



Gabriel Parriaux, HEP Vaud  
Jean-Philippe Pellet, HEP Vaud  
Frédérique Chessel-Lazzarotto, EPFL  
Morgane Chevalier, HEP Vaud & EPFL  
Emmanuel Page, Réseau Canopé & EPFL  
Didier Roy, Inria Bordeaux & EPFL

# Que pourrait comprendre l'enseignement de la science informatique dans la scolarité obligatoire ? Avec quelle progression ?<sup>1</sup>

*À côté des usages d'outils numériques et de l'éducation aux médias qui existent déjà dans le Plan d'études romand (PER) sous l'étiquette des MITIC, il semble aujourd'hui indispensable de fournir aux élèves la compréhension des phénomènes qui sous-tendent les technologies numériques, et cette compréhension passe par l'étude des bases de la science informatique. Au même titre que la physique s'intéresse aux lois qui régissent le fonctionnement de notre monde matériel, l'informatique est la science qui met en lumière les lois régissant le fonctionnement du monde immatériel de l'information. En ceci, son enseignement se distingue, notamment, de l'apprentissage de l'utilisation de logiciels ou de matériel spécifiques.*

Si une partie importante des activités menées en science informatique sont en lien avec la pratique de la programmation, celle-ci ne résume pas à elle seule la science informatique. Le cœur de la science informatique peut être vu comme se composant de trois champs conceptuels: le premier porte sur *algorithmique et programmation*, le second englobe *information et données* alors que le troisième aborde les *machines, systèmes informatiques et réseaux* (voir illustration en fin d'article). Ces composantes entendent également développer chez l'élève une forme de *pensée informatique* et nourrir une capacité générale à appréhender les enjeux liés aux liens entre *informatique et société*.

## Algorithmique et programmation

Dans le champ *algorithmique et programmation*, l'idée est de former les élèves au principe qu'une machine ne fait qu'exécuter les instructions que des humains ont écrit pour elles. Ces instructions s'ordonnent dans une séquence logique que l'on appelle « algorithme » et lorsque cet algorithme est écrit dans un langage compréhensible par une machine, alors nous l'appelons « programme ». Écrire un programme demande de combiner des instructions simples en utilisant des structures algorithmiques dans le but de résoudre un problème plus complexe, tel qu'un déplacement d'un point A à un point B, un tri d'une liste de mots par ordre alphabétique ou encore le dessin

à l'écran d'un motif structuré.

### Cycle 1

Au cycle 1, les élèves apprennent à déplacer un personnage ou un objet dans un plan, ou à lui faire effectuer des actions simples, à l'aide d'instructions non-ambiguës. Ils découvrent la programmation visuelle simple. Les notions d'« instruction », « algorithme », « programme », « langage » sont abordées. Les élèves apprennent que l'on peut répéter une ou plusieurs instructions en utilisant une boucle.

En termes de ressources, il est pertinent de commencer par des activités débranchées et corporelles (les élèves jouent la machine), puis de passer à la manipulation d'objets tangibles comme des robots. Enfin, quelques premières manipulations d'interfaces virtuelles peuvent être effectuées avec des environnements de programmation visuelle.

### Cycle 2

Au cycle 2, les élèves vont plus loin dans l'exploration des spécificités d'un algorithme en découvrant les notions d'« instruction conditionnelle », de « sous-programme » et de « paramètre ». Les concepts de bogue et débogage sont vécus puis explicitement identifiés. L'usage d'objets tangibles et la programmation visuelle sont à ce moment-là les outils les plus adaptés.

<sup>1</sup> Ces perspectives sont proposées par les auteurs sur la base des travaux de rédaction menés dans le canton de Vaud (référentiel élève pour le pilotage de la science informatique rédigé par des groupes de travail DGEO – HEP Vaud – EPFL – UNIL sous la coordination de la Direction pédagogique).



### Cycle 3

Au cycle 3, les élèves sont en mesure d'aborder la notion de « variable », qui diffère relativement de la notion mathématique du même nom. Ils découvrent quelques structures de données simples comme les listes, ainsi que les manipulations qui s'y réfèrent. En termes de ressources, l'idée est de poursuivre avec des environnements de programmation visuels, pour finalement réaliser une première expérience avec un langage de programmation textuel en fin de cycle.

#### Information et données

Dans le champ *information et données*, l'objectif principal est de familiariser les élèves avec la manière dont l'information au sens large peut être représentée dans un ordinateur sous la forme de différents types de données.

Les élèves commencent par représenter des mots avec des symboles, puis des images sous forme de pixels noir/blanc, et enfin de petits nombres entiers en base 2. Ils découvrent quelques méthodes simples de cryptage comme le *chiffrement de César*, les bases de la compression pour finir par aborder des techniques simples de détection et correction d'erreurs.

### Cycle 1

Au cycle 1, les élèves commencent par représenter des mots avec des symboles, puis des images sous forme de pixels noir/blanc.

### Cycle 2

Au cycle 2, ils apprennent à convertir de petits nombres entiers en base 2. Ils découvrent des formes de cryptage simple comme le *chiffrement de César*. Ils réalisent de premières expériences de compression simple de données.

### Cycle 3

Au cycle 3, les élèves élargissent leur horizon en découvrant la manière de coder différents types de données comme des sons, des images ou des couleurs. Ils identifient les principes de la détection et correction d'erreur. Ils réalisent des expériences concrètes comme celle d'explorer les métadonnées dans un fichier.

#### Machines, systèmes informatiques et réseaux

Dans le champ *machines, systèmes informatiques et réseaux*, l'idée est de faire découvrir aux élèves le fonctionnement de machines numériques en tant que systèmes composites, la plupart du temps reliées entre elles et échangeant des informations.

### Cycle 1

Au cycle 1, les élèves découvrent les composants externes d'un

ordinateur, d'une tablette ou d'un robot. Ils sont sensibilisés au fait que ces machines communiquent entre elles.

### Cycle 2

Au cycle 2, on ajoute aux composants externes les composants internes d'un ordinateur, les élèves apprennent à nommer les différentes parties et à connaître leur rôle. Ils découvrent le fonctionnement de base d'un réseau informatique et sont sensibilisés à la problématique de la sécurité.

### Cycle 3

Au cycle 3, les élèves poursuivent leur exploration en découvrant le fonctionnement de systèmes embarqués ainsi que quelques objets connectés courants. Ils approfondissent leur compréhension des réseaux en abordant les notions de « protocole de communication » et de « routage ».

#### Pensée informatique

Traversant ces trois champs qui constituent l'architecture notionnelle de la science informatique, on trouve la *pensée informatique*. Dans notre contexte, nous admettons que la *pensée informatique* est à la science informatique ce que la pensée créative est aux disciplines artistiques. Si les frontières de la pensée ne se limitent bien évidemment pas aux disciplines,

on entrevoit la pertinence des situations problèmes en science informatique pour favoriser la structuration mentale des élèves.

La *pensée informatique* est généralement vue comme désignant un mode de raisonnement développé au travers d'une pratique régulière de la programmation et de la modélisation, autant d'activités omniprésentes dans la pratique

de la science informatique. Cette dernière amène les élèves à développer ce mode de réflexion, fait de raisonnement algorithmique (dont le découpage en étapes), de reconnaissance de motifs et problèmes similaires, d'abstraction, ou encore de décomposition d'un problème en sous-problèmes.

A priori, cet aspect, qui ne se réfère pas à des notions ou savoirs formels, ne constitue pas un lot de connaissances à aborder en tant que tel dans les plans d'études, mais plutôt des savoir-faire, des stratégies de résolution de problèmes qu'il s'agit d'explicitier au travers des activités dans lesquelles ils sont développés.

#### Informatique et société

Le volet *informatique et société*, bien que non inhérent à la science informatique, constitue une raison d'être importante de l'enseignement de cette discipline à tous les élèves de l'école obligatoire. L'acquisition de connaissances en science informatique par les élèves ne vise pas à en faire de futurs

*L'acquisition de connaissances en science informatique par les élèves ne vise pas à en faire de futurs informaticien·ne·s, mais bien à leur donner les outils notionnels dont ils auront besoin plus tard, en tant que citoyen·ne·s, pour comprendre et formuler un avis informé sur le monde numérique qui les entoure.*



informaticien·ne-s, mais bien à leur donner les outils notionnels dont ils auront besoin plus tard, en tant que citoyen·ne-s, pour comprendre et formuler un avis informé sur le monde numérique qui les entoure. Il y a donc un intérêt tout particulier à aborder dans le cadre scolaire les liens qu'il peut y avoir entre l'informatique et ses enjeux pour la société.

La place croissante prise, dans notre monde, par l'informatique et les algorithmes soulève de multiples questions éthiques et sociales. Ces dernières appellent des réponses raisonnées, fondées sur une bonne connaissance des principes et des techniques qui régissent et rendent possible l'informatique appliquée.

En tissant des liens entre *informatique et société*, il s'agit donc de permettre aux élèves d'élaborer, avec l'éclairage des connaissances scientifiques acquises dans les trois champs précédemment cités, un discours instruit sur le rôle et les enjeux des technologies à l'intérieur de problématiques sociétales, dans une logique d'éducation citoyenne.

À noter que ce volet se distingue de l'éducation aux médias, qui offre des réflexions sur le rôle et la signification des médias pour l'être humain, mais n'aborde pas, par exemple, la question de la place des algorithmes dans la société.

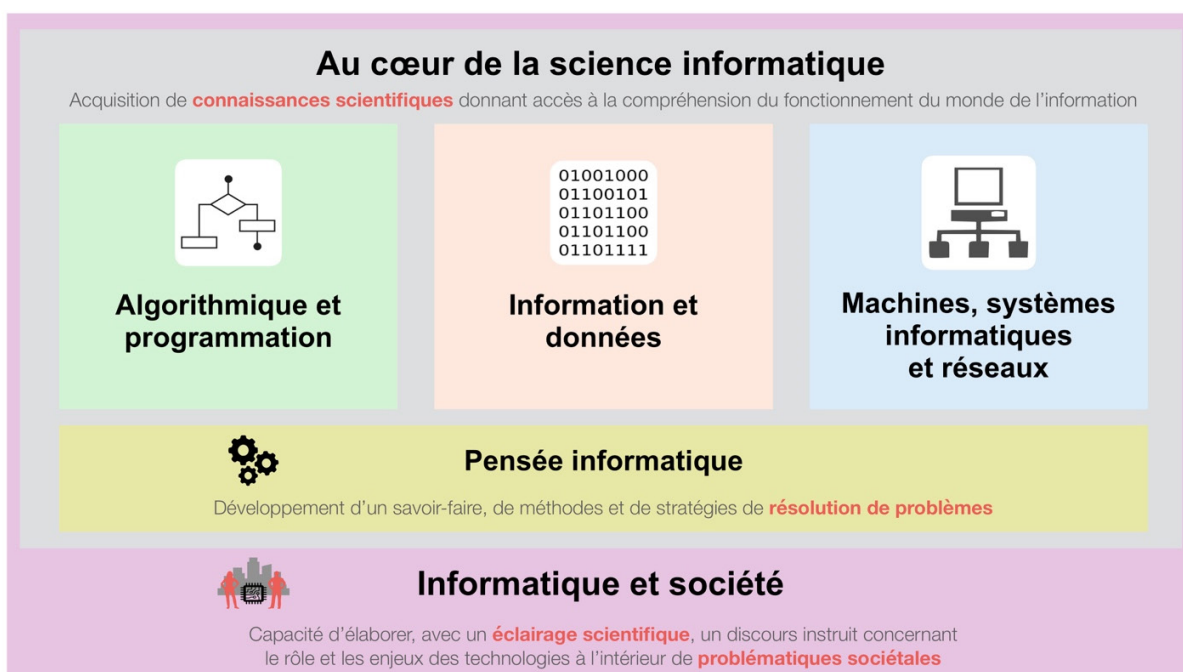
Afin que l'éclairage scientifique sur la compréhension des phénomènes soit assuré et que des liens explicites puissent être tissés entre les enjeux sociétaux et leurs fondements scientifiques, il est important que ce volet *informatique et société* soit abordé par des enseignant·e-s disposant d'une formation suffisante en science informatique. Pour le secondaire, il devrait s'agir d'enseignant·e-s spécialisé·e-s dans la discipline

informatique. En complément, l'apport des sciences humaines et sociales, de l'économie, du droit, ou de toute autre discipline sont les bienvenus pour enrichir la réflexion.

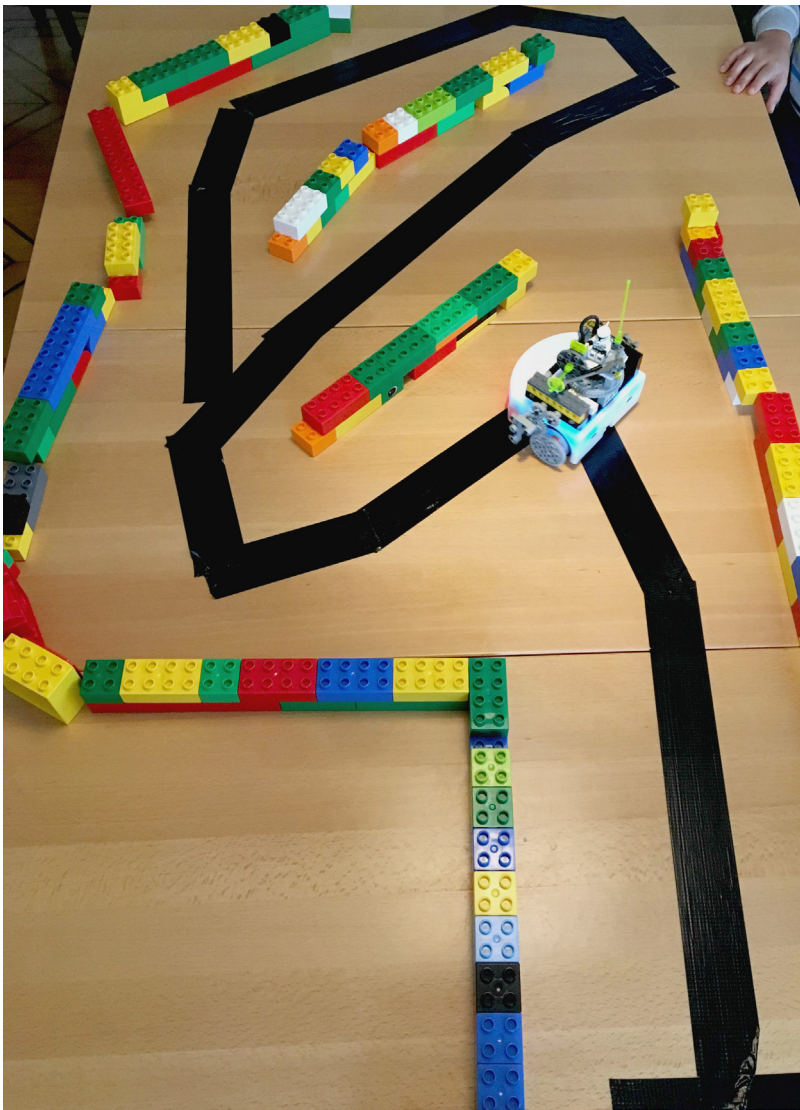
En termes de contenu, ce volet permet aux élèves d'aborder différents thèmes en lien avec l'actualité. Il semble particulièrement opportun que ces thèmes soient abordés en complément aux trois champs notionnels vus ci-avant. Par exemple, lorsque l'enseignant·e travaille le champ *algorithmique et programmation*, il est intéressant de traiter de la question de l'intelligence artificielle. En investiguant le champ *information et données*, l'enseignant·e a la possibilité de traiter des questions liées aux traces numériques, à l'exploitation des données personnelles et aux enjeux de sécurité liés à la transmission et au stockage en ligne de ses données. En travaillant le champ *machines, systèmes informatiques et réseaux*, l'enseignant·e peut profiter de parler de la problématique de la place des robots dans la société.

Enfin, les élèves y découvrent les principaux jalons et personnages qui composent l'histoire de l'informatique.

Notons que ce volet *informatique et société* abordé dans le cadre d'un cours de science informatique n'a pas la prétention de traiter de l'ensemble des enjeux du numérique dans le monde d'aujourd'hui. Il est essentiel que toutes les disciplines mènent une réflexion concernant les impacts du numérique sur leurs champs disciplinaires. De manière plus générale, toute exploitation de données et d'objets provenant d'autres disciplines sera encouragée afin de favoriser des synergies entre les enseignant·e-s et d'inviter les élèves à créer des liens entre leurs différents apprentissages.



Les facettes de l'enseignement du premier pilier « science informatique » (illustration des auteur·e-s).



Source : Thymio, blog Chez maîtresse Ecline, [www.maitresseecline.ch](http://www.maitresseecline.ch)

## Conclusion

Ce qui est à retenir, c'est que le cœur de la science informatique est constitué de trois champs, *algorithmique et programmation*; *information et données*; et *machines, systèmes informatiques et réseaux*, dans lesquels les élèves acquièrent des connaissances scientifiques bien stabilisées. Ils se servent de ces acquis pour aborder les enjeux sociétaux liés à l'informatique et formuler un avis sensé. Les activités au sein de ces trois champs mettent en évidence un mode de raisonnement qu'on peut appeler *pensée informatique*, qui structure la réflexion des élèves dans des démarches de résolution de problèmes.

### Remerciements

Les auteur-e-s tiennent à remercier, pour leurs collaborations, relecture et suggestions, Christian Blanvillain (HEP Vaud), Julien Bugmann (HEP Vaud), Amaury Dame (EPFL), Emmanuel Flaction (HEP Vaud), Olivier Lévêque (EPFL), Isaac Pante (UNIL), ainsi que les collègues de la Direction pédagogique de la Direction Générale de l'Enseignement Obligatoire impliqués dans ces projets.