

Consultation sur les projets de programmes du lycée 2018-2019

Classes de seconde et de première

Engagée depuis plusieurs années dans une réflexion collective sur l'enseignement des sciences au lycée, l'Union des Professeurs de classes préparatoires Scientifiques a pris connaissance avec grande attention des travaux menés par les groupes chargés de l'élaboration des projets de programmes au sein du Conseil Supérieur des Programmes. L'UPS livre dans ce document une analyse des projets de programmes scientifiques de la classe de seconde générale et technologique et des spécialités mathématiques, physique-chimie et informatique du programme de première (voie générale). Ces observations et recommandations font la synthèse des retours de ses adhérents et se nourrissent des échanges avec les autres associations disciplinaires et sociétés savantes scientifiques qui constituent le Groupe Interdisciplinaire Sciences¹.

L'UPS remercie le Conseil Supérieur des Programmes et les différents groupes d'experts pour la qualité d'écoute et d'échange qui a présidé à la conception des programmes des disciplines scientifiques malgré des délais, hélas, extrêmement contraints.

1 | Programmes de mathématiques

A) Impression générale

Rédigés au plus près des recommandations du rapport Villani-Torossian, les projets de programmes de mathématiques de seconde et première répondent aussi positivement à la plupart des propositions que l'UPS a portées en amont :

- le calcul algébrique est revalorisé dans sa dimension rituelle ;
- le rôle de la démonstration, source d'intelligibilité et levier au service de l'abstraction, est clairement affirmé ;
- les notions abordées le sont avec profondeur mais sans excès ;
- l'analyse et la géométrie, notamment, sont décloisonnées et le réinvestissement de l'une dans l'autre est encouragé pour un meilleur apprentissage des deux.

Dans l'ensemble, la rédaction détaillée des « connaissances », « capacités », « démonstrations » et « approfondissements » les rend très lisibles et peu sujets à interprétation.

B) Programme de seconde

En début de seconde, le paragraphe *Nombres et calculs* est l'occasion d'une synthèse précieuse et d'un approfondissement des acquis calculatoires du collège. L'automatisation du calcul ainsi encouragée devrait permettre au néo-lycéens d'aborder sereinement leur enseignement de mathématiques.

En géométrie, le programme de seconde propose un enseignement proche de l'actuel, mais recentré *a priori* sur la géométrie plane et plus dense, plus exhaustif (projeté orthogonal sur une droite, déterminant,

1. ADIREM, APBG, APMEP, CFEM, SCE, SFdS, SFP, SIF, SMAI, SME, UdPPC, UPA et UPS

forme générale d'une équation de droite). Les professeurs devraient en tirer des problèmes formateurs plus attrayants.

En analyse, le bestiaire des fonctions qu'il paraît raisonnable d'étudier est mal délimité. À partir des fonctions de référence proposées (affines, carré, racine carrée, inverse, cube), est-il attendu que les lycéens manipulent des fonctions composées simples et des fonctions définies par morceaux? Il serait dommage qu'un programme d'analyse centré sur la représentation graphique ne contienne rien sur les graphes des fonctions $x \mapsto f(x)+a$ et $x \mapsto f(x-a)$. Peu disert en l'état, le programme pourrait conduire les professeurs à atrophier singulièrement leur batterie d'exercices.

En statistique, l'UPS apprécie tout particulièrement la disparition des intervalles de fluctuation, innovation presse-bouton du précédent programme dont la pertinence en termes de formation était vivement contestée. L'initiation à la loi des grands nombres du paragraphe *Échantillonnage*, certes plus légère, paraît cependant souffrir du même défaut. Il sera difficile de proposer un travail personnel à la maison aux lycéens sur ce terrain et l'activité chronophage laissera finalement peu de traces. L'étude des pourcentages de pourcentages du paragraphe *Information chiffrée et statistique descriptive* complète en revanche utilement mais sans excès l'étude des outils moyenne et quartiles.

Pour finir, il est très surprenant que la tradition d'un paragraphe *Algorithmique et programmation* soit maintenue dans le programme de mathématiques de seconde alors qu'un enseignement de tronc commun *Sciences numériques et technologie (SNT)* vient de naître. On aborde dans les deux disciplines exactement les mêmes notions d'algorithmique (variables, affectation, séquences d'instructions, instructions conditionnelles, boucles bornées et non bornées), mais d'après le programme de SNT : « Le programme de seconde de mathématiques approfondit l'apprentissage de la programmation. Une coordination avec le cours de mathématiques est donc nécessaire pour déterminer à quel moment des éléments de programmation peuvent être utilisés en sciences numériques et technologie. » Par quel étrange coup du sort revient-il au professeur de mathématiques de prendre en charge avec d'inévitables redondances un enseignement d'algorithmique naturellement lié à la discipline SNT? Supprimer le paragraphe *Algorithmique et programmation* du programme de mathématiques permettrait aux professeurs de mathématiques de donner à leurs élèves davantage de temps pour assimiler un programme riche que certains jugent volumineux. Rien n'empêche en revanche qu'un problème de mathématiques conduise ponctuellement à l'exploitation des bases de l'algorithmique étudiées en SNT.

C) Programme de première

Comme en seconde, le programme de mathématiques de première est plus exhaustif sur certains points et devrait permettre aux professeurs de proposer des situations plus variées qui favorisent l'autonomie. Il est ainsi appréciable que les contenus et attendus du paragraphe *Équations, fonctions polynômes du second degré* soient bien détaillés. L'ajout des somme et produit des racines d'un trinôme lui apporte une plus grande cohérence.

En analyse, le programme a les mêmes ambitions théoriques que le programme actuel, mais le sinus et le cosinus y sont assumés comme des fonctions qui diversifient un peu les situations mathématiques envisageables. L'introduction nouvelle de la fonction exponentielle en première a la même vertu et enrichit l'étude des suites géométriques.

En géométrie plane, la découverte du produit scalaire est dirigée par des attendus calculatoires clairs et raisonnablement exigeants (formule d'Al-Kashi, transformations de $MA \cdot MB$ et $MA^2 + MB^2$, projection orthogonale sur une droite), mais la trigonométrie paraît faiblement mise en valeur. Les formules d'addition du sinus et du cosinus enrichiraient leur utilisation tant en analyse qu'en géométrie. La présence explicite des équations de cercles est en revanche la bienvenue.

En probabilités, l'introduction nouvelle des probabilités conditionnelles et de la formule des probabilités totales ouvre la porte à des questions intéressantes et soutenues par de nombreux exercices. Dans le paragraphe *Variables aléatoires réelles*, il est en revanche dommage que la loi uniforme sur un ensemble fini ne soit pas mentionnée explicitement alors que l'équiprobabilité était une situation de référence du programme de seconde.

Pour finir, le paragraphe *Algorithmique et programmation*, réduit à une simple découverte des listes, est encore moins à sa place en première qu'il ne l'était en seconde. En dépit des précautions oratoires du programme, on peine à comprendre en quoi la manipulation de listes sous Python (ajout/suppression d'un élément, itération sur les éléments d'une liste) aide à comprendre les concepts mathématiques de suite ou de série statistique. Le concept de liste n'est en rien mathématique et n'a pas vocation à figurer dans un programme de mathématiques. Comme en seconde, la suppression du paragraphe *Algorithmique et programmation* dégagerait un temps précieux, au profit par exemple des formules d'addition du sinus et du cosinus en géométrie.

2 | Programmes de physique-chimie

A) Remarques générales concernant les sciences physiques et chimiques

L'UPS, comme l'ensemble du groupe de physique interassociations dont elle fait partie², se félicite de voir que les projets de programme publiés vont dans la bonne direction :

- retour d'un lien fort avec les mathématiques ;
- accent mis sur les concepts plutôt que sur des thèmes artificiels ;
- meilleur équilibre entre physique et chimie ;
- introduction d'un lien explicite avec l'informatique par le biais des capacités numériques ;
- meilleur équilibre entre contextualisation et modélisation ;
- programme expérimental ambitieux et, dans le cas de la première, décliné en termes de capacités expérimentales à acquérir et pas seulement d'activités à réaliser.

Pour que les ambitions affichées soient réellement suivies d'effets, il semble très important de souligner la nécessité de donner un accompagnement fort aux collègues chargés de mettre en œuvre ce programme, en termes de formation, plus particulièrement sur les capacités numériques (langage Python) et sur l'utilisation des microcontrôleurs. Dans ce dernier cas, un document d'accompagnement expliquant le choix d'une telle démarche par rapport à celle consistant à utiliser les systèmes d'acquisition existant actuellement dans les lycées est nécessaire si on souhaite que la pratique se développe réellement.

Quelques propositions d'amélioration vous seront transmises directement par ce groupe.

B) Synthèse de l'enquête auprès des adhérents de l'UPS

Les enseignants de classes préparatoires scientifiques qui se sont exprimés ont montré leur satisfaction au sujet des deux programmes (seconde et spécialité de première), malgré quelques réserves exprimées surtout sur le programme de seconde.

Le retour d'un lien fort entre mathématiques et physique, l'existence d'un programme expérimental ambitieux, et l'introduction de capacités numériques sont particulièrement appréciés.

En seconde, le retour de l'électricité fait l'unanimité. La partie *Ondes* en physique est jugée trop qualitative, et la partie sur les réactions nucléaires en chimie reçoit un accueil mitigé et semblerait pouvoir être supprimée si ce programme devait être raccourci (un quart des enseignants qui se sont exprimés estiment en effet ce programme trop long).

En première, les capacités numériques proposées semblent plus artificielles qu'en seconde, peu adaptées et trop peu ambitieuses, la partie *lumière : images et couleurs, modèles ondulatoire et corpusculaire* est la plus critiquée car jugée encore trop émettée, ce qui rejoint l'un des reproches faits au programme actuel. L'absence de la loi des gaz parfaits et de la poussée d'Archimède est considérée comme un manque.

Hormis ces quelques remarques, ces programmes sont donc perçus de manière très positive, et constituent un réel progrès dans la qualité de la formation scientifique souhaitable au niveau du lycée.

2. avec l'Union des Professeurs de Physique et de Chimie, la Société Française de Physique, la Société Chimique de France et la Société Française d'Optique

3 | Programmes d’informatique

A) Enseignement *Sciences numériques et technologie* – classe de seconde

Les enjeux de ce nouvel enseignement

L’arrivée de l’enseignement *Sciences numériques et technologie* en seconde est une grande première dans l’enseignement français. Si des initiatives ont eu lieu pour l’enseignement de l’informatique dans le secondaire, elles étaient jusqu’ici, soit cantonnées à d’autres disciplines, comme l’enseignement actuel d’algorithmique au sein du cours de mathématiques, soit restreinte à un faible public, comme la spécialité informatique et sciences du numérique en terminale. Mettre à la disposition de tous les lycéens de seconde un tel enseignement est donc une vraie nouveauté et un véritable défi pour construire un programme adapté aux enjeux de la matière et à l’universalité du public.

Le contexte actuel permet de dégager deux enjeux majeurs pour cet enseignement. D’une part, dans un contexte où l’informatique et les réseaux prennent une part de plus en plus importante de la vie quotidienne, l’illectronisme est une source d’exclusion que l’école se doit de combattre afin de jouer son rôle d’homogénéisation sociale. D’autre part, l’arrivée de l’informatique en tant que discipline de spécialité en première et en terminale exige une présentation éclairante de la discipline en classe de seconde pour que les élèves puissent la choisir en fin d’année.

Pencher de manière déséquilibrée d’un côté comme de l’autre ne pourrait que déstabiliser cet enseignement et le mettre en péril auprès des élèves comme des enseignants. Un programme mettant avant tout l’accent sur des aspects technologiques risquerait non seulement d’être rapidement obsolète (les réseaux sociaux sont ainsi en pleine mutation et le modèle type de Facebook n’a déjà plus l’ubiquité qu’il avait il y a 5 ans, qu’en sera-t-il dans 5 ans ?) mais surtout de placer l’élève en situation de consommateur d’une technologie sans les clés nécessaires à sa compréhension. À l’heure où la plupart des géants technologiques sont non européens, cela pose un problème économique et sociétal. Barack Obama, au moment de lancer son plan d’apprentissage de la programmation aux États-Unis, disait : « Ne jouez pas à des jeux, programmez-les ! ». Il est donc essentiel qu’un des objectifs de l’enseignement SNT soit de fournir aux élèves les clés pour être les acteurs technologiques éclairés de demain.

A contrario, un programme qui ne se focaliserait que sur des aspects d’algorithmique et de programmation pourrait être clivant, condamnant ceux qui peineraient à pénétrer la discipline et se sentiraient mis à l’écart de la technologie.

Il semble important que l’ensemble du programme de SNT soit construit à l’image de toute autre matière scientifique, à savoir que les problématiques n’y soient pas pas seulement effleurées, mais soient traitées selon une démarche allant de l’analyse du problème à sa résolution. Si les technologies et leurs usages évoluent, les acquis scientifiques et leur transposabilité quant à eux perdurent.

Analyse du projet de programme et recommandations

L’UPS est très réservée quant au projet de programme. L’approche thématique retenue conduit à un émiettement des notions présentées sous forme d’un véritable inventaire à la Prévert et s’oppose à toute hiérarchisation des contenus. Cet assemblage décousu mêle à la fois des notions informatiques essentielles – mais difficiles à enseigner en classe entière sans accès aux machines et avec des enseignants non formés – et des notions très anecdotiques ancrées dans des technologies parfois dépassées au moment de la rédaction de ce projet.

Le programme gagnerait à limiter cette approche foisonnante et à s’articuler autour des quatre piliers centraux de l’informatique et des sciences du numérique (algorithme, machine, langage et information). Il devrait par ailleurs mettre davantage en valeur les aspects théoriques, expérimentaux et les applications technologiques de l’informatique en veillant à limiter les concepts abordés et en les recentrant davantage sur les aspects scientifiques. Cette approche n’est nullement incompatible avec les ouvertures proposées par le projet actuel sur des enjeux d’ordres sociétaux, sociologiques, économiques ou juridiques. Ces thématiques riches doivent pouvoir être abordées sans pour autant noyer les perspectives scientifiques et technologiques du programme.

L’UPS propose donc que le programme de *Sciences numériques et technologie* :

- limite l’éparpillement des notions si préjudiciable dans les programmes actuels d’autres disciplines scientifiques et facilite pour les élèves, comme pour les enseignants, l’identification des contenus et des compétences scientifiques à développer ;
- s’inscrive dans dans une logique progressive de construction du savoir ;
- donne davantage de visibilité aux éléments d’algorithmique et de programmation dont l’approche transversale promue par le préambule du programme peine à s’ancre au cœur de celui-ci.

Cette approche nous semble indispensable pour étoffer le bagage scientifique de tout élève de seconde et éclairer les choix d’orientation réalisés par les élèves pour la classe de première.

Analyse par thème

- **Internet / données structurées**
Thèmes intéressants mais délicats à traiter sans travail sur machine.
- **Le Web**
Thème judicieux, qui permet des projets relativement raisonnables en seconde. Il semble toutefois difficile de le traiter intégralement en quatre séances.
- **Informatique embarquée et objets connectés**
Thème prématuré à ce niveau de formation scientifique. Avant d’aborder des notions d’informatique embarquée, il faudrait avoir de véritables connaissances en informatique, ce qui ne semble pas être un objectif du programme de SNT.
- **Réseaux sociaux**
Thème problématique. Si le rôle de l’école est d’encadrer et de faire réfléchir à certaines pratiques indues des réseaux sociaux, il paraît très étonnant qu’un des objectifs du programme soit de donner les compétences techniques pour utiliser des systèmes dont la gestion des données est très polémique.
- **Localisation, cartographie et mobilité**
Thème discutable. Les compétences exigées sont très pauvres car il semble précoce de s’intéresser à ces notions à ce stade de la formation des élèves. Il s’inscrirait mieux comme support de projet pour l’enseignement de première.
- **La photographie numérique**
Thème interdisciplinaire riche et porteur, mais délicat à enseigner à des élèves qui ne connaissent ni les bases de l’optique pour le comprendre qualitativement, ni suffisamment de programmation pour le traitement des images.

B) Enseignement Numérique et sciences informatiques – classe de première

Vue d’ensemble

Le projet de programme de la spécialité *Numérique et sciences informatiques* en première contraste très nettement avec le programme de *Sciences numériques et technologie* en seconde. Il présente des notions très pertinentes qui sont suffisamment approfondies pour permettre un premier enseignement de l’informatique en tant que discipline tout en restant de taille raisonnable pour un volume horaire de quatre heures par semaine. L’enseignement par projet est essentiel à la formation en informatique dans sa capacité à cristalliser les notions dans leur pratique et dans cette confrontation au réel.

Contenu disciplinaire

Les enseignements de programmation et d’algorithmique sont les parties les plus satisfaisantes dans leur traitement et dans leur pertinence.

Le traitement de données en tables ne semble pas adapté en l’état et donne le sentiment d’une injonction à traiter des bases de données sans bases de données. Si l’enseignement de celles-ci est bien trop prématuré en première, il paraît également discutable que des élèves venant tout juste d’apprendre à manipuler des tableaux se voient enseigner des notions de traitement de données.

La partie sur le Web est la partie la moins riche en contenus scientifiques. Elle ne semble justifiée que par le lien qu’elle tisse avec le programme de seconde et la réalisation de projets peu ambitieux (le programme comparant un projet de réalisation de site Web à celui d’un interprète d’un mini-langage : il y a un décalage important de compétences entre les deux).