

Projet de programme de la classe terminale de la voie générale

Informatique et sciences du numérique

série scientifique (S) – enseignement de spécialité

L'organisation de la consultation des enseignants est confiée aux recteurs,
entre le lundi 7 mars et le vendredi 22 avril 2011.

Parallèlement au dispositif mis en place dans les académies par les IA-IPR, les
contributions peuvent être envoyées depuis eduscol.education.fr/consultation

14 mars 2011

Informatique et sciences du numérique

Classe terminale de la série S - Enseignement de spécialité

1 - Préambule

Les sciences informatiques, et plus généralement les sciences du numérique, ont aujourd'hui envahi nos vies professionnelles et personnelles. Elles ont entraîné des mutations profondes dans nos sociétés (culture, sciences, économie, politique ...). Pourtant, seule une faible partie de la population connaît les mécanismes fondamentaux qui régissent ces mutations et est en mesure d'apprécier les enjeux sociétaux qui en découlent. L'enseignement de l'informatique au lycée peut contribuer à réduire cette fracture.

L'objectif de l'enseignement de spécialité ISN en classe terminale de la série S n'est pas de former des experts en informatique, mais plutôt de fournir aux élèves quelques notions fondamentales et de les sensibiliser aux problèmes sociétaux induits (respect de la vie privée, propriété des œuvres numériques...).

Il s'agit d'un enseignement d'ouverture et de découverte des problématiques actuelles, adapté à la société d'aujourd'hui, qui valorise la créativité, prépare au monde de demain et permet de mieux s'orienter.

2 - Mise en activité de l'élève

Afin de refléter le caractère scientifique et technique propre à la discipline et de développer l'appétence des élèves en faveur de cet enseignement nouveau pour eux, il convient de les mettre en situation d'activité aussi souvent que possible. Une pédagogie de projet est à privilégier pour favoriser l'émergence d'une dynamique de groupe. Dans ce cadre, le professeur joue un rôle central : il impulse et coordonne les projets, anime les débats et met en place l'évaluation.

L'informatique étant connexe à de nombreux domaines, il est utile d'envisager un travail pluridisciplinaire sur certains créneaux horaires : la complémentarité des approches, associée à la richesse d'un travail collaboratif, joue un rôle stimulant pour les élèves et les équipes pédagogiques. Le professeur peut s'appuyer sur la mise en place d'exposés suivis de débats au sein de la classe pour introduire les questions sociétales liées à la généralisation du numérique. Enfin, lors de la préparation des exposés, comme lors du développement des projets, le professeur guide les élèves dans leurs recherches documentaires s'appuyant sur des livres ou des ressources accessibles sur le web.

La progression peut suivre un rythme annuel construit autour de cinq périodes (séparées par les vacances) qui visent à créer une dynamique, entretenir l'intérêt des élèves et développer leur autonomie. On peut par exemple, dans un premier temps, privilégier les apports de contenus disciplinaires en s'appuyant sur des exposés suivis de débats ou sur des activités pratiques. La mise en place d'un mini-projet reposant sur des situations partiellement rencontrées est alors envisageable. Suite à quoi l'enseignant peut proposer de nouveaux apports disciplinaires sur le modèle précédemment décrit, en alternance avec le développement de projets plus conséquents.

Les activités pratiques et la réalisation de projets sont organisées dans une salle qui permet aux professeurs d'enseigner les bases et notions théoriques fondamentales, avec un recours possible aux outils numériques de présentation adaptés. Un environnement numérique suffisamment ouvert est choisi pour favoriser cette dynamique de projet.

3 - La pédagogie de projet

Les projets réalisés par l'élève, sous la conduite du professeur, sont un apprentissage fondamental, tant pour la compréhension de l'informatique et des sciences du numérique que pour l'acquisition de compétences essentielles pour l'enseignement supérieur. Mobilisant des compétences élargies, en lien avec les autres disciplines, le projet a pour but d'imaginer des solutions qui répondent à l'expression d'un besoin. Les activités des élèves sont organisées autour d'une équipe de projet dont les tâches sont les suivantes :

- repérer le besoin ou le problème à résoudre ;
- formaliser le besoin (sous la forme d'un cahier des charges) ;
- imaginer des solutions, en choisir une et répartir les rôles ;
- réaliser tout ou partie de la solution choisie ;
- évaluer les performances ou l'adéquation de la solution ;
- étudier l'évolution du besoin sous l'effet de la solution proposée ;
- s'il y a lieu, étudier l'influence de la solution sur l'environnement correspondant.

Le fonctionnement de l'équipe est guidé par une démarche qui inclut, en particulier, un planning prévisionnel mentionnant des points d'étape pour faire un bilan avec le professeur, valider des éléments et contrôler ou modifier l'avancement du projet.

Les projets restent d'un volume raisonnable afin de ne pas empiéter sur le temps consacré aux autres disciplines. Lorsque le projet est jugé suffisamment abouti au vu du cahier des charges, il est présenté au professeur et, autant que possible, à un autre enseignant n'ayant pas suivi son développement. L'évaluation du travail accompli se base sur un rapport écrit d'une dizaine de pages au maximum, résumant le lancement puis le développement du projet, et sur une présentation orale argumentée suivie d'un temps consacré aux questions. Cette évaluation s'appuie sur les compétences mentionnées ci-dessous, sans nécessairement les mettre toutes en jeu.

4 - Éléments de programme

Le programme est construit autour de quatre notions fondamentales : représentation de l'information, algorithme, langage et architecture. **Ces notions sont présentées de façon séquentielle mais elles doivent être considérées globalement.** Les éléments du programme sont présentés à l'aide d'un tableau en trois colonnes : **Savoirs, Capacités, Observations.**

Les problématiques liées aux questions de nature sociétale font partie intégrante du programme ; elles sont repérées par le signe distinctif □.

Certaines des capacités, repérées par le signe distinctif ◇, concernent des **approfondissements** destinés aux équipes ou aux élèves qui progressent plus rapidement ; elles ne sont pas exigibles.

4.1 - Représentation de l'information

Dans un contexte informatique, l'information est représentée par une suite de caractères ou, ce qui revient au même, de nombres. La numérisation est l'opération qui transforme un objet réel, issu du monde physique (image, son, etc.) en informations exploitables par un ordinateur ou, plus généralement, toute machine numérique. À cause de l'échantillonnage sous-jacent, la numérisation induit des effets importants sur la qualité de l'information numérique. Elle entraîne des conditions spécifiques de création, de stockage, de traitement et de circulation de l'information.

Les capacités de traitement et de stockage des ordinateurs croissent de façon continue depuis leur apparition. Il est donc crucial d'organiser ces flux d'informations, que ce soit en local sur une machine, ou bien de façon distribuée sur un réseau.

L'intégration croissante du numérique dans les activités humaines et la numérisation de l'information suscitent des transformations culturelles, socio-économiques, juridiques et politiques

profondes qui font apparaître de nouvelles opportunités et de nouveaux risques qu'il convient d'étudier.

Savoirs	Capacités	Observations
<p>Représentation binaire Un ordinateur est une machine qui manipule des valeurs numériques représentées sous forme binaire.</p>	<p>Manipuler à l'aide d'opérations élémentaires les trois unités de base :</p> <ul style="list-style-type: none"> - particule élémentaire : valeur binaire stockée dans un bit ; - atome : regroupement de 8 valeurs binaires dans un octet ; - molécule : mot constitué à partir de plusieurs octets. 	<p>On met en évidence, sous forme de questionnement, la présence du numérique dans la vie personnelle et professionnelle, au travers d'exemples.</p>
<p>Opérations booléennes Présentation des opérations booléennes de base (ET, OU, NON, OU-EXCLUSIF).</p>	<p>Exprimer des opérations logiques simples par combinaison d'opérateurs de base.</p>	<p>On découvre les opérations logiques de base à l'aide d'exercices simples, et on met en évidence ces opérations dans les mécanismes de recherche.</p> <p>En parallèle avec les séances d'algorithmique, on peut expliquer le principe d'addition de deux octets.</p>
<p>Numérisation L'ordinateur manipule uniquement des valeurs numériques. Une étape de numérisation des objets issus du monde physique est donc indispensable.</p>	<p>Coder un nombre, un caractère au travers d'un code standard, un texte sous forme d'une liste de valeurs numériques.</p> <p>Numériser une image ou un son sous forme d'un tableau de valeurs numériques.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ Recadrer et adapter le format d'une image pour une application donnée. ◇ Modifier le contraste, la luminance d'une image. ◇ Filtrer et détecter des informations spécifiques. <p>Créer une image à partir d'un logiciel de modélisation.</p>	<p>Il est ici utile de faire référence à des notions technologiques introduites à propos des architectures matérielles.</p> <p>Les images et les sons sont choisis comme contexte applicatif et sont manipulés via des logiciels de traitement ou de synthèse.</p> <p>Le traitement numérique de la lumière et du son est en lien avec les principes physiques sous-jacents, qu'il est utile d'évoquer au moment voulu.</p>

Savoirs	Capacités	Observations
<p>Compression</p> <p>Notion de compression de données.</p> <p>Compression avec et sans perte d'information.</p>	<p>Choisir et utiliser un logiciel de compression.</p>	<p>On visualise l'effet de la compression d'une image ou d'un son en comparant deux systèmes de compression (avec ou sans perte).</p>
<p>Structuration et organisation de l'information</p> <p>On manipule de grandes quantités d'informations. Il est nécessaire de les organiser.</p>	<p>Classer des informations sous forme d'une arborescence.</p>	<p>Comme exemples d'arborescence on peut étudier le système d'organisation de fichiers en dossiers ou encore un ensemble de documents unis par des liens hypertexte.</p>
<p>Persistance de l'information</p> <p>Droit à l'image, revendication du « droit à l'oubli ».</p>	<p><input type="checkbox"/> Prendre conscience de la persistance de l'information sur les espaces numériques interconnectés.</p> <p><input type="checkbox"/> Savoir se comporter de manière responsable par rapport au droit des personnes.</p>	<p>Les données, notamment personnelles, sont susceptibles d'être mémorisées pour de longues périodes sans maîtrise par les personnes concernées.</p>
<p>Non-rivalité de l'information</p> <p>Introduction aux questions de propriété intellectuelle.</p> <p>Licences logicielles.</p> <p>Téléchargement légal et illégal.</p>	<p><input type="checkbox"/> Prendre conscience de la non-rivalité des biens immatériels.</p> <p><input type="checkbox"/> Distinguer différents types de licences logicielles.</p> <p><input type="checkbox"/> Comprendre les conséquences du téléchargement légal et illégal de créations intellectuelles et artistiques.</p>	<p>La non-rivalité d'un bien se définit par le fait que son usage par une personne n'en limite l'usage par d'autres.</p> <p>On sensibilise les élèves à la l'évolution des valeurs et du droit liée à l'émergence de biens immatériels.</p>

4.2 – Algorithmique

Un algorithme se définit comme une méthode opérationnelle permettant de résoudre, en un nombre fini d'étapes clairement spécifiées, toutes les instances d'un problème donné. Cette méthode peut se traduire en une exécution par une machine ou par une personne.

Les élèves ont été confrontés aux algorithmes très tôt dans leur parcours scolaire (avec les quatre opérations arithmétiques), et régulièrement de nouvelles situations de nature algorithmique leur ont été proposées ; ainsi, la construction de figures en géométrie euclidienne, la transcription des « formules » moléculaires en chimie, le code génétique, ou encore l'analyse fonctionnelle en technologie sont autant de situations évoquant des algorithmes. Les programmes de Mathématiques des classes de Seconde et Première contiennent une initiation à l'algorithmique sur laquelle il convient de s'appuyer.

À travers l'étude de quelques algorithmes simples, on développe la faculté de lire et comprendre un algorithme conçu par d'autres, puis d'en concevoir de nouveaux. Ces algorithmes sont exprimés dans un langage de programmation et exécutés sur une machine, ou bien définis de manière informelle. Des algorithmes plus complexes sont abordés de façon à faire découvrir la notion de performance.

Savoirs	Capacités	Observations
Algorithmes simples - rechercher un élément dans un tableau trié par une méthode dichotomique ; - trier un tableau par sélection ; - ajouter deux entiers exprimés en binaire.	Comprendre un algorithme et expliquer ce qu'il fait. Modifier un algorithme existant pour obtenir un résultat différent. Concevoir un algorithme. Programmer un algorithme. S'interroger sur l'efficacité d'un algorithme.	On présente simultanément les notions d'algorithme et de programme, puis on les distingue. L'objectif est une compréhension de ces algorithmes et la capacité à les mettre en œuvre. Les situations produisant une erreur (division par zéro, dépassement de capacité) doivent être mises en évidence.
Algorithmes plus avancés - recherche d'un chemin dans un graphe par un parcours en profondeur (Tarjan, parcours en profondeur ou DFS) ; - recherche d'un plus court chemin par un parcours en largeur (Dijkstra, parcours en largeur ou BFS).	Comprendre et expliquer (oralement ou par écrit) ce que fait un algorithme. S'interroger sur l'efficacité d'un algorithme.	L'objectif se limite à une compréhension des principes fondamentaux sans exiger leur mise en œuvre.

4.3 – Langages et programmation

La programmation est l'expression d'un algorithme dans un langage exécutable par une machine, et joue un rôle central dans le développement des systèmes et produits informatiques.

L'apprentissage de la programmation repose sur deux étapes fondamentales : **programmer un algorithme** décrit en langue naturelle, **comprendre un programme** et exprimer en langue naturelle l'algorithme sous-jacent. On commence par rappeler les éléments de base de tout langage de programmation (affectation, séquence, test et boucle), tels qu'ils ont été présentés en Mathématiques en classe de Seconde et consolidés en classe de Première. On introduit alors la notion de fonction qui permet d'éviter des redondances, de structurer les programmes et d'organiser leur conception. Enfin, on met en évidence la qualité des programmes en les testant sur différents jeux de données.

On insiste sur la clarté et la documentation, qui facilitent la reprise du code par d'autres programmeurs. On montre enfin l'universalité de la notion de langage au-delà de la programmation.

Le langage de programmation est choisi par l'enseignant selon les critères suivants : simplicité d'utilisation, usage répandu (existence d'outils et d'une communauté d'utilisateurs), facilité

d'installation, liberté du téléchargement et de la redistribution, existence de bibliothèques facilitant le développement ...

Savoirs	Capacités	Observations
<p>Types de données</p> <ul style="list-style-type: none"> - nombre entier ; - virgule flottante ; - booléen ; - caractère ; - tableau ; - chaîne de caractères. 	<p>Choisir un type de donnée en fonction d'un problème à résoudre.</p>	<p>On adapte la présentation de ces notions en fonction du langage de programmation retenu.</p>
<p>Fonctions</p> <ul style="list-style-type: none"> - notion de fonction ; - portée des variables et passage d'arguments ; - définition récursive de fonctions. 	<p>Concevoir l'entête (ou l'interface) d'une fonction, puis la fonction elle-même.</p>	<p>On adapte la présentation de ces notions en fonction du langage de programmation retenu.</p>
<p>Correction d'un programme</p> <ul style="list-style-type: none"> - test ; - instrumentation ; - situations d'erreur ou « bugs ». 	<p>Mettre un programme au point en le testant, en l'instrumentant.</p> <p>◇ Utiliser un outil de mise au point.</p>	<p>On évoque les risques issus des programmes incorrects et des « bugs » qui en résultent, aux conséquences parfois graves.</p>
<p>Langages de description</p> <p>Présentation du langage HTML et du principe de séparation du contenu et de la mise en forme.</p>	<p>Créer et analyser une page web en langage HTML.</p>	<p>On met en valeur le double usage du langage, lisible par un humain et interprétable par une machine.</p> <p>On utilise le langage HTML pour écrire une page « à la main », puis on insiste sur le fait que ce langage sert aussi de cible à des générateurs de pages.</p> <p>On évalue la qualité des pages tant du point de vue de la correction syntaxique que de l'efficacité du message qu'elles véhiculent.</p>

4.4 – Architectures matérielles

Exprimer un algorithme dans un langage de programmation a pour but de le rendre exécutable par une machine numérique. La découverte de la manière dont ces machines sont organisées (leur architecture) constitue donc une étape essentielle d’une initiation à l’informatique. De plus, mieux comprendre cette organisation est nécessaire pour programmer de manière efficace, en prenant en compte tant les capacités que les limitations des machines numériques.

La progression pédagogique suit la chronologie du développement des systèmes informatiques : d’abord centralisés autour des machines à accès direct, ensuite connectés par l’intermédiaire de liaisons sérielles et enfin répartis grâce aux réseaux où le transport des informations repose sur des méthodes de routage.

Le développement de ces réseaux et leur utilisation massive ont induit des questions sociétales majeures qu’il est préférable d’aborder sous forme d’activités pluridisciplinaires.

Enfin, la réalisation d’un projet, basé sur la programmation d’un mini robot, permet d’étudier les mécanismes de pilotage et de communication dans l’exécution de tâches complexes, interférant directement avec le monde physique.

Architecture des ordinateurs

Savoirs	Capacités	Observations
Éléments d’architecture Présentation des composants de base (unité centrale, mémoires, périphériques...).	Expliquer le rôle des constituants d’un ordinateur	On se limite à une présentation générale de ces concepts autour d’une machine à accès direct (Random Access Machine).
Jeu d’instructions Présentation d’instructions simples (chargement, stockage, opérations arithmétiques et logiques, saut conditionnel).	◇ Savoir dérouler l’exécution d’une séquence d’instructions simples de type langage machine.	On propose des activités sous forme d’exercices sur papier sans utiliser d’ordinateur.

Réseaux

Savoirs	Capacités	Observations
Transmission série (point à point) Présentation des principes de base d’une transmission d’informations numériques entre un émetteur et un récepteur.	Établir une communication sérielle entre deux machines.	On s’interroge sur la qualité d’une liaison série. On se limite à l’analyse d’un trafic de type « chat » (échange de caractères codés). On introduit la notion de protocole (ensemble de règles, formats et conventions, sur lesquels il est nécessaire de s’accorder pour communiquer).

Savoirs	Capacités	Observations
<p>Adressage sur un réseau</p> <p>Présentation des mécanismes d'adressage pour identifier des machines distantes.</p>	<p>Décrire une situation d'adressage sur un type de réseau particulier.</p> <p>◇ Analyser le trafic (trames) sur un réseau</p>	<p>On introduit ces notions en comparant différents types d'adressages existants (téléphone, courrier postal).</p> <p>On fait appel à un outil d'analyse pour visualiser la transmission des trames nécessaires au dialogue entre machines numériques.</p>
<p>Routage</p> <p>Présentation des mécanismes induits par la communication sur un réseau dont la topologie est de type graphe.</p> <p>Notions de chemins, de routage (choix du meilleur chemin).</p>	<p>◇ Analyser les entêtes de messages électroniques, pour décrire le chemin suivi par l'information.</p>	<p>On se limite à la mise en œuvre d'une séance de travaux pratiques, avec analyse d'entêtes de courriels prédéfinis reçus (aspect distribué et non fiable des réseaux de grande taille, difficulté du passage à l'échelle).</p>
<p>Supranationalité des réseaux</p>	<p>□ Prendre conscience du caractère supranational des réseaux et des conséquences sociales, économiques et politiques qui en découlent.</p>	<p>On met en évidence le fait que certains pays autorisent la mise en ligne d'informations (ou contenus numériques) dont la consultation est répréhensible dans d'autres pays.</p>

Initiation à la robotique

Savoirs	Capacités	Observations
<p>Découverte d'un système robotique et de sa programmation</p>	<p>◇ Identifier les différents composants d'un minirobot et comprendre leurs rôles respectifs.</p> <p>◇ Décrire un système à événements simple à l'aide d'une machine à états finis.</p> <p>◇ Programmer (dans un langage de haut niveau) un mini robot pour lui faire exécuter une tâche complexe.</p>	<p>On propose des activités adaptées aux équipements et logiciels disponibles dans l'établissement.</p>