

# Préface

Enseigner l’informatique au lycée n’est pas une idée nouvelle : les premières expériences pédagogiques remontent aux années 1980. Mais c’est depuis peu qu’un enseignement approfondi d’informatique est offert dans tous les lycées généraux, avec, depuis la rentrée 2019, un enseignement Sciences numériques et technologie (SNT) en seconde et un enseignement de spécialité Numérique et sciences informatiques (NSI) en première et, dès la rentrée 2020, en terminale.

La spécialité NSI est ambitieuse : par le volume horaire qui lui est consacré, mais aussi par la richesse de son programme, qui va bien au-delà de la simple «littératie informatique» et aborde frontalement les notions fondamentales de la science informatique. Algorithmique et programmation — les deux piliers de la pensée informatique — y sont largement présentes, mais on y découvre également les bases de données, l’architecture des ordinateurs, les systèmes d’exploitation et les réseaux.

Un programme d’une telle richesse est une aventure pour l’élève comme pour l’enseignant, ce dernier n’ayant souvent pas suivi de cours d’informatique comparables lors de sa formation universitaire. L’ouvrage de Thibaut Balabonski, Sylvain Conchon, Jean-Christophe Filliâtre et Kim Nguyen, sobriement intitulé *Spécialité Numérique et sciences informatiques*, est le parfait guide pour les accompagner tout au long de ce voyage à la découverte des bases de l’informatique.

Le premier volume de cet ouvrage, consacré à la classe de première et paru à la rentrée 2019, avait beaucoup impressionné : Gilles Dowek, l’un des initiateurs de la spécialité NSI, a employé à son propos le mot de «miracle». C’est donc avec impatience que je découvre le second volume, consacré à la classe de terminale, et avec plaisir que je constate que nos quatre auteurs ont fait, une fois de plus, un travail admirable.

Deux styles sont (hélas) très répandus dans les manuels pour l’enseignement de l’informatique : la vulgarisation légère, qui effleure plaisamment le sujet mais laisse le lecteur sur sa faim, et le traité universitaire, qui l’étouffe sous l’exhaustivité et la rigueur formelle. Rien de tel dans l’ouvrage de Thibaut Balabonski, Sylvain Conchon, Jean-Christophe Filliâtre et Kim Nguyen : la présentation des concepts va droit à l’essentiel, mais ne cède jamais à l’approximation. C’est ainsi, dans un bel équilibre entre intuition

et rigueur, que ce livre nous fait parcourir d'un bon pas — *andante* — un joli chemin à travers les bases de l'informatique.

Ce livre sera sans aucun doute une grande aide dans la mise en place de la spécialité NSI. Remercions les auteurs pour cette précieuse contribution, et souhaitons à tous les enseignants et à tous les élèves de la spécialité NSI bien des satisfactions et bien des succès dans leur découverte et leur transmission de la pensée informatique.

Xavier Leroy

Professeur au Collège de France,  
chaire de sciences du logiciel

# Avant-propos

**À qui s'adresse cet ouvrage ?** Cet ouvrage s'adresse autant à l'enseignant qu'à l'élève. Un élève de terminale trouvera dans cet ouvrage un rappel du cours, de nombreux exercices pour s'entraîner, ainsi que des encarts pour approfondir certains points. L'enseignant y trouvera un cours structuré pour mener l'enseignement de NSI en classe de terminale, sous la forme de vingt-quatre leçons couvrant tous les points du programme officiel. Chaque leçon prend la forme d'un chapitre, contenant à la fois l'introduction de nouvelles notions et des exercices corrigés. Les leçons peuvent être traitées dans l'ordre, au sens où chacune ne fait appel qu'à des notions introduites dans les leçons précédentes. Il reste possible de traiter beaucoup de leçons dans un ordre différent.

Cet ouvrage fait suite à un premier volume pour l'enseignement de la spécialité NSI en classe de première. Nous y faisons parfois référence (avec la notation [NSI 1<sup>re</sup>, 9.3] pour un renvoi vers la section 9.3, par exemple) mais ces références peuvent être facilement ignorées.

**Style.** On adopte un style de programmation en Python le plus idiomatique possible, mais tout en restant relativement simple. En particulier, on s'interdit d'utiliser des concepts et notations introduits dans des chapitres ultérieurs, ce qui rend parfois le code un peu plus lourd qu'il ne pourrait être.

**Exercices.** Cet ouvrage contient de nombreux exercices, regroupés à chaque fois en fin de chapitre. Les exercices sont tous corrigés, les solutions étant regroupées à la fin de l'ouvrage. Pour chaque exercice, il existe le plus souvent de très nombreuses solutions. Nous n'en donnons qu'une seule, avec seulement parfois une discussion sur des variantes possibles. Certains exercices sont plus longs que d'autres et peuvent constituer des séances de travaux pratiques relativement longues voire de petits projets. Des exemples sont le jeu des lemmings (exercice 28 page 65) ou celui de la course de tortues (exercice 29 page 67), la simulation d'attente à des guichets (exercice 69 page 145) ou encore la méthode de Karatsuba (exercice 117 page 231).

**Le site du livre.** Le site <https://www.nsi-terminale.fr/> propose des ressources complémentaires. En particulier, il donne accès au code Python de tous les programmes décrits dans cet ouvrage. Ils pourront ainsi être facilement réutilisés, par exemple dans des séances de travaux pratiques visant à les manipuler ou à les modifier.

**Remerciements.** Nous tenons à remercier très chaleureusement toutes les personnes qui ont contribué à cet ouvrage par leur relecture attentive et leurs suggestions pertinentes, à savoir David Baelde, Lila Boukhatem, Alain Busser, Jérôme Duval, François Fayard, Yann Régis-Gianas, Laurent Sartre. Nous remercions tout particulièrement notre collègue Frédéric Voisin pour sa relecture, de très grande qualité, de presque tous les chapitres de ce livre. De nombreux enseignants de la spécialité NSI de classe de première nous ont fait des retours constructifs et encourageants sur le précédent volume et nous tenons à les en remercier sincèrement. Nous remercions aussi les participants au groupe de discussion national NSI : certaines remarques de ce livre font écho à leurs échanges. Nous sommes reconnaissants à Corinne Baud et Anne Laure Tedesco, des éditions Ellipses, pour la confiance qu'elles nous ont accordée et leur réactivité. Nous remercions également Didier Rémy pour son excellent paquet `LATEX exercise`. Enfin, nous sommes très honorés que Xavier Leroy ait accepté de préfacier cet ouvrage et nous le remercions vivement.

# Table des matières

<b>Préface .....</b>	<b>III</b>
<b>Avant-propos .....</b>	<b>V</b>
<b>I Programmation .....</b>	<b>1</b>
1 Récursivité.....	3
2 Modularité .....	19
3 Programmation objet .....	45
4 Mise au point des programmes.....	71
5 Programmation fonctionnelle .....	89
<b>II Algorithmique .....</b>	<b>105</b>
6 Listes chaînées .....	107
7 Piles et files .....	127
8 Arbres binaires .....	147
9 Arbres binaires de recherche .....	157
10 Autres structures arborescentes .....	173
11 Graphes .....	189
12 Parcours en profondeur et en largeur .....	207
13 Diviser pour régner .....	221

14 Programmation dynamique .....	233
15 Recherche textuelle .....	249
16 Calculabilité .....	263
<b>III Bases de données .....</b>	<b>283</b>
17 Modèle relationnel .....	285
18 Bases de données relationnelles .....	297
19 Requêtes SQL et mises à jour .....	309
20 Systèmes de Gestion de Bases de Données .....	329
<b>IV Architectures matérielles, systèmes d'exploitation et réseaux.....</b>	<b>345</b>
21 Circuits intégrés .....	347
22 Gestion des processus et des ressources .....	359
23 Protocoles de routage .....	383
24 Sécurisation des communications .....	405
<b>Solutions des exercices .....</b>	<b>427</b>
<b>Index.....</b>	<b>507</b>