

# Analyse du programme de l'enseignement Sciences Numériques et Technologie (SNT) de seconde et propositions

Novembre 2018

La Société informatique de France a pris connaissance du projet de programme voté par le Conseil supérieur des programmes et publié le 4 novembre 2018 Sciences Numériques et Technologie de seconde [1]. Une version de travail de ce document avait été publiée sur un site syndical et avait suscité de nombreuses réactions de la part de plusieurs groupes de réflexion autour de l'enseignement des sciences et notamment de l'informatique dont certaines ont déjà été envoyées au Conseil supérieur des programmes. Nous proposons ici une analyse critique du programme publié ainsi que quelques préconisations générales puis nous présentons ce que pourrait être une mise en œuvre concrète de ces recommandations, qui, sur le fond, n'est pas fondamentalement différente du programme proposé mais choisit une approche quelque peu différente et complémentaire pour éviter les écueils repérés.

## Analyse du programme SNT

La Société informatique de France souhaite en premier lieu remercier et féliciter le groupe d'experts qui a travaillé sur ce programme dans un contexte très particulier. En effet, l'introduction de cet enseignement d'informatique dans le tronc commun de tous les élèves de seconde générale et technique suscite un grand espoir, celui de voir tous nos jeunes enfin mieux armés pour vivre dans la société d'aujourd'hui et construire celle de demain. Mais elle génère également de nombreuses inquiétudes, liées principalement à l'absence d'un contingent d'enseignants formés pour prendre en charge cet enseignement et à la disparité des équipements informatiques présents dans les lycées. Même si un programme d'enseignement ne devrait pas s'embarrasser de telles contingences pratiques, on comprend bien qu'il est impossible de s'en abstraire totalement et la forme un peu déroutante du document de travail sur le programme de seconde qui mêle repères scientifiques et techniques et éléments de programme en est certainement une conséquence.

Sur le fond, le document de travail sur SNT contient des éléments très intéressants : il aborde les différents aspects de l'informatique, l'incarne dans des domaines d'applications variés et parlants pour les lycéens, traite des questions de société importantes en lien avec le numérique et replace ces aspects scientifiques, techniques et sociétaux dans un contexte historique.

Dans l'ensemble, il répond notamment à la préoccupation mainte fois discutée au sein du groupe de réflexion commun EPI / SIF, le groupe ITIC [2] (enseignement de l'Informatique et des Technologies de l'Information et de la Communication), de ne pas limiter l'informatique



au « codage », autrement dit à la programmation. On peut cependant noter que dans sa version finale une section « Notions transversales de programmation » a été ajoutée qui met un accent particulier sur cet aspect, peut-être au détriment d'autres pans de la science informatique tout aussi transversaux.

Outre les aspects disciplinaires qui lui sont propres, le programme insiste aussi sur le fait que cet enseignement doit concourir, au même titre que les autres enseignements de science au lycée, à la sensibilisation aux différentes démarches scientifiques, à l'acquisition de méthodes de travail, au développement de l'esprit critique, etc. Cela nous semble un élément essentiel.

Il se place également dans la continuité des apprentissages du collège et explicite la nécessaire coordination avec les éléments d'informatique présents dans le programme de mathématiques de seconde. Le langage proposé, Python, est en cela un choix naturel même s'il faudra veiller à limiter l'utilisation des constructions et raccourcis d'écriture très spécifiques à ce langage et mettre en œuvre une écriture des programmes qui se transpose facilement dans d'autres langages.

Cependant la forme actuelle du programme nous semble poser plusieurs problèmes. C'est probablement dans l'espoir de faciliter l'acculturation des enseignants à la discipline informatique autant que sa transmission aux lycéens qu'une approche thématique, inspirée de l'approche choisie pour Informatique et Création Numérique (ICN), a été envisagée pour le programme de SNT. Si l'intention est louable, cette présentation, axée sur quelques thèmes, nous semble périlleuse, pour plusieurs raisons. En premier lieu, le nombre de thèmes prévus (7) nous paraît important au regard du nombre d'heures dévolues à cet enseignement. Consacrer en moyenne 6h à chaque thème, comme annoncé en préambule, risque de limiter l'enseignement à une vision superficielle de chacun et ne pas permettre aux lycéens de découvrir, apprendre puis réinvestir les connaissances acquises autour de chaque thème. Plus ennuyeux, attaquer le programme sous un angle thématique qui relève en partie des usages actuels ne permet pas nécessairement d'abstraire les concepts informatiques qui demeureront présents pour des usages futurs.

Enfin, cette approche thématique et la diversité des éléments proposés à l'apprentissage rendent difficile la lecture des intentions profondes du programme. En effet, les capacités attendues pour chacun des 7 thèmes sont toutes mises au même plan même si elles sont de natures très diverses : de compétences d'ordre techniques (« décoder une trame NMEA pour trouver des coordonnées géographiques ») à des connaissances très générales (« décrire le principe de la géolocalisation ») en passant par des compétences autour des usages avancés (« contribuer à OpenStreetMap de façon collaborative ») ou relativement élémentaires (« utiliser un logiciel pour calculer un itinéraire »). En outre, certaines de ces compétences sont liées à des technologies (par exemple, un protocole spécifique) ou des usages (par exemple, un site de cartographie particulier) dont nous ne connaissons pas aujourd'hui l'avenir. Il semble donc y avoir ici à la fois un mélange des genres qui nous paraît peu lisible et, par endroits, un niveau de détails lié à des usages très particuliers qui n'est probablement pas entièrement compatible avec une approche pérenne de la discipline. Les 7 thèmes envisagés ne sont pas non plus de même nature, le thème « données



structurées et leur traitement » possède, par exemple, un caractère transverse puisque les capacités attendues dans ce thème pourraient tout à fait trouver des illustrations dans la plupart des autres thèmes. Enfin curieusement les thèmes qui sont chacun pensés, d'après le préambule, pour être enseignés sur une durée d'environ quatre semaines sont associés à des contenus et des capacités attendues dont la nature, le nombre et le niveau de description sont très variables de l'un à l'autre. En tout, au travers de ces 7 thèmes, les lycéens sont invités à étudier 34 contenus et à développer 48 capacités inégalement réparties entre eux. Ces contenus et capacités ne sont évidemment pas déconnectés les uns des autres, leur point d'ancrage étant la science informatique. Le chapeau de chaque thème fournit certes des repères scientifiques pour mettre les thèmes en contexte mais les compétences scientifiques attendues des lycéens au travers de chaque thème et surtout les liens qui les unissent les uns aux autres ne sont pas explicites dans le document. Retisser ces derniers nécessite de la part des enseignants un recul important sur la discipline et peut conduire à des interprétations très différentes du programme. Aussi un enseignement du socle commun pourrait-il déboucher sur l'acquisition de compétences très variables d'une classe à l'autre. Un risque avec un programme formulé de la sorte est aussi que les enseignants qui s'en emparent, formés dans l'urgence, se cantonnent, de bonne foi, à une approche culturelle et utilitaire de la discipline dans des cas d'utilisation spécifiques. La présence de la section « Notions transversales de programmation » nous paraît aller dans le bon sens mais il nous semble dommage de limiter la transversalité à la programmation alors même que d'autres aspects de l'informatique mériteraient tout autant d'être vus au travers des différents thèmes. C'est d'ailleurs une telle approche que nous préconisons ci-dessous.

Enfin, plus anecdotique, du point de vue de la présentation du programme, la structuration du document peut laisser penser qu'il est décomposé en deux parties principales : le « Préambule » et les « Notions transversales de programmation ». Les thèmes semblent apparaître comme des sous-sections de cette deuxième partie. Cette structuration n'aide pas à clarifier les intentions du programme.

## Préconisations générales

Incarner cet enseignement dans des usages numériques du quotidien est motivant et nécessaire mais nous semble insuffisant. Les usages changent, les acquis scientifiques et techniques des lycéens doivent rester et être transposables à des usages qui n'existent pas encore.

Nous préconisons donc un programme à double entrée : une entrée scientifique explicite et une entrée thématique afin que les intentions du programme soient clairement énoncées en termes de compétences scientifiques pérennes, et que les objectifs à atteindre soient plus clairement circonscrits. Plus précisément, nous recommandons d'identifier très clairement, dans le programme, un nombre limité de compétences scientifiques et techniques que l'on attend d'un lycéen à la fin de la seconde, cohérent avec le volume horaire disponible, et de les incarner, chacune, dans un ou plusieurs thèmes. Autrement dit, il s'agit d'explicitier la transversalité des éléments du socle scientifique dans les différents usages « numériques » abordés. Bien entendu, ce programme se place dans la continuité du programme



d'informatique traité en collège à la fois en mathématiques et en technologie. Ainsi, s'il ne doit pas se résumer à la programmation, il nous paraît important que les compétences développées pendant le collège sur cet aspect trouvent là l'occasion d'être réinvesties dans une perspective plus large.

Nous avons identifié 9 compétences scientifiques et techniques à travailler qui couvrent 3 axes principaux. Nous proposons de travailler ces compétences au sein de 6 thèmes. Ces thèmes sont largement inspirés des thèmes proposés dans le programme actuel. Le détail des compétences, axes et thèmes proposés est présenté dans la section suivante de ce document. La plupart de ces thèmes est liée à des questions de société importantes. Ces enjeux sociétaux étant largement décrits dans le programme SNT [1], nous ne nous y attarderons pas ici mais il est bien évident que ces aspects doivent apparaître explicitement dans le programme.

Chacun des thèmes envisagés peut servir à illustrer tout ou partie des compétences scientifiques et techniques recherchées. Mais, attention, il ne s'agit pas ici de travailler toutes les questions scientifiques et techniques sur chaque thème mais plutôt de laisser choisir aux enseignants en fonction d'un thème donné quelques compétences scientifiques et techniques à travailler.

Plus précisément, plutôt que de fournir un cadre contraignant indiquant de manière figée quelle(s) compétence(s) scientifique(s) doi(ven)t être travaillée(s) à partir de quel(s) thème(s), nous suggérons plutôt de parler en termes d'objectifs globaux et de donner aux enseignants les moyens de les atteindre en fournissant pour chaque thème un panel limité et accessible de sujets pertinents et précis en lien avec tout ou partie des compétences attendues. Une telle série de couplages est proposée dans la suite de ce document. Charge aux enseignants d'extraire de cette liste un ensemble de couplages (compétence scientifique / thème) qui leur convienne et couvre :

- Chacune des compétences scientifiques au travers d'un ou plusieurs thèmes
- Chaque thème avec un angle scientifique et un angle sociétal

Outre le fait de laisser une véritable liberté pédagogique aux enseignants, cette approche permet de les accompagner très concrètement et présente l'avantage d'être compatible avec une montée en compétences progressive des premiers enseignants sans formation initiale d'informatique qui vont devoir enseigner SNT. En effet, d'ici la rentrée 2019, les formations qui seront proposées aux enseignants concernés pourraient, après un panorama général de l'ensemble des thèmes, se concentrer sur 2 ou 3 thèmes suffisants pour acquérir l'ensemble des compétences scientifiques du programme. En quelques années, avec des formations régulières, les enseignants pourraient arriver au même niveau de compétence sur l'ensemble des thèmes.

On peut également imaginer proposer dans les premières années des exemples de progressions pédagogiques précises (quels couplages choisir et dans quel ordre les présenter) pour aider à la mise en place de cet enseignement. Il ne s'agirait évidemment pas d'un cadre contraignant mais bien d'une aide. En outre, une formation en ligne est en préparation qui, si elle ne pourra pas suffire à former, seule, les enseignants, fournira des ressources riches et variées pour accompagner ladite formation ainsi que des pistes d'activités à réaliser en classe. De manière générale, la communauté informatique,



consciente des enjeux, est prête à contribuer à la fois en fournissant des ressources (exemples d'activités, articles de vulgarisation...), en réfléchissant à des exemples de progression pédagogique mais aussi en s'investissant dans la formation des enseignants.

Enfin, pour clarifier le programme et ses intentions, nous recommandons que son contenu soit peu ou prou décrit au même niveau que celui des autres disciplines, quitte à repousser en annexe dudit programme un certain nombre de repères scientifiques. On pourra aussi utiliser les documents d'accompagnement pour compléter ces repères scientifiques et pour leur adjoindre des repères historiques voire épistémologiques ainsi que des exemples précis d'outils utilisables pour illustrer tel ou tel aspect et des propositions d'activités.

## Programme : proposition d'objectifs et de contenus

Cette proposition se fonde bien sûr sur le travail du groupe d'experts mais également sur les travaux du groupe interdisciplinaire pour l'enseignement des sciences au lycée (GIS) et ceux de la commission Inter-Irem informatique [3]. Elle bénéficie aussi d'apports du groupe ITIC, de l'Union des Professeurs de classes préparatoires Scientifiques et des réflexions menées au sein d'un groupe de travail sur les formations à construire pour aider les enseignants à monter en compétences en informatique. Elle garde présent à l'esprit que ce programme concerne tous les élèves de seconde quelles que soient leurs ambitions professionnelles et vise à en faire des citoyens éclairés sur le plan « numérique ».

Les objectifs de ce programme nous semblent donc devoir être de plusieurs ordres :

- Scientifiques et techniques : les lycéens doivent comprendre que la totalité des progrès en lien avec le numérique repose sur un « petit nombre de concepts en interaction » [1]. Ils doivent être capables d'énoncer les quatre piliers de la science informatique [4] (données / informations, algorithmes, langages et machines (dont les objets connectés et les réseaux)) et en avoir une approche concrète et pratique en lien avec leurs usages du numérique ;
- Sociétaux et éthiques : les lycéens doivent être capables, grâce à une meilleure compréhension des aspects scientifiques et techniques du numérique et à une mise en perspective historique, de questionner les enjeux sociétaux et éthiques liés à leurs pratiques. Ces aspects ne peuvent s'appuyer que sur une compréhension des concepts scientifiques et techniques sous-jacents.

Bref, il ne s'agit pas d'étudier des usages pour eux-mêmes mais d'en éclairer certains en étudiant la science et technique qui les sous-tend.

Les objectifs scientifiques généraux de cet enseignement pourraient être les suivants :

1. Saisir en quoi **la pensée informatique** et **sa mise en œuvre via des machines** peuvent aider à répondre à des problématiques d'autres disciplines, scientifiques ou non.



2. Comprendre la nature d'un **algorithme**, savoir identifier les objets du quotidien qui utilisent des algorithmes pour fonctionner.
3. Savoir **modéliser** un problème élémentaire, écrire un **algorithme** pour le résoudre, le mettre en œuvre dans un **langage de programmation**, et **analyser** les résultats de son exécution.
4. Connaître différentes façons de **représenter**, **stocker** et **échanger** l'information.

Ces objectifs peuvent se décliner selon 3 axes principaux :

- I. Les données : codage et gestion
- II. Les algorithmes et leur programmation
- III. Les machines et leurs interfaces

Il ne s'agit pas de développer profondément et équitablement les 3 axes mais d'extraire pour chacun quelques compétences incontournables (cf. Présentation des compétences scientifiques recommandées page - 6 -).

Ces compétences peuvent être travaillées au sein de 6 thèmes :

- I. Internet,
- II. Services développés sur Internet (web, mail, réseaux sociaux...),
- III. Image numérique,
- IV. Géolocalisation,
- V. Données personnelles
- VI. Informatique embarquée / objets connectés.

## Présentation des compétences scientifiques recommandées

### I. Les données :

*« Les données constituent la matière première de toute activité numérique. » [1] Leur codage est le premier enjeu mais leur gestion en est également un. « Afin de permettre leur réutilisation, il est nécessaire de les conserver de manière persistante. Les structurer correctement garantit que l'on puisse les exploiter facilement pour produire de l'information. Cependant, les données non structurées peuvent aussi être exploitées. » [1]*

#### A. Codage de l'information

1. Numériser : les données résultent de capteurs, d'expériences. La numérisation permet de passer d'une grandeur physique à une représentation manipulable en machine. Représenter par des nombres en machine (en lien avec les maths et la physique) : notion de plus grand nombre et de nombre approché
2. Formater / organiser / rassembler des données (de manière structurée ou non) : découvrir et manipuler des formats de fichiers variés (texte, image, son etc.), notion de métadonnées, langage de descriptions de données, nécessité d'utiliser des normes

#### B. Gestion de données



1. Collecter : dans quel cas utilise-t-on un système de fichiers, un tableur, une base de données ?
2. Localiser et naviguer : dans quel cas les données sont-elles stockées sur un disque local, sur un serveur de fichiers, sur un serveur web etc. ?  
Expérimenter les temps d'accès en fonction de la localisation et du type de structuration (notion d'index)

## II. Les algorithmes et leur programmation :

*Cette partie s'appuie sur les acquis du collège, autrement dit la maîtrise des ingrédients nécessaires pour construire un algorithme. Il s'agit ici de réinvestir ces connaissances et de les approfondir, notamment en comprenant et expérimentant qu'il peut exister plusieurs algorithmes pour résoudre un même problème, en réfléchissant aux critères de choix d'un algorithme plutôt qu'un autre en fonction du contexte. On s'intéressera aussi à la notion de bug et la distinction entre « tester un programme » de « vérifier un programme ». Il pourra être intéressant dans ce contexte, en fonction des algorithmes choisis, d'utiliser des logiciels les mettant en œuvre et également de les programmer à l'aide d'un langage textuel avec ou sans l'aide de bibliothèques.*

- A. Découverte et mise en œuvre d'algorithmes simples
- B. Confrontation à au moins un exemple de problème plus complexe : il s'agit bien ici de prendre la mesure de la complexité d'un problème donné pas de le résoudre (une approche informatique débranchée pourrait être particulièrement judicieuse dans ce contexte, mais cette sensibilisation pourrait également s'appuyer sur des articles de vulgarisation)

## III. Les machines et leurs interfaces :

*Cette partie s'appuie également sur le programme de collège où une première approche des machines a été développée notamment dans le cadre de l'enseignement de technologie. Il s'agit ici de reprendre et développer les compétences et connaissances acquises en s'intéressant aux différents types de machines qui nous environnent et aux possibilités d'interactions entre elles et avec les humains.*

- A. Machines : Revoir les différents composants d'un ordinateur et de machines plus spécialisées et comprendre les différences entre machines universelles et machines spécialisées
- B. Interfaces
  1. Machines-machines avec les protocoles de communication
  2. Homme-machines avec des questions d'ergonomie et un aperçu (très partiel) des systèmes d'exploitation dans leur aspect pourvoyeur de services à l'utilisateur.



## Présentation des couplages thèmes / compétences scientifiques

Nous fournissons ci-dessous une proposition de couplages entre thèmes et compétences scientifiques. Tous les couplages ne sont pas renseignés parce qu'il ne nous paraît pas forcément judicieux de les multiplier. Les couplages proposés sont largement inspirés du projet de programme SNT. Il ne s'agit pas ici d'activités à réaliser mais de sujets qu'il est possible de traiter. Pour bien faire, ces couplages devront être illustrés par un ensemble d'activités précises décrites dans un document d'accompagnement pédagogique. Les activités proposées dans le projet de programme SNT constituent une excellente base pour ce document.





<b>THÈMES</b>	<b>Internet</b>	<b>Services développés sur Internet, ici Web, mails et réseaux sociaux</b>	<b>Image numérique</b>	<b>Géolocalisation, cartographie</b>	<b>Données personnelles</b>	<b>Informatique embarquée et objets connectés</b>
<b>INFORMATIQUE</b>						
<i>I-a-i. Codage de l'information - Numériser</i>			photographie numérique : Distinguer les photosites du capteur et les pixels de l'image en comparant les résolutions du capteur et de l'image selon les réglages de l'appareil.			utilisation de capteurs sur des robots Identifier des algorithmes de contrôle des comportements physiques à travers les données des capteurs, l'IHM et les actions des actionneurs dans des systèmes courants.
<i>I-a-ii. Codage de l'information : Formater / organiser des</i>	Format d'adresses IP	Structuration d'une URL Structuration de texte : HTML	Description de couleurs Description d'images : format bitmap (PPM)	OSM (OpenStreetMap format) Informations		



<b>THÈMES</b>	<b>Internet</b>	<b>Services développés sur Internet, ici Web, mails et réseaux sociaux</b>	<b>Image numérique</b>	<b>Géolocalisation, cartographie</b>	<b>Données personnelles</b>	<b>Informatique embarquée et objets connectés</b>
<b>INFORMATIQUE</b>						
<i>données</i>		Définition de style : CSS Formats de données utilisés sur les réseaux sociaux	etc.) vs format vectoriel (SVG etc.) métadonnées EXIF	géographiques contenues dans le format EXIF		
<i>I-b-i Gestion des données : collecter</i>		Comparaison du stockage de données sur plusieurs sites de données ouvertes			stockage de l'historique, des favoris de son navigateur	
<i>I-b-ii Gestion des données : localiser et naviguer</i>		mails stockés en local vs mails stockés sur un serveur	Bibliothèques d'images en local vs dans le nuage		Données en local vs dans le nuage	
<i>II-a Algorithmes et programmation : découverte et mise en œuvre d'algorithmes simples</i>	Algorithme de routage (mise en œuvre avec de la programmation impérative)	Algorithmes de modification de pages en fonction d'action de l'utilisateur (mise en œuvre	Algorithme de traitement d'images (modification de ses couleurs...) Algorithme de dessin (mise en œuvre		Algorithmes de tris de données, de recherches de données (dichotomique par exemple) et	Algorithme de déplacement d'un robot en réaction à son environnement (mise en œuvre avec de la programmation



<b>THÈMES</b>	<b>Internet</b>	<b>Services développés sur Internet, ici Web, mails et réseaux sociaux</b>	<b>Image numérique</b>	<b>Géolocalisation, cartographie</b>	<b>Données personnelles</b>	<b>Informatique embarquée et objets connectés</b>
<b>INFORMATIQUE</b>		avec de la programmation événementielle)	avec de la programmation impérative)		comparaisons (mise en œuvre avec de la programmation impérative)	événementielle)
<i>II-b Algorithme et programmation : confrontation à des problèmes complexes</i>	Algorithme de plus court chemin dans un graphe	Algorithmes de recherche d'information sur le web	Algorithmes associés à une prise de vue par un appareil photo	Algorithme de calcul d'itinéraire	Algorithmes d'affectation de candidats à des formations	
<i>III-a Machines</i>	Quels sont les composants d'une box internet ?		Quels sont les composants présents dans un appareil photo numérique ?			Quels sont les composants présents dans un smartphone ? Dans un robot donné ?
<i>III-b-i Interfaces : machine - machine</i>	Protocole TCP/IP	Protocole HTTP(S) : décomposition d'une requête avec identification des paramètres qui lui sont passés Configuration de		Protocole NMEA 0183		



<b>THÈMES</b>	<b>Internet</b>	<b>Services développés sur Internet, ici Web, mails et réseaux sociaux</b>	<b>Image numérique</b>	<b>Géolocalisation, cartographie</b>	<b>Données personnelles</b>	<b>Informatique embarquée et objets connectés</b>
<b>INFORMATIQUE</b>		son mail (pop vs imap)				
<i>III-b-ii Interfaces homme-machine</i>		Comparer l'ergonomie de plusieurs site web en fonction de critères donnés			Apprendre à régler des paramètres de confidentialité en fonction de ses usages (smartphones, réseaux sociaux etc.)	Comparer les interfaces de différents smartphones et/ou tablettes et/ou ordinateurs : à quelles informations a-t-on accès ? Comment ?





## Bibliographie

[1] « Programme de Sciences Numériques et Technologie de seconde ». [En ligne].

Disponible sur :

[http://cache.media.education.gouv.fr/file/CSP/41/0/2de\\_Sciences\\_numeriques\\_et\\_technologie\\_Ens-commun\\_1025410.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/CSP/41/0/2de_Sciences_numeriques_et_technologie_Ens-commun_1025410.pdf)

[2] « Enseignement de l'informatique et des TIC - Documents, textes d'orientation ». [En ligne]. Disponible sur : <http://www.epi.asso.fr/revue/itic3som.htm>

[3] Commission Inter-Irem Informatique, « Proposition de programme pour Sciences Numériques et Technologie ». [En ligne]. Disponible sur : <http://www.univ-irem.fr/IMG/pdf/notec3iprogrammesnt.pdf>

[4] Académie des sciences, « L'enseignement de l'informatique en France - Il est urgent de ne plus attendre | Rapports, ouvrages, avis et recommandations de l'Académie | Assurer un rôle d'expertise et de conseil », mai-2013. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.academie-sciences.fr/fr/Rapports-ouvrages-avis-et-recommandations-de-l-Academie/l-enseignement-de-l-informatique-en-france-il-est-urgent-de-ne-plus-attendre.html>

