



De l'intérêt d'un parcours et d'un programme informatique au collège (cycle 4)

La révolution numérique impacte l'ensemble des secteurs, des métiers et des compétences associées. La pénurie de femmes et d'hommes disposant de compétences dans le domaine du numérique est avérée, non seulement pour les éditeurs de logiciels et les entreprises de services du numérique, mais aussi pour l'ensemble de l'économie.

Tout d'abord, un enjeu social ou sociétal...

Il est impératif que l'ensemble de la population dispose de connaissances minimales en humanités numériques (c'est-à-dire de la capacité à évoluer dans un monde numérique), pour devenir des utilisateurs / acteurs responsables : acteurs économiques, usagers et citoyens. Il convient ainsi d'agir dès le plus jeune âge afin de développer la culture numérique, de préserver d'éventuels effets négatifs (dépendance, déficit d'attention...) et d'initier aux fondamentaux de l'informatique.

... mais aussi un enjeu économique

Les rapports et études prospectives sont unanimes : un nombre considérable de personnes devra être formé aux compétences adéquates si la France et sa population veulent pouvoir bénéficier pleinement de la croissance offerte par la transformation numérique. Par ailleurs, la difficulté à recruter des talents en informatique est souvent ressentie par les entreprises comme un des principaux freins à leur bon développement. Les entreprises, du secteur du numérique, des secteurs connexes ou d'application (banque-assurance, santé, énergie...) et les entités (entreprises, associations, organisations et administrations), impactées par la transformation numérique, ont besoin de techniciens, d'informaticiens et de chefs de projet pour porter en interne ce mouvement. Les volumes sont difficilement quantifiables, mais représentent plusieurs centaines de milliers d'emplois¹. Face à ce constat préoccupant, l'écosystème numérique se mobilise depuis plusieurs années pour l'introduction d'un enseignement de l'informatique à tous les niveaux de l'Éducation nationale, dans les voies générale, technologique et professionnelle.

Un parcours structuré et indépendant dès le collège

Nos organisations avaient salué la création d'un enseignement de SNT (Sciences Numériques et Technologie) en seconde générale et technologique, d'une spécialité NSI (Numérique et Sciences informatiques) en 1^{re} et terminale au lycée général, et de la filière MP2I-MPI des CPGE, premières étapes vers un enseignement informatique construit qu'elles appellent de leurs vœux. Elles avaient également salué la création d'un corps professoral dédié, spécifiquement formé à ces technologies et enjeux, comme corollaire à l'introduction d'un enseignement informatique structuré et de qualité, avec la création d'un CAPES (2019) et d'une agrégation d'informatique (2022) dont elles soulignaient depuis longtemps l'importance stratégique. Il nous semble maintenant important de conforter ce mouvement, en créant un enseignement d'informatique – structuré et indépendant des mathématiques et de la technologie – au collège². Ce serait un signal fort de reconnaissance de l'informatique comme discipline scientifique à part entière, indépendante et autonome.

¹ D'après France stratégie et la DARES, 190 000 recrutements d'ingénieurs informatiques sont attendus entre 2019 et 2030, dont 115 000 créations. <https://dares.travail-emploi.gouv.fr/dossier/les-metiers-en-2030>

² D'après une étude Talents du numérique, tout au long de leur parcours scolaire, les élèves français consacrent seulement 216 heures à des cours d'informatique, ce qui représente environ la moitié du temps alloué à cette discipline par les élèves polonais, anglais ou estoniens. <https://talentsdunumerique.com/sites/default/files/pages-editoriales/talentsdunumeriqueetudeeffortseducationnumeriquevf.pdf>



Dans cette volonté de convaincre de l'opportunité et de la pertinence d'un tel enseignement, nos organisations ont souhaité réfléchir à ce que pourrait être un programme complet et progressif, au niveau du cycle 4, avec des attendus et des connaissances établis.

L'un des objectifs est de faire comprendre que l'informatique est une science autant analytique que synthétique, qui ne peut se résumer à l'écriture d'un programme informatique. Elle doit inclure des phases de compréhension de l'objet informatique avec des outils d'analyse, d'observation, d'expérimentation et des phases de conception avec des outils de développement (logiciel). Un enseignement d'informatique doit donc conjuguer une présentation de concepts ou de méthodes avec des temps permettant aux élèves de se les approprier en développant des projets applicatifs pour lesquels des phases d'analyse et de conception seront mises en œuvre.

Nos organisations ont donc créé un groupe de travail constitué d'enseignants du secondaire et du supérieur afin d'établir ce que pourrait être un tel programme. En cela, nous nous inscrivons dans les réflexions en cours au sein du ministère de l'Éducation nationale sur l'opportunité d'un tel enseignement, et nos travaux font échos aux expérimentations menées dans certaines académies pionnières. Le programme d'informatique du cycle 4 ci-dessous est structuré autour de 5 thèmes présents tout au long du cycle. Les 5 thèmes doivent être associés et abordés progressivement dans le cadre des séquences pédagogiques. Les ponts entre chacun des thèmes sont importants, nous insistons sur la transversalité de l'ensemble. Les repères de progressivité, issus de documents de références (programmes de mathématiques et de technologie au collège...) sont donnés à titre d'exemples. Enfin, le numérique est un sujet par essence transversal qui doit également apparaître et être porté par l'ensemble des disciplines.

Cependant, nous le savons : la création, dans un délai court, d'un tel enseignement est un défi important pour le système éducatif. Une telle démarche doit s'accompagner notamment d'une réflexion autour de la place des sciences dans les enseignements et autour des professeurs d'informatique (de leur nombre, de leur recrutement et de leur formation/parcours). Il est également nécessaire de mener des travaux sur le contenu des programmes des cycles 3 et 5 afin d'établir une continuité et une cohérence sur l'ensemble du parcours. Nos organisations sont mobilisées sur ces thématiques de compétences et ressources humaines dans le numérique. Elles se tiennent à la disposition du ministère de l'Éducation nationale pour apporter leur soutien à la mise en place opérationnelle de cette décision politique attendue.



Table des matières

<u>Thème 1 : Les données</u>	4
a) <u>Attendus de fin de cycle</u>	4
b) <u>Repères de progressivité</u>	4
c) <u>Connaissances</u>	4
<u>Thème 2 : Algorithmique et Programmation</u>	5
a) <u>Attendus de fin de cycle</u>	5
b) <u>Repères de progressivité</u>	5
c) <u>Connaissances</u>	5
<u>Thème 3 : Langages et programmation</u>	6
a) <u>Attendus de fin de cycle</u>	6
b) <u>Repères de progressivité</u>	6
c) <u>Connaissances</u>	6
<u>Thème 4 : Les machines et leurs systèmes d'exploitation</u>	7
a) <u>Attendus de fin de cycle</u>	7
b) <u>Repères de progressivité</u>	7
c) <u>Connaissances</u>	8
<u>Thème 5 : Les usages et les impacts sociétaux du numérique (Education au numérique)</u>	8
a) <u>Attendus de fin de cycle</u>	8
b) <u>Repères de progressivité</u>	8
c) <u>Connaissances</u>	9



Thème 1 : Les données

Les données représentent sous une forme numérique unifiée des informations très diverses : textes, images, sons, mesures physiques, sommes d'argent, etc.

Attendus de fin de cycle

- Représentation des données : types et valeurs de base ;
- Structuration et traitement des données.

Repères de progressivité

5 ^e	4 ^e	3 ^e
Collecter, trier et analyser des données. Recenser des données, les identifier, les classer, les représenter, les stocker dans des fichiers.	Retrouver les données dans une arborescence. Définir une information et la qualité de celle-ci.	Connaître les déterminants de la qualité des données pour les traiter et les interpréter correctement sans erreur ou biais.

Connaissances

- Représentation symbolique de l'information :
 - Notions de symbole et d'encodage ;
 - Représentation de caractères (code ASCII), caractères étendus (UTF 8), chaînes de caractère ;
 - Représentation d'une valeur de vérité (booléen) ;
 - Exemple de représentation simple d'une image.
- Structuration de l'information : table à une dimension, à 2 dimensions (lien avec le format CSV).
- Système d'information et stockage des données :
 - Unité de quantité d'information : bit, octet et leurs multiples ; le bit : élément minimum d'information, représentation par les symboles 0 et 1 (lien avec le thème machine) ;
 - Fichiers informatiques, extension et format de fichiers (fichier texte, fichier image, fichier de type tableur ou CSV) ;
 - Organisation des fichiers : dossiers et arborescence ;
 - Utilisation de fichiers : droits d'écriture et de lecture sur les fichiers ;
 - Ordre de grandeur de la taille d'un fichier image, d'un fichier son, d'une vidéo – incidences liées au stockage, au flux des données et aux réseaux d'information.
- Traitement des données :
 - Mise en forme ;
 - Traitement de données (calculs, filtre, tri) dans un logiciel (tableur).
 - Travail sur la qualité des données (cohérence des représentations, notion de domaine de valeurs, cohérence des données entre elles...) ;



Thème 2 : Algorithmique et Programmation

Les algorithmes spécifient de façon abstraite et précise des traitements à effectuer sur les données à partir d'opérations élémentaires pour résoudre un problème.

Attendus de fin de cycle

- Compréhension d'algorithmes élémentaires ;
- Évaluation d'algorithmes ;
- Écriture d'un algorithme et traduction dans un langage de programmation donné.³

Repères de progressivité

5 ^e	4 ^e	3 ^e
Identifier des actions de la vie courante qui peuvent être décrites sous forme d'algorithmes (notion de décomposition). Modifier un algorithme donné proposant une séquence d'instructions.	Écrire et valider des algorithmes incluant des structures de contrôle et des variables.	Comparer la performance d'algorithmes pour un problème donné. Élaborer ou concevoir un algorithme permettant de répondre au besoin visé, puis le traduire en un programme structuré, le tester et le mettre au point.

Connaissances

- Base de l'algorithmique :
 - Spécification d'un problème ;
 - Valeurs, expressions et variables ;
 - Enchaînements d'instructions (séquence, condition, répétition, fonction) ;
 - Tableaux à une dimension.
- Algorithmique et programmation :
 - Instruction d'affectation, variable (type mot, nombre et booléen) ;
 - Opérateurs arithmétiques et logiques (ET, OU, NON) ;
 - Instruction conditionnelle ;
 - Instructions itératives ;
 - Structure de données de type « listes » ou tableaux afin de stocker des données issues du programme pour les parcourir et les traiter ;
 - Séquences (bloc) d'instructions.

³ La démarche proposée fait écho aux travaux de M. Christophe Declercq, qui a décrit les cinq compétences à acquérir :

- Anticiper : décrire dans un algorithme l'enchaînement (séquentiel, répétitif, conditionnel...) des instructions, avant même le début de son exécution ;
- Évaluer : attribuer mentalement une valeur (résultat, type...) à un programme donné ;
- Décomposer : transformer un problème complexe en un ensemble de problèmes plus simples équivalents au problème initial ;
- Généraliser : inférer un problème général à partir d'une instance de ce problème et repérer dans un problème particulier la répétition de traitements ou de données suivant un même schéma ;
- Abstraire : sélectionner les informations utiles pour résoudre un problème et définir des formes génériques de programmes.

Source : <https://hal.science>



Thème 3 : Langages et programmation

Ils permettent de traduire les algorithmes abstraits en programmes textuels ou graphiques exécutables par les machines. Au cycle 4, les élèves s'initient à la programmation, en développant dans une démarche de projet quelques programmes simples, sans viser une connaissance experte et exhaustive d'un langage ou d'un logiciel particulier. En créant un programme, ils développent des méthodes de programmation, revisitent les notions de variables et de fonctions sous une forme différente, et s'entraînent au raisonnement.

Attendus de fin de cycle

- Diversité et unité des langages de programmation ;
- Écriture, mise au point et exécution d'un programme simple ;
- Écriture, mise au point (test et correction) et exécution d'un programme en réponse à un problème donné ;
- Écriture d'un programme dans lequel des actions sont déclenchées par des événements.

Repères de progressivité

5 ^e	4 ^e	3 ^e
Construire un programme simple (mettre en ordre et/ou compléter des blocs). Utilisation progressive des instructions conditionnelles. Programmer une nouvelle fonctionnalité : comprendre et traduire en un algorithme en langage naturel le programme associé à une fonctionnalité.	Écrire une séquence d'instructions, des programmes déclenchés par des événements extérieurs. Programmer une nouvelle fonctionnalité : modifier un algorithme permettant de répondre au besoin ou au problème posé Traduire un algorithme permettant de répondre à un besoin ou à un problème simple en un programme.	Élaborer ou concevoir un algorithme permettant de répondre au besoin visé, puis le traduire en un programme structuré (appel de sous-programmes ou de fonctions), le tester et le mettre au point. Réaliser des figures, des calculs et des déplacements plus complexes en utilisant de façon simultanée des boucles (« Répéter...fois » et « répéter jusqu'à... »).

Connaissances

- Expression d'un programme dans un langage de programmation (introduction) ;
- Programmation événementielle par bloc, illustration par l'environnement de programmation de type Scratch
 - Événement ;
 - Déclenchement d'une séquence d'instructions par un événement ;
 - Entrées ou sorties d'un programme.
- Programmation textuelle structurée par des balises et interprétée, illustration par le langage html, qui, à l'interprétation, est combiné avec des données CSS :
 - Distinction entre ce qui relève du contenu d'une page et ce qui relève de son style de présentation ;
 - Structure d'une page web et balises principales ;



- Représentation du DOM par un arbre nodal ;
 - Connaître quelques déclarations simples pour mettre en forme du texte ;
 - Affichage naturel d'un élément html. Notion d'enfants directs, notion de parent.
- Programmation textuelle dans un langage de plus haut niveau, début de l'apprentissage du langage de type Python :
 - Structure de programme et interprétation ;
 - Notion de valeur et de type, de variables et de l'instruction d'affectation ;
 - Instructions conditionnelles ;
 - Instructions itératives ;
 - Notion de fonction, de paramètre et de résultat ;
 - Introduction à la notion de listes ;
 - Entrées/sorties d'un programme.

Thème 4 : Les machines et leurs systèmes d'exploitation

Ils permettent d'exécuter des programmes en enchaînant un grand nombre d'instructions simples, assurant la persistance des données par leur stockage, et de gérer les communications. On y inclut les objets connectés et les réseaux.

Attendus de fin de cycle

- Compréhension, constitution et limites d'un système informatique :
 - Interactions entre l'homme et la machine sur internet ;
 - Architectures matérielles et systèmes d'exploitation.

Repères de progressivité

5 ^e	4 ^e	3 ^e
Comprendre les modalités de l'interaction entre l'homme et la machine.	Dérouler l'exécution d'une séquence d'instructions simples du type langage machine.	Identifier et représenter la circulation d'une information dans le réseau Internet.
Distinguer les rôles et les caractéristiques des différents constituants d'une machine.	Utiliser les commandes de base en ligne de commande.	Justifier la nécessité d'un protocole de routage pour faire communiquer plusieurs réseaux (activité débranchée, table de routage donnée).
Identifier les fonctions d'un système d'exploitation.	Paramétrer une adresse IP fixe pour ajouter un objet connecté à un réseau local.	Réaliser et mettre au point un programme commandant un système réel incluant une interaction entre un humain et une machine.
Identifier les composants qui constituent un réseau local (terminaux, commutateurs, liaisons filaires et sans fil (WiFi) et sa topologie.		



Connaissances

- Architecture d'un ordinateur :
 - Rôles et caractéristiques des différents constituants d'une machine (processeur, mémoires active et passive...). Exemples : ordinateurs, objets connectés (capteurs), robots... ;
 - Exécution d'une séquence d'instructions simples du type langage machine.
- Systèmes d'exploitation :
 - Différents systèmes d'exploitation : Linux, Windows, Mac-OS, iOS, Android ;
 - Gestion des différentes ressources du système : fichiers, périphériques ;
 - Gestion des utilisateurs : droits, partages, organisation.
- Réseau :
 - Éléments constituant un réseau :
 - Rôle d'un terminal, d'une carte réseau, des liaisons (filaires ou non filaires. Exemples : ADSL, fibre, wifi, bluetooth...), d'un commutateur, d'un routeur, d'un serveur ;
 - Réseau local et réseau mondial (Internet).
 - Fonctionnement d'un réseau :
 - Rôle et structure d'une adresse IP, rôle des tables de routage ;
 - Notions de protocole et d'interface.
 - Analyse du comportement d'un réseau :
 - Débit, charge, latence et ordres de grandeur associés.

Thème 5 : Les usages et les impacts sociétaux du numérique (Éducation au numérique)

Attendus de fin de cycle

- Événements clés de l'histoire de l'informatique ;
- Impact du numérique sur la sécurité, l'environnement, la société ;
- Diversité et mixité dans l'écosystème numérique ;
- Usages de l'IA.

Repères de progressivité

5 ^e	4 ^e	3 ^e
Situer dans le temps les principaux événements de l'histoire de l'informatique.	Identifier et appliquer les règles pour un usage raisonné des objets communicants et des environnements numériques (propriété intellectuelle, identité numérique, témoins de connexion, géolocalisation).	Exprimer dans un argumentaire court le rôle du développement stratégique du numérique au sein de la société et des environnements professionnels (ou des métiers)
Décrire le rôle des systèmes d'information dans le partage d'information.		Choisir une solution numérique et argumenter ce choix en prenant
Identifier des règles permettant de sécuriser un environnement	Comprendre les incidences environnementales (bilan carbone,	



numérique (bases de la cybersécurité) et des règles de respect de la propriété intellectuelle. Appréhender la responsabilité de chacun dans les dérives (cyberviolence, atteinte à la vie privée, aux données personnelles, usurpation d'identité).	efficacité énergétique, éco-conception). Informier et désinformer.	en compte son cycle de vie et les piliers du développement durable.
--	---	---

Connaissances

- Éthique et respect de la personne (dimension individuelle) :
 - Incidences sociétales du numérique. Exemple : étude du biais et de l'effet de l'usage d'une intelligence artificielle (IA) ;
 - Notions de cybersécurité/cyberviolence/cybercriminalité : protection des données personnelles (RGPD), traces numériques (témoins de connexion, géolocalisation), identification, authentification, respect de la propriété intellectuelle, usurpation d'identité, usage détourné (...).
- Faire société dans un monde numérique (Dimension collective)
 - Communication, information et collaboration : s'insérer dans un environnement numérique ;
- Impacts environnementaux du numérique
 - Diversité des sources de pollution, au-delà de la simple consommation des ressources naturelles et de l'énergie.
 - Notions de qualité, efficacité énergétique, durabilité, recyclabilité ;

Nous conseillons d'aborder l'intelligence artificielle de manière transversale, en étudiant son impact sur chacun des sujets, les grands types d'apprentissage et les usages possibles (géolocalisation, identification, calcul, traduction, etc.).