

## Objet de la leçon

Cette leçon explique les principes du code binaire et ses applications possibles par les ingénieurs informaticiens. Dans cette leçon, les élèves réaliseront une activité pour apprendre à télécharger un logiciel et à lire une horloge binaire en ligne. Les élèves de niveau avancé auront la possibilité de construire une horloge à l'aide d'un kit.



## Sommaire de la leçon

La leçon Initiation au binaire examine les principes du code binaire et sa mise en application par les ingénieurs informaticiens dans les ordinateurs et autres équipements électroniques, tels que les horloges. Les élèves apprennent à utiliser ce code, à lire des horloges binaires et, à un niveau plus avancé, à construire leur propre horloge à l'aide d'un kit.

## Niveaux d'âge

8 à 18 ans.

## Objectifs

- ◆ Etudier le code binaire et ses applications en informatique.
- ◆ Apprendre à télécharger, exécuter et gérer des applications logicielles.
- ◆ Etudier les branchements électriques et la fabrication d'un simple appareil électronique.
- ◆ Découvrir comment les équipes d'ingénieurs abordent la réalisation d'un projet.
- ◆ Apprendre le travail d'équipe et la résolution des problèmes en groupes.

## Résultats escomptés à la fin de la leçon

Au terme de cette activité, les élèves devraient acquérir une compréhension des sujets suivants :

- ◆ le code binaire
- ◆ la conception de produits électroniques
- ◆ la résolution des problèmes
- ◆ le travail d'équipe

---

## Activités de la leçon

Les élèves étudient le code binaire et son utilisation dans les ordinateurs et d'autres équipements. Les élèves explorent un exemple simple d'utilisation du code binaire : une horloge binaire. Les élèves plus avancés devront monter une horloge binaire opérationnelle.

## Ressources/Matériaux

- ◆ Documents de ressource aux enseignants (en pièces jointes)
- ◆ Feuilles de travail des élèves (en pièces jointes)
- ◆ Fiches de ressource aux élèves (en pièces jointes)

---

## Alignement sur les structures des programmes scolaires

Voir la fiche ci-jointe décrivant l'alignement des programmes scolaires.

---

## Liens Internet

- ◆ TryEngineering ([www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org))
- ◆ Building a Binary Clock (<https://www.instructables.com/id/Easy-Binary-Clock/>) or (<https://www.instructables.com/id/24-Hour-Binary-Clock-with-Bamboo-Case/>)
- ◆ Binary Clock Kit (<https://www.tindie.com/products/applemountain/binary-clock-kit-with-red-green-and-blue-lights/>)
- ◆ Free Binary Clock for Computer Desktop ([www.sb-software.com/binaryclock](http://www.sb-software.com/binaryclock))
- ◆ MAC Free Binary Clock (<https://mac.softpedia.com/get/Utilities/Hardy-BinaryClock.shtml>)

---

## Lecture recommandée (en anglais)

- ◆ Code: The Hidden Language of Computer Hardware and Software, de Charles Petzold (ISBN: 0735611319)
- ◆ How Computers Work by Ron White and Timothy Edward Downs (ISBN: 0789736136)

---

## Activité d'écriture facultative

- ◆ Rédigez un paragraphe sur l'histoire du code binaire en informatique.



### *Pour les enseignants :*

#### *Alignement sur les structures des programmes scolaires*

Remarque : Tous les plans de leçons de cette série sont alignés sur les normes nationales pour l'enseignement des sciences (*National Science Education Standards*), établies par le Conseil national de recherche des Etats-Unis (National Research Council) et approuvées par l'Association nationale des enseignants des sciences des Etats-Unis (National Science Teachers Association), et le cas échéant, sur les normes internationales d'enseignement de la technologie pour l'alphabétisation technologique (International Technology Education Association's Standards for Technological Literacy) ou sur les principes et normes en matière de mathématiques scolaires établis par le Conseil national américain des enseignants en mathématiques (National Council of Teachers of Mathematics' Principals and Standards for School Mathematics).

#### ◆ **Principes et normes en matière de mathématiques scolaires**

##### **Normes relatives aux nombres et opérations**

##### **Au terme de leurs activités, tous les élèves doivent pouvoir :**

- ◆ Comprendre les nombres, les modes de représentation des nombres, les relations entre les nombres et les systèmes de nombres.
- ◆ Calculer facilement et effectuer des estimations raisonnables.

##### **Normes relatives aux liens**

##### **Au terme de leurs activités, tous les élèves doivent pouvoir :**

- ◆ Comprendre comment les principes mathématiques sont interconnectés et interdépendants pour produire un ensemble cohérent.
- ◆ Reconnaître et appliquer les mathématiques dans des contextes extérieurs aux mathématiques.

#### ◆ **Normes nationales pour l'enseignement des sciences de la maternelle au primaire (4 à 9 ans)**

##### **NORME DE CONTENU A : Enquête scientifique**

##### **Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir :**

- ◆ Les aptitudes nécessaires pour réaliser des enquêtes scientifiques

##### **NORME DE CONTENU B : Sciences physiques**

##### **Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension :**

- ◆ De la lumière, de la chaleur, de l'électricité et du magnétisme

##### **NORME DE CONTENU E : Science et technologie**

##### **Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir :**

- ◆ Des aptitudes de conception technologique
- ◆ Une compréhension de la science et de la technologie

#### ◆ **Normes nationales pour l'enseignement des sciences de la CM2 à la quatrième (10 à 14 ans)**

##### **NORME DE CONTENU A : Enquête scientifique**

##### **Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir :**

- ◆ Une compréhension de l'enquête scientifique



*Pour les enseignants :*

*Alignement sur les structures des programmes scolaires (suite)*

**NORME DE CONTENU B : Sciences physiques**

**Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension :**

- ◆ Des interactions entre l'énergie et la matière

**NORME DE CONTENU E : Science et technologie**

**Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir :**

- ◆ Des aptitudes de conception technologique
- ◆ Une compréhension de la science et de la technologie

**NORME DE CONTENU F : La science d'un point de vue personnel et social**

**Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension de :**

- ◆ La science et de la technologie dans les enjeux locaux, nationaux et mondiaux

**NORME DE CONTENU G : Histoire et nature de la science**

**Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension :**

- ◆ Des perspectives historiques

**◆ Normes nationales pour l'enseignement des sciences de la troisième à la terminale (14 à 18 ans)**

**NORME DE CONTENU A : Enquête scientifique**

**Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir :**

- ◆ Une compréhension de l'enquête scientifique

**NORME DE CONTENU E : Science et technologie**

**Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir :**

- ◆ Des aptitudes de conception technologique
- ◆ Une compréhension de la science et de la technologie

**NORME DE CONTENU F : La science d'un point de vue personnel et social**

**Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension de :**

- ◆ La santé de l'individu et de la communauté
- ◆ La science et de la technologie dans les enjeux locaux, nationaux et mondiaux

**NORME DE CONTENU G : Histoire et nature de la science**

**Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension :**

- ◆ Des perspectives historiques

**NORME DE CONTENU E : Science et technologie**

**Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir :**

- ◆ Des aptitudes de conception technologique
- ◆ Une compréhension de la science et de la technologie



*Pour les enseignants :*

*Alignement sur les structures des programmes scolaires (suite)*

**NORME DE CONTENU F : La science d'un point de vue personnel et social**  
**Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension :**

- ◆ De la qualité de l'environnement
- ◆ Des risques naturels et d'origine humaine
- ◆ De la science et de la technologie dans les enjeux locaux, nationaux et mondiaux

**NORME DE CONTENU G : Histoire et nature de la science**  
**Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension :**

- ◆ Des perspectives historiques

### ◆ Normes pour l'alphabétisation technologique – Tous âges

#### **La nature de la technologie**

- ◆ Norme 3 : Les élèves acquerront une compréhension des relations entre les technologies et des liens entre la technologie et d'autres champs d'étude.

#### **Technologie et société**

- ◆ Norme 7 : Les élèves acquerront une compréhension de l'influence de la technologie sur l'histoire.

#### **Conception**

- ◆ Norme 9 : Les élèves acquerront une compréhension de la conception technique.

#### **Le monde, objet de conception**

- ◆ Norme 17 : Les élèves acquerront une compréhension et des aptitudes de sélection et d'utilisation des technologies d'information et de communication.



## *Pour les enseignants :* *Ressources aux enseignants*

### ◆ But de la leçon

La leçon Initiation au binaire examine les principes du code binaire et sa mise en application par les ingénieurs informaticiens dans les ordinateurs et d'autres équipements électroniques, tels que les horloges. Les élèves apprennent à utiliser ce code, à lire des horloges binaires et, à un niveau plus avancé, à construire leur propre horloge binaire à partir de pièces détachées ou d'un kit.



### ◆ Objectifs de la leçon

- ◆ Etudier le code binaire et ses applications en informatique.
- ◆ Etudier les branchements électriques et la fabrication d'un simple appareil électronique.
- ◆ Découvrir comment les équipes d'ingénieurs abordent la réalisation d'un projet.
- ◆ Apprendre le travail d'équipe et la résolution des problèmes en groupes.

### ◆ Matériaux

- ◆ Fiches de ressources et feuilles de travail des élèves
- ◆ Accès Internet (pour les téléchargements de logiciels binaires)
- ◆ Facultatif : un jeu de matériaux par groupe d'élèves (chaque kit coûte environ 36 €)

### ◆ Marche à suivre

1. Montrez aux élèves les divers documents de référence à leur disposition. Ces documents peuvent être lus en classe ou donnés à lire à la maison la veille.
2. Demandez aux élèves d'accomplir les exercices dans leur feuille de travail pour apprendre à lire une horloge binaire.
3. Téléchargez un logiciel d'horloge binaire et configurez-le sur un PC en classe ou à la bibliothèque pour permettre aux élèves de télécharger et d'installer le logiciel et de parfaire leurs connaissances du code binaire. Cela peut être donné comme travail complémentaire obligatoire ou facultatif à la maison (ce logiciel est conçu pour la plate-forme Windows).
  - Horloge binaire gratuite pour bureau d'ordinateur ([www.sb-software.com/binaryclock](http://www.sb-software.com/binaryclock))
  - Autre horloge binaire gratuite pour bureau d'ordinateur Windows ([www.goldsofts.com/soft/321/37385/Scotts\\_Binary\\_Clock.html](http://www.goldsofts.com/soft/321/37385/Scotts_Binary_Clock.html))
  - Horloge binaire gratuite pour MAC (<http://mac.softpedia.com/get/Dashboard-Widgets/Calculate-Convert/Binary-Clock.shtml>)

### ◆ Temps nécessaire

Une ou deux sessions de 45 minutes

*Pour les enseignants :*  
*Ressources aux enseignants (suite)*

◆ **Idées d'exercices avancés**

1. Pour les élèves d'un niveau plus avancé, formez des groupes de 2 ou 3 et distribuez à chaque groupe un jeu de matériaux. Demandez-leur de travailler en équipe pour construire une horloge binaire électronique opérationnelle à l'aide d'un kit.

- Binary Clock Kit (<https://www.tindie.com/products/applemountain/binary-clock-kit-with-red-green-and-blue-lights/>)

2. Chaque groupe d'élèves doit ensuite évaluer l'horloge conçue par les autres équipes et remplir une fiche d'évaluation/de réflexion.

Remarque : Une vraie horloge binaire indiquant les minutes afficherait des valeurs comprises entre 0 et 59, ou entre 000000 et 111011. Toutefois, cela rendrait la lecture plus difficile dans la mesure où l'ajout des valeurs  $32 + 16 + 8 + 2 + 1 = 59$  n'est pas aussi facile que  $8 + 0 + 0 + 1 = 9$ . Ces kits doivent donc être utilisés avec les versions téléchargeables mentionnées dans cette leçon.



*Pour les enseignants :*

*Ressources aux enseignants (suite)*

*Feuille de travail des élèves : Quelle heure est-il ? – SOLUTION*

Une méthode simple et amusante pour s’initier aux principes de fonctionnement du code binaire consiste à apprendre à dire l’heure à l’aide du système binaire. Cette feuille de travail vous initiera aux principes de fonctionnement du code binaire et vous apprendra à lire ce code sur une horloge binaire numérique.

**◆ Quelle heure est-il ?**

L’horloge suivante est présentée dans une matrice qui contient des chiffres représentés sous la forme suivante :

Heures		Minutes		Secondes	
	8		8		8
	4	4	4	4	4
2	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	1

En fonction du voyant qui s’allume à un moment donné, vous pouvez déterminer l’heure, les minutes et les secondes. Dans l’illustration ci-dessous, il est 10 heures, 37 minutes et 49 secondes.

Hours		Minutes		Seconds	

Quelle est l’heure indiquée sur les horloges binaires suivantes ?

		
Heure : <b>Bonne réponse : 02:15:39</b>	Heure : <b>Bonne réponse : 02:16:06</b>	Heure : <b>Bonne réponse : 02:16:03</b>





## Ressources aux élèves

### Notions de base du binaire

#### ◆ Octets binaires et applications informatiques

Le système de numération binaire (chiffres de base 2) représente les valeurs numériques au moyen de deux symboles, généralement le 0 (éteint) et le 1 (allumé). Du fait de la simplicité de son implémentation dans les circuits électroniques, le système binaire est utilisé en interne dans la quasi-totalité des ordinateurs modernes. En outre, de nombreux produits de la vie courante, des voitures aux téléphones en passant par les réfrigérateurs utilisent un ordinateur, de même que la majeure partie des procédés de fabrication.

Dans la plupart des ordinateurs modernes, chaque cellule de mémoire est configurée de manière à stocker des nombres binaires par groupes de 8 bits (appelés « octet »). Chaque octet peut représenter 256 nombres différents, compris entre 0 et 255, ou entre -128 et +127. Pour stocker les nombres élevés, plusieurs octets consécutifs peuvent être utilisés (généralement, deux, quatre ou huit). Lorsqu'il s'agit de représenter des nombres négatifs, ceux-ci sont en général stockés dans la notation en complément à deux. D'autres configurations sont possibles, mais rarement utilisées en dehors de quelques applications spécialisées ou contextes historiques. Un ordinateur est capable de stocker en mémoire toutes sortes d'informations dès lors qu'elles peuvent être représentées, d'une manière ou d'une autre, sous forme numérique. Les ordinateurs modernes comptent des milliards, voire des trillions d'octets de mémoire.

#### ◆ Comment ça marche ?

On peut envisager le binaire en le comparant aux chiffres que nous utilisons tous les jours, c'est-à-dire un système de base 10. Cela signifie que la valeur de chaque position dans une valeur numérique peut être représentée par l'un des dix symboles possibles : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ou 9. Nous connaissons tous ces symboles et savons comment le système décimal fonctionne à partir de ces derniers. Lorsque l'on comptabilise ces valeurs, il faut commencer par le symbole 0, puis continuer jusqu'à 9. C'est ce qu'on appelle la position des « uns » ou des « unités ».

Dans ce système, la position des unités peut être reformulée sous forme de problème de multiplication. 5 peut être écrit sous la forme  $5 \times 10^0$  (10 à la puissance zéro, qui est égal à  $5 \times 1$ , car n'importe quel nombre à la puissance zéro est égal à un). Lorsqu'on se déplace vers la gauche par rapport à la position des unités, on augmente de 1 la puissance de 10. Ainsi, pour représenter 50 de la même manière, on pourrait l'écrire sous la forme  $5 \times 10^1$  ou  $5 \times 10$ .

$$500 = (5 \times 10^2) + (0 \times 10^1) + (0 \times 10^0)$$

$$5834 = (5 \times 10^3) + (8 \times 10^2) + (3 \times 10^1) + (4 \times 10^0)$$

Lorsqu'il n'y a plus de symboles dans le système de numération décimale, on « se déplace d'une position vers la gauche » et on représente la position des dizaines par le chiffre 1. On modifie ensuite de nouveau le symbole qui se trouve à la position des unités à zéro, le premier symbole.

*Ressources aux élèves*  
*Bases du binaire (suite)*

Le binaire est un système de base 2 qui fonctionne exactement de la même manière que le système décimal. Cependant, seuls deux symboles peuvent être utilisés pour représenter les valeurs numériques : 0 et 1. On commence à la position des « uns » par 0 pour remonter vers 1. A défaut de symboles, pour représenter une valeur supérieure, il faut placer un « 1 » à la position des « deux », puisque le système binaire ne dispose pas de symbole pour représenter le 2, contrairement au système décimal.



Dans le système de numération binaire, le nombre 10 est représenté sous la forme  $(1 \times 2^1) + (0 \times 2^0)$ . Cette valeur est égale à « 2 » dans le système décimal.

Equivalence binaire/décimal :

$$1_2 = 1 \times 2^0 = 1 \times 1 = 1_{10}$$

$$10_2 = (1 \times 2^1) + (0 \times 2^0) = 2 + 0 = 2_{10}$$

$$101_2 = (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0) = 4 + 0 + 1 = 5_{10}$$

Le système peut être appréhendé d'une autre manière : Lorsque vous avez épuisé tous les symboles possibles, en ayant par exemple 11111, ajoutez un « 1 » à gauche et remplacez par « 0 » tous les chiffres situés à droite pour obtenir 100000. Cela fonctionne aussi pour les symboles du milieu. Supposons le nombre 100111. Si vous ajoutez un « 1 », vous déplacez d'un espace vers la gauche le « 1 » répété le plus à gauche (de la position des « quatre » vers la position des « huit ») et remplacez par « 0 » tous les chiffres situés à droite pour obtenir 101000.



*Pour les enseignants :*

*Feuille de travail des élèves A : Quelle heure est-il ?*

Une méthode simple et amusante pour s’initier aux principes de fonctionnement du code binaire consiste à apprendre à dire l’heure à l’aide du système binaire. Cette feuille de travail vous initiera aux principes de fonctionnement du code binaire et vous apprendra à lire ce code sur une horloge binaire numérique.

**◆ Quelle heure est-il ?**

L’horloge suivante est présentée dans une matrice qui contient des chiffres représentés sous la forme suivante :

Heures		Minutes		Secondes	
	8		8		8
	4	4	4	4	4
2	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	1

En fonction du voyant qui s’allume à un moment donné, vous pouvez déterminer l’heure, les minutes et les secondes. Dans l’illustration ci-dessous, il est 10 heures, 37 minutes et 49 secondes.

Hours		Minutes		Seconds	

Quelle est l’heure indiquée sur les horloges binaires suivantes ?

Heure :	Heure :	Heure :

---

*Feuille de travail des élèves A : Quelle heure est-il ? (suite)*

◆ **Téléchargement du logiciel binaire**

En travaillant en équipe sur un ordinateur, visitez l'un des sites Web suivants pour télécharger une horloge binaire :

- Free Binary Clock for Computer Desktop ([www.sb-software.com/binaryclock](http://www.sb-software.com/binaryclock))
- MAC Free Binary Clock (<https://mac.softpedia.com/get/Utilities/Hardy-BinaryClock.shtml>)

Répondez aux questions suivantes :

1. Comment votre équipe a-t-elle déterminé le logiciel à télécharger ?
2. Quelle a été la durée de téléchargement ? L'opération a-t-elle été plus facile ou plus difficile que prévu ?
3. Une fois le logiciel installé, quelles étaient les options proposées...lesquelles avez-vous essayées ? Lesquelles avez-vous préférées ? Pour quelle raison ? (Par exemple, certains logiciels permettent de passer d'une vue verticale à une vue horizontale, d'autres de personnaliser l'interface ou de choisir entre une horloge de 24 heures et une horloge de 12 heures)
4. Pensez-vous que les horloges binaires soient un jour plus populaires que les horloges numériques ou analogiques standard ? Pourquoi ?
5. A votre avis, pourquoi le code binaire est-il si important pour les ingénieurs logiciels ?
6. Selon vous, quel est l'avenir dans ce domaine ? Si vous étiez ingénieur, quelles évolutions futures pourriez-vous imaginer pour les codes et les horloges ?

*Feuille de travail des élèves B : Ingénierie d'équipe*

◆ Vous êtes une équipe d'ingénieurs chargée de construire votre propre horloge binaire. On vous a remis un kit que votre équipe utilisera pour construire une horloge binaire électrique fonctionnelle.

◆ Etapes de l'activité

1. Lisez les différents documents de référence que vous avez reçus.

2. Votre équipe a reçu un kit d'horloge binaire. Vous devez suivre les instructions pas à pas et travailler en équipe afin de comparer les consignes et matériaux fournis.

3. Travaillez en équipe pour construire votre horloge. Décidez ensemble comment répartir les tâches, gérer les pièces et effectuer les différentes opérations. En prenant part à ce projet, vous jouez le rôle d'ingénieurs de fabrication et devez déterminer la meilleure façon de concevoir votre produit.

4. Dans l'encadré ci-dessous, estimez le temps qu'il vous faudra pour construire votre horloge.



5. Construisez votre horloge sans perdre de vue le travail d'équipe !

6. Remplissez le questionnaire/la fiche de réflexion ci-dessous.

7. Présentez votre horloge à la classe en l'accompagnant d'une synthèse orale de votre réflexion.

◆ Questions/réflexion

1. Votre horloge a-t-elle fonctionné ? Sinon, comment l'expliquez vous ?



---

*Feuille de travail des élèves B : Ingénierie d'équipe (suite)*

◆ Questions/réflexion (suite)

2. Quelles difficultés avez-vous rencontrées pendant la construction ? Comment les avez-vous surmontées ?

3. Quel a été votre temps de construction réel par rapport au temps estimé ? Comment expliquez-vous la différence ?

4. Avez-vous suivi la répartition des tâches définie au départ entre les membres de l'équipe ou avez-vous changé de stratégie en cours de route ? Si vous avez changé d'approche, pourquoi ?

5. Présentez votre horloge binaire à la classe, puis décrivez l'approche adoptée par votre équipe pour mener à bien ce projet et en quoi le résultat final a divergé de l'objectif initial.

6. Pensez-vous qu'une autre équipe a eu une meilleure approche que la vôtre ? Si oui, avec le recul, qu'auriez-vous fait différemment ? Vous auriez pu, par exemple, répartir les tâches ou organiser les pièces différemment, ou bien effectuer un suivi des étapes.