à 4ème **Durée :** 30 minutes

Compétence : Utiliser un système de codage

Matériel

- 1 petit télégraphe de Chappe pour 4
- 1 vocabulaire pour 2
- 1 scenario pour 2
- 1 script pour 2

Installation

L'activité fonctionne en face à face (paire de monômes ou paire de binômes). il est possible de faire fonctionner plusieurs groupes en même temps grâce aux différents scripts. Les élèves n'auront besoin de parler qu'avec leur binôme donc ils peuvent être assez éloignés de leur correspondant.

Les élèves qui vont communiquer à distance se positionnent face à face munis de leur télégraphe, de leur vocabulaire, de leur script et de quoi écrire.

Consignes et déroulé

- Rappeler le fonctionnement du télégraphe de Chappe : chaque mot est codé par deux nombres, le premier indiquant la page du livret de vocabulaire où il se trouve et le deuxième indiquant sa ligne. Pour informer de la fin du message il faut remettre le télégraphe en position 0 c'est à dire le régulateur et les indicateurs à la verticale.
- Chaque groupe a 2 messages à faire passer à son groupe correspondant, via les scripts des scénarios . A la fin des échanges vous devrez vérifier si vous avez bien su décoder les messages que vous avez reçu.
- Pour ne pas se perdre, les élèves peuvent dessiner les positions observées avant de les associer à un nombre, puis associer les paires de positions à un mot dans le livret de vocabulaire.

Points clés :

- Communication orale interdite ! Situés à plusieurs kilomètres l'une de l'autre, les tours ne permettaient pas de se parler.

Compétences



Collège

Sciences - cycle 3

Identifier qu'un signal visuel peut porter une information.

Mathématiques - cycle 3

Identifier une instruction ou une séquence d'instruction.

Produire et exécuter une séquence d'instructions.

Technologie - cycle 4

Décrire les liens entre usages et évolutions technologiques ; décrire l'organisation d'un système technique.

Mathématiques - cycle 4

Analyser un programme simple donné et modifier ses paramètres.



Lycée

SNT, Codage

Représenter l'information.

Le Morse

Le code Morse trouve son origine au XIX^e siècle, à une époque marquée par de grandes avancées scientifiques, notamment dans le domaine de l'électricité. Grâce à l'invention de la pile électrique par Alessandro Volta en 1800, les scientifiques ont pu produire et contrôler un courant électrique de manière continue.

Samuel Morse, peintre et inventeur américain, s'intéresse à la transmission de messages à distance. Avec l'aide d'Alfred Vail, il met au point dans les années 1830 un système utilisant des impulsions électriques envoyées à travers un fil.



Télégraphe Morse (1837)

© 2006 Zubro

Ces impulsions, courtes ou longues, permettent d'actionner à distance le contact entre un stylo et une feuille déroulante, transformant le signal en une série de points et de traits faciles à transmettre.

À la même période, d'autres types de télégraphes sont inventés en Europe et aux États-Unis. Certains fonctionnent avec des aiguilles magnétiques, d'autres avec des systèmes visuels ou sonores. Chaque inventeur cherche alors la méthode la plus rapide et la plus fiable pour transmettre de l'information à distance.

Le télégraphe Morse s'impose peu à peu grâce à sa simplicité et son efficacité. Il devient l'un des premiers systèmes de communication rapide à grande échelle, révolutionnant les échanges d'informations au XIX^e siècle et posant les bases des télécommunications modernes.



Pour aller plus loin

L'automatisation des communications

Avec le temps, le code Morse a permis d'automatiser une partie des communications. Les messages pouvaient être transmis par des machines et enregistrés automatiquement, ce qui faisait que le récepteur n'avait plus besoin d'être présent au moment exact de la réception. Cela a permis de communiquer plus facilement et plus efficacement à distance.

Les limites de ce langage

Malgré son utilité, le code Morse présente des limites. Il demande un apprentissage spécifique pour être compris et utilisé correctement. De plus, il est lent pour transmettre de longs messages et peut être difficile à déchiffrer en cas d'erreurs ou de bruit sur la ligne.

Remplacé par d'autres moyens de communication plus efficaces

Avec l'arrivée du téléphone, puis d'Internet et des technologies numériques, le code Morse a peu à peu été remplacé. Ces nouveaux moyens de communication sont plus rapides, plus simples à utiliser et permettent de transmettre non seulement du texte, mais aussi des sons, des images et des vidéos.

Des points qui en disent long

Niveau : 5ème à Terminale **Durée :** 30 minutes

Compétence : programmer avec Scratch ou en Python

A travers cet atelier les élèves vont se familiariser avec le code morse en tentant d'établir une communication à distance.

Matériel

- Bloc Micro:bit
- Fiche de scenario

Installation

Distribuer un bloc Micro:bit et un scenario à chaque binôme.

Consignes et déroulé

Chaque binôme teste son canal d'émission et réception.

Les élèves envoient et reçoivent alternativement des messages.

En décodant les messages reçus, ils tente d'identifier s'il s'agit du bon interlocuteur (suggéré dans le scenario). Une fois la communication établie, ils peuvent envoyer les bonnes instructions, et exécuter les instructions reçues.

Compétences

Collège

Technologie - cycle 4

Comprendre et modifier un programme ; décrire les échanges de données.

Mathématiques - cycle 4

Écrire un programme simple donné pour réaliser un objectif ou résoudre un problème.

Lycée

SNT, Codage

Représenter l'information.

La machine de Turing

La machine de Turing est un modèle abstrait du fonctionnement d'une machine de calcul. Elle a été inventée en 1936 par le mathématicien britannique Alan Turing, bien avant la création des ordinateurs modernes. L'intérêt de ce modèle est sa simplicité, qui permet de comprendre plus facilement la logique de la programmation.

Les Composantes de la machine de Turing :

- **Un ruban infini** : Il s'agit d'un ruban théoriquement infini, divisé en cases. Chaque case peut contenir un symbole (par exemple : 1 ou 0) ou rester vide.
- **La tête de lecture-écriture** : Elle se déplace sur le ruban de case en case vers la droite ou vers la gauche, afin de lire les symboles et d'éventuellement remplacer ceux-ci par de nouveaux symboles.
- **Un registre d'état** : Il garde en mémoire l'état actuel de la machine.
- **Une table d'actions (ou de transitions)** : Selon l'état actuel de la machine et le symbole présent sur le ruban, elle précise les instructions à suivre : écrire un symbole, déplacer la tête de lecture-écriture et définir le nouvel état de la machine.

Exemple d'instruction : « Lorsque la machine lit le symbole 0 alors qu'elle se trouve dans l'état e1, elle remplace ce symbole par un 1, déplace la tête de lecture-écriture vers la droite, puis passe à l'état e2. »

Remarque : Si aucune action n'est définie pour un symbole dans un état donné, la machine s'arrête.

Ce thème est divisé en deux ateliers :

- La marelle de Turing (cycle 2 et 3)
- La machine débranchée (cycle 4, lycée)



Pour aller plus loin

La machine de Turing est un modèle universel de calcul : elle peut effectuer tout ce qu'un ordinateur peut calculer. Et ce qu'elle ne peut pas calculer, aucun ordinateur (même le plus puissant) ne le peut. Elle permet ainsi de comprendre le concept d'ordinateur et constitue un support idéal pour raisonner sur la notion d'algorithme, de calcul ou de démonstration.

Machine de Turing et système binaire :

Le système binaire est un système de numération en base 2 qui n'utilise que deux chiffres : 0 et 1. En informatique, ce choix est judicieux car il correspond à deux états physiques simples que l'on peut comparer à un interrupteur : soit le courant ne passe pas (0), soit il passe (1).

La machine de Turing peut représenter et manipuler directement des données binaires en utilisant comme alphabet les symboles 0, 1 et la case vide. Cela lui permet de simuler les calculs effectués par les ordinateurs modernes.

Du système binaire à l'universel :

À l'aide d'un tableau de conversion ASCII, il est possible de transformer des nombres binaires en d'autres caractères, comme des lettres, des signes de ponctuation ou encore des espaces. La machine de Turing peut ainsi manipuler non seulement des données binaires, mais aussi, par extension, tout type de caractère grâce au code ASCII.

Par exemple, on peut programmer la machine de Turing pour qu'elle transforme une lettre écrite en minuscule (représentée en ASCII) en son équivalent en majuscule.

Marelle de Turing (MMI Lyon)

Niveau : CE1 à CM2 **Durée :** 25 minutes

Compétence : Jouer un rôle et comprendre son utilité dans un processus.

Cet atelier reprend l'activité Marelle de Turing de la MMI de Lyon. Alan Turing doit se rendre en train de Londres à Cambridge. Mais, durant la nuit, une tempête a détruit une partie du pont que le train devait emprunter. Grâce à notre marelle, nous allons aider à réparer le pont pour que le voyage puisse continuer.

Matériel

- Plateau de marelle + Pion pour se déplacer
- 5 Fiches explicatives des rôles
- 5 Fiches noms des rôles

Fiches pont : 1 "Début", 1 "Fin", 9 "Ponts", 4 "Pont cassé"

- 7 Fiches "Nuit"
- Ruban quadrillé

Installation

- Installer à part le plateau de marelle avec un pion sur la case départ, ainsi que la fiche explicative et la fiche nom du rôle « Marelle ».
- Disposer le ruban quadrillé, les fiches explicatives et les fiches noms des rôles puis construire le pont de la façon suivante :



- Conserver 3 fiches "Pont", 4 fiches "Pont cassé" et 7 fiches "Nuit" par groupe.

Consignes et déroulé

- Formez des groupes d'au moins six élèves, puis répartissez les participants en deux équipes. Un groupe de cinq compose l'équipe "cheminote", chacun endossant un rôle spécifique décrit sur leurs fiches. Les autres participants rejoignent l'équipe "tempête".
- L'équipe "tempête" choisit quelles parties du pont détruire, sans que l'équipe "cheminote" puisse voir. Elle remplace les fiches "pont" par des fiches "pont cassé", sans toucher au début, ni à la fin et sans détruire l'intégralité du pont. Elle ajoute ensuite des fiches "nuit" par-dessus chaque fiche pour les cacher.
- Les membres de l'équipe "cheminote" se placent devant leurs fiches rôles respectives. Une fois que chacun a bien compris son rôle, "Marelle" commence le jeu et chaque joueur exécute les tâches associées à sa fonction. Lorsque Marelle dit "Réparé", le jeu s'arrête. On vérifie alors si le pont est bien réparé en retirant les fiches "nuit".

Points clés :

- La marelle illustre la notion d'algorithme : les actions simples de chaque membre de l'équipe "cheminote" s'enchaînent pour accomplir collectivement une tâche complexe.
- Marelle est le rôle clé coordinateur.
- Le processus de réparation du pont est flexible : peu importe la façon dont le pont a été cassé, il peut toujours être réparé, comme une machine automatique.
- Cette marelle est une version simplifiée d'une machine de Turing : son alphabet se limite à quatre symboles (début de pont, pont, pont cassé, fin de pont) et elle fonctionne avec un état unique, sans transition vers d'autres états.

Machine débranchée

Niveau : 4ème à Lycée **Durée :** 30 minutes

Compétence : Utiliser un système de codage.

Matériel

- Machine de Turing DIY
- Ruban "Etat" + Ruban "Vierge"
- Feutres effacables
- Tables d'actions
- Fiche "Montage" + fiche "Fonctionnement"

Fonctionnement

Montage de la machine :

Pour chaque nouveau programme à exécuter, référez-vous à la fiche "Montage" :

- Placez la table d'actions du programme au centre.
- Positionnez le ruban d'état pour que l'état 1 soit visible dans la fenêtre "état".
- Inscrivez les données initiales sur un ruban vierge, puis placez-le pour que la première case écrite apparaisse dans la case "lecture/écriture".

Fonctionnement de la machine :

Chaque couple (symbole lu, état actuel) dans la table d'actions du programme indique trois informations: le nouvel état, le symbole à écrire et le déplacement de la tête de lecture-écriture. Appliquer ces instructions pas à pas jusqu'à ce que le programme s'arrête.

Consignes et déroulé

➤ Suivre un programme pas à pas

On va suivre étape par étape des programmes prédéfinis en utilisant les tables d'actions. On commence par effectuer l'étape de montage, puis on fait fonctionner le programme pas à pas.

Exemples de programmes : *Multiplication nombre binaire par 2 – Division nombre binaire par 2 – Soustraction de 1 à un nombre binaire*

Ces exemples peuvent nécessiter l'usage du binaire et permettent aux élèves de se l'approprier. Voici un tableau d'aide pour le binaire (4 bits) :

Décimal	Binaire	Décimal	Binaire	Décimal	Binaire	Décimal	Binaire
0	0000	4	0100	8	1000	12	1100
1	0001	5	0101	9	1001	13	1101
2	0010	6	0110	10	1010	14	1110
3	0011	7	0111	11	1011	15	1111

➤ Compléter un programme :

Une variante consiste à compléter une table d'actions à partir de la description d'un programme, puis à l'exécuter. Cet exercice amène à réfléchir à sa construction et à son fonctionnement.

Points clés :

- Flexibilité des programmes : un programme doit fonctionner correctement quelle que soit l'entrée.
- Introduction au binaire : se familiariser avec le binaire et comprendre son lien avec l'informatique.
- Portée universelle de la machine de Turing : ce modèle simple permet de comprendre le fonctionnement de programmes plus complexes.

Compétences



Collège

Mathématiques - cycle 3

Identifier une instruction ou une séquence d'instructions. Produire et exécuter une séquence d'instructions.

Programmer la construction d'un chemin simple.

Technologie - cycle 4

Décrire l'organisation interne d'un système de traitement des données.

Mathématiques - cycle 4

Écrire un programme simple donné pour réaliser un objectif ou résoudre un problème.



Lycée

SNT, Internet

Paquets, IP, routeurs.

SNT, Codage

Représenter l'information.

NSI, Données

Représentation numérique.

NSI, Algorithme

États, transitions, calcul.

NSI, Réseaux

TCP/IP.

Le binaire

Le code binaire

Le code binaire trouve son origine au XVII^e siècle avec le mathématicien et philosophe allemand Gottfried Wilhelm Leibniz qui montre qu'il est possible de représenter tous les nombres en utilisant seulement deux symboles : 0 et 1. À l'époque, cette idée est essentiellement théorique. Elle ne devient réellement fondamentale qu'au XX^e siècle, avec l'invention des premiers systèmes de communication automatisés puis des ordinateurs électroniques.

Le binaire repose sur deux états simples, comparables à un interrupteur : absence de courant (0) ou présence de courant (1). Cette correspondance directe avec le fonctionnement de l'électricité rend le système fiable pour les machines et permet, par combinaison de 0 et de 1, de représenter nombres, lettres, sons ou images.

Avec le développement des télécommunications, le binaire s'est imposé comme la base commune des technologies numériques. Aujourd'hui, tout ce qui est affiché sur un écran ou transmis par un ordinateur, un téléphone ou Internet est codé sous forme de suites de 0 et de 1, que les machines traitent à très grande vitesse.

Du binaire au langage écrit : l'ASCII

Pour permettre l'échange de texte entre humains et machines, des systèmes de codage ont été créés. L'un des plus importants est l'ASCII (American Standard Code for Information Interchange), normalisé en 1963. L'ASCII associe chaque lettre, chiffre ou symbole à un nombre. Par exemple, la lettre « A » correspond au nombre 65, qui s'écrit 01000001 en binaire.

L'ordinateur ne « lit » donc pas des lettres, mais des nombres codés en binaire, qu'il interprète grâce à ce système. L'ASCII fonctionne ainsi comme un dictionnaire commun, rendant possible la communication entre les humains et les machines.



Pour aller plus loin

L'ASCII aujourd'hui

Le code ASCII d'origine est toujours utilisé, mais comme base. Il définit 128 caractères essentiels (lettres latines, chiffres, ponctuation et commandes simples), encore présents dans les systèmes actuels. Cependant, il ne permet pas de représenter les langues du monde ni certains symboles modernes. Pour répondre à ces besoins, des encodages plus complets, comme Unicode, ont été développés tout en restant compatibles avec l'ASCII.

Coder autre chose que du texte

Le binaire ne sert pas uniquement à coder des lettres. Selon la nature de l'information, différentes conventions de codage sont utilisées. Les images sont représentées par des suites de nombres correspondant aux pixels et à leurs couleurs, les sons par des valeurs numériques décrivant les vibrations, et les vidéos par une combinaison d'images et de sons. Dans tous les cas, les données restent des suites de 0 et de 1, interprétées selon des règles partagées.

Le binaire est universel, mais son sens dépend toujours d'un code ou d'un format. Sans table de correspondance commune (comme l'ASCII pour le texte), une suite de 0 et de 1 n'a aucune signification.

Évolution des débits : du Morse à l'Internet

Avant le binaire, les systèmes de communication comme le télégraphe ou le code Morse transmettaient de l'ordre de 1 caractère par seconde (donc quelques bits par seconde). Avec l'apparition des premiers ordinateurs et du code binaire dans les années 1940-1950, les machines pouvaient traiter et transmettre de quelques milliers à plusieurs millions de bits par seconde. Aujourd'hui, les réseaux Internet modernes atteignent des débits de plusieurs gigabits à plusieurs centaines de gigabits par seconde (soit l'équivalent de centaines de millions de caractères par seconde). Cette progression illustre la révolution introduite par le binaire, qui a permis d'augmenter de façon exponentielle la vitesse et le volume de transmission de l'information.

Parlons comme les ordinateurs

Niveau : CM1 à la Seconde **Durée :** 25 minutes

Compétence : Utiliser un système de codage.

Les élèves vont désormais coder des mots en binaire à l'aide de cubes noirs et blancs représentant les 0 et les 1.

Matériel

- Sachet contenant :
 - 50 Cubes blanc
 - 50 Cubes Noir
- Fiche code ASCII
- Mots de 4 à 6 lettres
- Petit plateau

Installation

L'atelier se fait en binôme. Chaque binôme est muni d'un plateau, d'un lot de cubes blancs et noirs, ainsi que d'une fiche du code ASCII, permettant de traduire des lettres en binaire. Les deux partenaires s'installent face à face (par exemple aux extrémités d'une table de classe).

Consignes et déroulé

- Chaque élève tire au hasard trois mots à coder, sans les révéler à son binôme.
- Le premier élève prépare alors les cubes permettant de coder son mot à l'aide de la table ASCII : les cubes noirs représentent les 0 et les cubes blancs représentent les 1. Il place ensuite les cubes dans l'ordre sur le plateau, afin que l'autre élève les récupère et les dispose devant lui dans le bon ordre.
- Ce dernier doit alors décoder le mot. Les élèves vérifient la concordance. Puis, c'est au tour du second élève de préparer le codage de son mot.

Points clés :

- Utiliser un système de codage.
- Comprendre l'intérêt de l'ASCII en informatique.

Compétences



Collège

Mathématiques - cycle 3

Identifier une instruction ou une séquence d'instruction.

Produire et exécuter une séquence d'instructions.

Technologie - cycle 4

Décrire les modalités de représentation des données.

Mathématiques - cycle 4

Manipuler des instructions simples et les séquencer.



Lycée

SNT, Codage

Représenter l'information.

NSI, Données

Représentation numérique.

NSI, Réseaux

TCP/IP.

Le RVB

Le codage des couleurs par synthèse additive

Le code RVB (Rouge, Vert, Bleu), développé au XX^e siècle avec l'essor de l'informatique et de l'image numérique, repose sur une observation plus ancienne : la lumière blanche peut être obtenue par synthèse additive à partir de trois couleurs primaires. En combinant le rouge, le vert et le bleu avec différentes intensités, codées par des nombres de 0 à 255, on peut générer plus de 16 millions de teintes différentes.

Par exemple, le mélange de rouge et de vert produit du jaune, la combinaison maximale des trois couleurs donne du blanc, et l'absence totale de lumière crée du noir. Ce système est aujourd'hui utilisé dans tous les dispositifs affichant des images : écrans de télévision, ordinateurs, smartphones, ainsi qu'en photographie numérique et en graphisme, car il permet de reproduire fidèlement la plupart des couleurs perceptibles par l'œil humain.

Différences entre synthèse additive et soustractive

La synthèse additive du rouge, vert et bleu est utilisée dans les écrans pour produire toutes les couleurs visibles. En impression, on utilise la synthèse soustractive avec le cyan, magenta, jaune et noir (CMJN), qui fonctionne selon un principe inverse: les couleurs s'obtiennent en soustrayant de la lumière. Cette distinction explique pourquoi les couleurs à l'écran ne se reproduisent pas toujours exactement sur papier.



Pour aller plus loin

La palette de couleur du Commodore 64

La palette du Commodore 64 (C64) comprend 16 couleurs fixes, choisies par les ingénieurs de Commodore dans les années 1980. Elle n'avait pas pour objectif de reproduire toutes les nuances réalistes, mais d'être économique en mémoire et simple à gérer pour les circuits vidéo. Ces couleurs ne correspondent pas précisément aux standards RVB modernes, mais présentent de légères variations qui contribuent à l'aspect visuel unique du C64. Chaque couleur est codée sur 4 bits, ce qui permet exactement 16 valeurs possibles. Par exemple, le noir correspond à 0000, le blanc à 0001, le rouge à 0010, et ainsi de suite.

Le portrait d'Anne Canteaut

Anne Canteaut est une chercheuse française en cryptographie et directrice de recherche à l'Institut national de recherche en informatique et en automatique (INRIA) de Paris, au sein de l'équipe COSMIQ. Diplômée de l'École nationale supérieure de techniques avancées (ENSTA) Paris en 1993 et titulaire d'un doctorat de l'Université Pierre-et-Marie-Curie en 1996, elle se consacre à la conception et à la cryptanalyse d'algorithmes symétriques, notamment les S-boxes. Elle a dirigé l'équipe INRIA SECRET de 2007 à 2019 et présidé la commission d'évaluation de l'INRIA de 2019 à 2023, avec des travaux à l'interface de la cryptographie, de l'algorithmique et des mathématiques discrètes.

Pour ses contributions, elle a reçu de nombreuses distinctions: Chevalier de la Légion d'honneur (2019), prix Irène Joliot-Curie «Femme scientifique de l'année» (2023), Fellow de l'International Association for Cryptologic Research (IACR, 2024), et membre de l'Académie des sciences (2025).

La fresque au carré

Niveau : CE1 à 5ème **Durée :** 40 minutes

Compétence : Utiliser un système de codage.

Cet atelier consiste à réaliser une fresque utilisant les couleurs du Commodore 64 sous la forme d'un "coloriage magique" basé sur des codes RVB. La fresque obtenue représente une image pixellisée d'Anne Canteaut.

Matériel

- Support code couleur à projeter (projecteur non-fourni)
- Carré à colorier (à imprimer par le professeur en A4 recto Verso sur les bords long)
- Crayons de couleurs (non-fournis)

Installation

Imprimer les carrés à colorier Recto Verso sur les bords longs au format Recto Verso (le fichier à télécharger sur le site web ou sur la clé USB)

Distribuer aux élèves les feuilles de pixels (10×10 pixels).

Projeter au tableau (ou distribuer), la feuilles de correspondance RVB, ainsi que les crayons de couleur correspondants.

Prévoir un espace carré d'environ $1,20\text{ m} \times 1,20\text{ m}$ pour reconstituer le visage d'Anne Canteaut, composé de 64 fiches (8×8).

Consignes et déroulé

➤ Dans un premier temps, les élèves doivent associer chaque code RVB à sa couleur grâce au tableau de correspondance, ou bien trouver la couleur correspondante à l'aide d'une palette RVB sur ordinateur. Ils pourront ensuite réaliser leur coloriage magique au crayon de couleur.

➤ Les fiches de pixels sont numérotées au verso de 1 à 64. Disposez-les ligne par ligne de la manière suivante afin de reconstituer la fresque finale:

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63	64

➤ N'hésitez pas à noter le nom de l'élève associé à chaque fiche pour faciliter l'assemblage. L'ensemble des coloriages doit être complété pour pouvoir assembler la fresque. Les élèves les plus rapides pourront réaliser les derniers coloriages manquants.

Points clés :

- Comprendre le système de code RVB et son application.

Compétences



Collège

Mathématiques - cycle 3

Identifier une instruction ou une séquence d'instruction.

Produire et exécuter une séquence d'instructions.

Technologie - cycle 4

Décrire les modalités de représentation des données.

Mathématiques - cycle 4

Manipuler des instructions simples et les séquencer.

Effectuer une boucle simple avec une répétition.



Lycée

NSI, Données

Représentation numérique.

Le Routage informatique

L'idée de routage en informatique s'inspire de pratiques anciennes. Dès l'Antiquité, l'Empire romain avait mis en place un vaste réseau de routes et de relais pour acheminer courriers et messages officiels : chaque relais savait simplement vers quel relais suivant envoyer le courrier, sans connaître l'ensemble du trajet jusqu'à la destination finale.

Au XX^e siècle, avec le télégraphe puis le téléphone, les ingénieurs ont dû concevoir des systèmes capables de guider les signaux sans que l'expéditeur connaisse le détail du parcours. L'apparition d'ARPANET (ancêtre d'internet), dans les années 1960 a donné au terme "**routage**" son sens moderne : faire circuler efficacement des paquets d'information à travers réseau complexe de machines interconnectées.

Pour comprendre cela, on peut utiliser la métaphore du courrier : quand nous envoyons une lettre à un ami, nous n'avons pas besoin de connaître le chemin exact jusqu'à son domicile, il suffit d'écrire correctement son adresse sur l'enveloppe. En informatique, on parle d'**encapsulation** : le message est placé dans une "enveloppe" contenant toutes les informations nécessaires pour atteindre sa destination. Ensuite, la lettre circule de centre de tri en centre de tri. Ce processus d'orientation du message correspond au routage dans un réseau informatique.

Dans le cadre d'un envoi postal, à chaque étape, chaque centre de tri consulte ses propres règles pour savoir vers où envoyer la lettre (en fonction du pays ou du code postal). Ces règles, qui guident le choix de la "meilleure direction" pour transmettre les données, constituent ce qu'on appelle une **table de routage** en informatique. Aujourd'hui, toutes ses étapes sont organisées par le Transmission Control Protocol / Internet Protocol, autrement appelé TCP/IP.



Pour aller plus loin

Qu'est-ce qu'un protocole ?

Le TCP/IP est un protocole, c'est-à-dire un ensemble de règles qui définissent comment les informations doivent être envoyées et reçues sur un réseau. Comme dans toute communication organisée, ces règles assurent que les messages arrivent complets, dans le bon ordre, et puissent être compris par l'ordinateur destinataire. Sans protocole, les machines ne sauraient pas comment interpréter les données reçues, et la communication serait impossible.

Le modèle TCP/IP organise la circulation de l'information en plusieurs étapes ou couches. Chaque couche a une fonction précise : préparer le contenu, le découper en morceaux, ajouter des adresses pour guider les paquets dans le réseau, et assurer la transmission physique via un câble ou le Wi-Fi. Toutes ces étapes sont nécessaires : si l'une d'elles est ignorée, le message peut être perdu, incomplet ou incompréhensible.

Un protocole universel mais localement modulé

Toutes les informations envoyées sur Internet suivent ce même protocole TCP/IP, que ce soit du texte, des images, des vidéos ou des données scientifiques. Cependant, le réseau n'est pas strictement identique partout dans le monde. Les infrastructures, les opérateurs et les réglementations locales peuvent modifier la manière dont les données circulent. Par exemple, en Chine, certains services Internet sont filtrés ou redirigés pour se conformer aux lois locales, ce qui signifie que l'expérience réseau peut différer de celle observée en France.

Ainsi, le TCP/IP fournit un langage commun pour tous les ordinateurs connectés à Internet, mais la manière dont ce langage est utilisé peut varier selon les contraintes techniques et réglementaires locales. C'est cette combinaison de règles universelles et de flexibilité locale qui permet à Internet de fonctionner à grande échelle tout en restant adaptable à différents contextes.

Ressources :

Inspiré de : Le routage élastique... une idée farfelue de Marie Duflot-Kremer

Chacun sa route

Niveau : 6ème à Terminale **Durée :** 40 à 60 minutes

Compétence : Comprendre les principes fondamentaux de la transmission de l'information numérique sur internet.

Dans cet atelier, les élèves vont encoder une image en binaire, l'envoyer sous forme de paquets traversant un réseau de routeurs simulé par la classe, et reconstruire l'image à la réception.

Matériel

- 2 enveloppes Ordinateur (A et H)
 - Fiches Pixel Art (6 lignes × 7 cases) à choisir
 - Fiches "paquets" avec champs à compléter
- 8 enveloppes Routeur (A à H)
 - Tables de routage
 - 5 Fiches rôles
 - Panneaux Occupé et Libre
- Plan du réseau de routage
- feutres effacables

Installation

8 îlots (2 à 5 élèves).

Sur chaque îlot, placer l'enveloppe Routeur correspondante.

Projeter la carte de réseau au tableau.

Exemple de disposition de classe :

Tableau			
A	B	F	
D	C		
H	E	G	

Consignes et déroulé

➤ 1. Encodage (Fiches Ordinateurs) - 2 groupes

Regrouper les élèves en 2 pôles (A et G). Chaque pôle choisit un Pixel Art dans son enveloppe et l'encode en binaire. Remplir les fiches message avec les séquence, les numéroter, indiquer l'émetteur et le destinataire.

L'image du groupe 1, part de A vers G, et inversement pour le groupe 2. Les élèves ajoutent les adresse IP pour chaque paquet, avec l'adresse IP de l'émetteur (routeur de départ) et adresse du destinataire (routeur de l'autre groupe).

➤ 2. Routage (Fiches Routeurs) - 8 îlots

Installation du réseau : Dispatcher les élèves sur leurs tables de routage. Les élèves assignés à une table assument cinq rôles différents, pour lesquels ils doivent suivre les consignes correspondantes. Un élève peut occuper plusieurs rôles.

1. Les élèves des routeurs A et G débutent le transport des paquets
2. Les élèves-routeurs consultent leur table pour déterminer à quel voisin transmettre le paquet. Attention: Les routeurs ne peuvent pas donner un paquet si le voisin est occupé : ils doivent chercher une alternative ou attendre (réseau surchargé).
3. L'étape se termine lorsque tous les paquets sont arrivés à destination.

➤ 3. Décodage (Fiche destinataire) - 2 groupes

Quand tous les paquets sont arrivés, reprendre la disposition initiale en 2 groupes. Les destinataires reconstituent le Pixel Art en rassemblant les lignes.

Points clés :

- Les données circulent par petits morceaux indépendants appelés paquets.
- L'ordre d'arrivée n'est pas garanti : il faut rassembler.
- Les routeurs n'ont pas une vision globale du réseau mais utilisent leurs connexions locales.

Compétences

Collège

Mathématiques - cycle 3

Identifier une instruction ou une séquence d'instruction.

Produire et exécuter une séquence d'instructions.

Technologie - cycle 4

Décrire les échanges de données dans un réseau ; décrire l'organisation d'un système technique.

Mathématiques - cycle 4

Manipuler des instructions simples et les séquencer.

Utiliser une boucle conditionnelle.

Lycée

SNT, Internet

Paquets, IP, routeurs.

NSI, Réseaux

TCP/IP.

Le Web

Le Web est un ensemble de données reliées par des liens hypertexte sur Internet. Contrairement à un livre, il ne se lit pas de manière linéaire : les pages sont interconnectées, et la navigation se fait par des liens souvent soulignés et en bleu. Avant, il fallait taper l'adresse exacte d'un site pour y accéder.

Créé en 1990 grâce à l'hypertexte, le Web a démocratisé l'accès à Internet, lui-même inventé en 1983. Internet est un réseau mondial qui permet de transmettre des données via des infrastructures physiques comme les câbles et serveurs. Le Web est l'une de ses applications majeures, offrant aux utilisateurs un réseau d'informations interconnectées.

Un lien hypertexte, ou hyperlien, renvoie vers un autre endroit d'une page, une autre page ou un site différent. Il peut être constitué de mots ou d'images.

Le Web a révolutionné les télécommunications. Avant lui, les réseaux servaient surtout à communiquer ou échanger des documents. Le Web a créé une sorte de bibliothèque mondiale, où l'on peut explorer des contenus non hiérarchisés par bonds successifs. Depuis les années 2000, la démocratisation des outils et logiciels permet à chacun d'y publier des contenus et de créer de nouveaux liens.

L'étude des réseaux aide à comprendre l'organisation des communautés en ligne, les liens entre sites web et la diffusion des informations. Représenter un réseau sous forme de graphe permet d'observer sa structure et de repérer groupes, connexions et zones isolées. Cette méthode est utilisée par les chercheurs pour analyser le Web et les dynamiques sociales.



Pour aller plus loin

Les Années Fondatrices d'Internet :

- 1969 : Le premier message "Log in" est échangé entre deux ordinateurs, marquant le début de la communication en ligne, entre UCLA et Stanford.
- 1971 : Quatre universités américaines sont connectées, lançant ainsi le projet ARPA (Advanced Research Projects Agency Network) du ministère de la Défense.
- 1973 : Arpanet s'étend au Royaume-Uni (University College of London) et en Norvège, avec la création des protocoles TCP/IP.
- 1984 : L'Internet compte déjà 1 000 ordinateurs connectés, dont le CERN.
- 1989 : Tim Berners-Lee, scientifique au CERN, révolutionne le monde avec la création des liens hypertextes, donnant naissance au World Wide Web.

Cartographie du web :

La cartographie du Web part de l'idée que les liens hypertexte reflètent les liens sociaux. Concrètement, elle consiste à représenter sous forme de graphe le réseau formé par les liens entre pages web.

Cette approche repose sur deux observations récurrentes : les auteurs citent principalement des sites partageant un intérêt thématique ou social, et ils évitent de mentionner ceux ayant un point de vue opposé, même sur des sujets communs. Ainsi, les groupes aux positions divergentes ont tendance à s'ignorer sur le Web : ils ne se citent pas, ni positivement ni négativement.

Tisser la toile !

Niveau : CE2 à la Seconde **Durée :** 30 minutes

Compétence : Comprendre ce qu'est un hypertexte et aborder la notion de graphe

Cet atelier propose aux élèves d'explorer un sous-réseau du Web à partir de pages fictives reliées entre elles, puis d'en reconstruire collectivement le graphe pour comprendre comment s'organisent les liens et les parcours possibles. Ils découvrent ainsi comment la navigation web peut être modélisée scientifiquement et comment les chercheurs analysent la structure des réseaux en ligne.

Matériel

- Support numérique “Hyperlien” à projeter (projecteur non fourni)
- Livret des fiches “Web” par groupe, avec vignettes “Pages web”
- Feutres effaçables

Installation

Projeter le support “Hyperlien” au tableau.

Distribuer le livret fiches Web aux élèves (1 par binôme)

Consignes et déroulé

➤ 1. Explorer le sous- réseau

Les feuilles du livret représentent des pages web fictives. Chaque page contient deux ou trois hyperliens vers d'autres pages.

Chaque élève tire au sort deux "pages web". Son objectif : trouver un chemin en suivant les hyperliens qui relie ces deux pages.

Les élèves notent sur leur brouillon l'ordre des hyperliens empruntés au fur et à mesure de leur parcours.

➤ 2. Construire le graphe

Une fois leur chemin trouvé, les élèves le retroussent au tableau à l'aide d'un feutre.

En combinant les parcours de tous, un maillage complexe se dessine, montrant que la navigation sur le Web n'est pas linéaire mais repose sur un réseau de connexions.

➤ 3. Finaliser et Analyser le graphe

Collectivement, compléter le graphe en ajoutant les liens manquants.

Comparer le sous-réseau obtenu avec le graphe "réponse" pour vérifier sa complétude.

Cette étape permet d'aborder plusieurs notions :

- *Graphe orienté : un lien va de A vers B sans forcément aller dans l'autre sens.*
- *Multiplicité des chemins et chemin le plus court : plusieurs routes peuvent relier deux pages.*
- *Chemin hamiltonien : passer par toutes les pages sans repasser deux fois.*
- *Graphe fortement connexe : chaque page est accessible depuis toutes les autres.*

Compétences

Collège

Mathématiques - cycle 3

Identifier une instruction ou une séquence d'instruction.

Produire et exécuter une séquence d'instructions.

Technologie - cycle 4

Décrire l'organisation et les usages d'un réseau informatique.

Mathématiques - cycle 4

Manipuler des instructions simples et les séquencer.

Lycée

SNT, Web

Graphe, hypertexte.



RETRouvez nos trois mallettes pEdagogiques :

- CODER LA PAROLE (mallette 1)
- CODER POUR DIFFUSER (mallette 2)
- CODER POUR PROTEGER (mallette 3)

Emprunt Gratuit.

Contact

- par téléphone : 0665141741
- par mail :
 - **emprunt** : administration@lesmathsenscene.fr
 - **animation** : mediation@lesmathsenscene.fr

CETTE MALLETTTE A ÉTÉ RÉALISÉE PAR



Les Maths où on ne les attend pas !

EN PARTENARIAT AVEC



FINANCIÉE PAR

