

INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

L'enseignement de l'informatique en France

Il est urgent de ne plus attendre

Rapport de l'Académie des sciences - Mai 2013

Rapport de l'Académie des sciences

L'enseignement de l'informatique en France

Il est urgent de ne plus attendre

MAI 2013

Préambule

Ce rapport sur l'enseignement de l'informatique a été préparé par un groupe de travail de l'Académie des sciences dans le cadre de son Comité sur l'enseignement des sciences. Il a été présenté le 6 mars 2013 au Comité restreint de l'Académie (Comité composé des membres du Bureau de l'Académie, des délégués des sections de l'Académie et de membres élus par l'assemblée plénière) puis, sur avis favorable de celui-ci, le 9 avril 2013 à son Comité secret (assemblée plénière des membres de l'Académie des sciences).

Le rapport traite de la place de l'informatique dans les enseignements primaire et secondaire, ainsi que de la formation de leurs professeurs. Il évoque également brièvement l'enseignement supérieur (classes préparatoires et universités), sujet qui méritera de plus amples développements.

Le groupe de travail est composé d'académiciens, de chercheurs et d'enseignants : Serge Abiteboul (académicien, Inria), Jean-Pierre Archambault (association EPI, Enseignement public & informatique), Christine Balagué (Institut Télécom), Georges-Louis Baron (université René-Descartes, Paris), Gérard Berry (académicien, Collège de France), Gilles Dowek (Inria), Colin de la Higuera (SIF - Société informatique de France - et université de Nantes), Maurice Nivat (académicien), Françoise Tort (École normale supérieure de Cachan), Thierry Viéville (Inria). Gérard Berry en assure la présidence et Gilles Dowek le secrétariat.

Merci aux académiciens Marie-Lise Chanin (CNRS), Jean-Pierre Demailly (université Joseph-Fourier, Grenoble), Pierre Encrenaz (Observatoire de Paris), Jean-Pierre Kahane (université Paris-Sud), Pierre Léna (université Paris-Diderot), Odile Macchi (CNRS) et Alain-Jacques Valleron (université Pierre-et-Marie-Curie, Paris), ainsi qu'à Michèle Artigue (université Paris-Diderot) et Jean-Pierre Raoult (université Paris-Est), pour leurs commentaires et contributions après réception de versions préliminaires du rapport. Il faut toutefois noter que la contribution d'un expert à la réalisation de ce rapport n'entraîne pas nécessairement son adhésion à toutes ses conclusions.

Table des matières

Résumé 3
Recommandations 5
Décider d'enseigner la science informatique 5
Programmes 5
Formation des enseignants 6
Contexte et positionnement de ce rapport 7
La nature et les impacts de l'informatique 10
Les finalités de l'enseignement de l'informatique 13
Préparer les citoyens 15
Un contexte favorable 16
Quelques principes généraux 17
Esquisse d'un curriculum 19
Trois modes d'apprentissage 19
L'école maternelle et l'école primaire : la découverte 20
Le collège : l'acquisition de l'autonomie 23
Le lycée : consolider les savoirs et le savoir-faire 25
Après le bac : préparer à tous les métiers liés au numérique 26
Le développement professionnel dans tous les métiers 27
La formation et le statut des enseignants 27
L'école 28
Le collège 28
Le lycée 28
L'enseignement de l'informatique dans le monde 30
Aperçu de la situation actuelle en Europe 31
L'exemple du Royaume-Uni 31
L'exemple de l'Allemagne 32
Bref aperçu sur la situation dans le reste du monde 33
Synthèse 33

Résumé

L'impact considérable de l'informatique dans un nombre toujours croissant de domaines de l'industrie, de la communication, des loisirs, de la culture, de la santé, des sciences et de la société en général est universellement reconnu. On parle désormais d'un « monde numérique » au sens large, qui s'appuie sur deux grands leviers, celui des matériels informatiques et celui de la science informatique.

L'informatique

- Le développement du numérique est intimement lié aux progrès de l'informatique, qui est devenue une science autonome avec ses formes de pensée spécifiques. Si les objets et applications numériques évoluent à allure soutenue, la science informatique reste fondée sur un ensemble stable et homogène de concepts et de savoirs.
- Nombre des progrès technologiques les plus marquantes de ces dernières années sont des produits directs de l'informatique : moteurs de recherche et traitement de très grandes masses de données, réseaux à très large échelle, informatique sûre embarquée dans les objets, etc.
- De par l'universalité de son objet, la science informatique interagit de façon étroite avec pratiquement toutes les autres sciences. Elle ne sert plus seulement d'auxiliaire de calcul, mais apporte des façons de penser nouvelles.

La situation actuelle

- L'informatique est d'une importance toujours grandissante en termes de création de richesses et d'emplois dans le monde, que ce soit directement dans l'industrie informatique ou dans des domaines grands utilisateurs comme l'aéronautique, l'automobile et les télécommunications.
- L'Europe et la France en particulier accusent un important retard conceptuel et industriel dans le domaine par rapport aux pays les plus dynamiques, comme les Etats-Unis et certains pays d'Asie. Ce retard est en partie lié aux carences de l'enseignement de l'informatique, resté longtemps au point mort ou réduit à l'apprentissage des seuls usages de produits de base. Un enseignement aussi limité ne saurait permettre de faire basculer notre pays de l'état de consommateur de ce qui est fait ailleurs à celui de créateur du monde de demain.
- La prise de conscience de la nécessité d'un enseignement d'informatique en tant que discipline scientifique s'accroît : spécialité Informatiques et sciences du numérique (ISN) en terminales scientifiques à la rentrée 2012, généralisée à toutes les terminales à la rentrée 2014, etc. La feuille de route du numérique présentée par le gouvernement en mars 2013 insiste sur l'apprentissage des usages et sur le rôle du numérique en pédagogie, mais déclare aussi explicitement l'importance d'un enseignement de science informatique. On assiste à une prise de conscience semblable dans d'autres pays européens.
- Les circonstances sont très favorables à l'introduction d'un véritable enseignement de l'informatique : pression de l'industrie en manque de personnel bien formé en informatique, attirance naturelle des élèves pour le numérique qui fait partie de leur environnement de tous les jours, possibilité de décliner les exemples d'applications dans des domaines très variés et attirants, excellente adaptation à l'enseignement en ligne qui se développe partout, développement d'une meilleure compréhension de ce qu'un curriculum doit inclure dans ce domaine avec participation des chercheurs.

L’enseignement de l’informatique

- L’enseignement doit s’adresser d’une part à tous les citoyens, pour qu’ils comprennent les mécanismes et façons de penser du monde numérique qui les entoure et dont ils dépendent.
- Il doit s’adresser d’autre part de façon plus approfondie à tous ceux qui auront à créer, adapter ou simplement bien utiliser des applications ou objets de nature informatique, quels que soient leurs domaines d’activité.
- Un soin particulier doit être apporté à le rendre attirant pour les deux genres, le milieu informatique restant encore trop majoritairement masculin.
- Il peut et doit être commencé dès le primaire, par une sensibilisation aux notions d’information et d’algorithme, possible à partir d’exemples très variés dans le style de La main à la pâte. Il doit être approfondi au collège et au lycée.
- On pourra y distinguer trois phases principales :
    1. La *sensibilisation*, principalement au primaire, qui peut se faire de façon complémentaire en utilisant des ordinateurs ou de façon « débranchée » ; un matériau didactique abondant et de qualité est d’ores et déjà disponible.
    2. *L’acquisition de l’autonomie,* qui doit commencer au collège et approfondir la structuration de données et l’algorithmique. Une initiation à la programmation est un point de passage obligé d’activités créatrices, et donc d’autonomie.
    3. Le *perfectionnement*, qui doit se faire principalement au lycée, avec un approfondissement accru des notions de base et des expérimentations les plus variées possibles.

La formation des enseignants

- La formation des enseignants est une priorité absolue. La feuille de route du gouvernement propose une formation massive d’enseignants aux usages du numérique, mais ne précise encore rien sur leur formation à l’informatique. Ce chantier doit être défini et entrepris au plus tôt.
- Pour les professeurs des écoles, amenés à sensibiliser les élèves à la science informatique, l’enseignement des concepts et des exemples de base devrait prendre la forme d’un module dédié dans les ESPE (Écoles supérieures du professorat et de l’éducation) nouvellement créées.
- Pour les professeurs de Collège et Lycée, l’Académie recommande fortement des qualifications et des modes de recrutement alignés sur ceux des autres disciplines de l’enseignement secondaire, eux-mêmes susceptibles d’évoluer comme l’Académie l’a déjà recommandé.
- Tous les enseignants devront être formés à l’impact de l’informatique dans l’évolution de leur discipline : la simulation dans les sciences expérimentales, l’usage de bases de données en histoire ou géographie, l’analyse de textes en littérature, la traduction automatique, la création artistique, etc.

Recommandations

Pour toutes ces recommandations, le mot informatique désigne les concepts, la science et la technique de l'informatique, comme expliqué dans le rapport complet, et ne se limite donc pas à la simple utilisation de matériels et logiciels.

Décider d'enseigner la science informatique

La décision essentielle à prendre est de mettre en place un enseignement de science informatique depuis le primaire jusqu'au lycée, orienté vers la compréhension et la maîtrise de l'informatique, et dépassant donc largement les seuls usages des matériels et logiciels. Cette mise en place ne doit plus être différée.

Pour la réaliser, il sera souhaitable de procéder, sur chacun des points, à une expérimentation d'échelle suffisante et de durée suffisamment brève, accompagnée solidement et dont l'extension fera l'objet d'une stratégie pluri-annuelle.

Programmes

Primaire :

- Dans les programmes de l'école primaire, inclure une initiation aux concepts de l'informatique. Mêler dès ce niveau des activités branchées et débranchées.

Collège :

- Introduire un véritable enseignement d'informatique, qui ne soit pas noyé dans les autres enseignements scientifiques et techniques, mais développe des coopérations avec ceux-ci dans une volonté d'interdisciplinarité.

Lycée :

- Proposer un enseignement obligatoire d'informatique en seconde.
- Rendre obligatoire l'enseignement d'informatique en première et en terminale S, sans exclure une option de spécialité plus approfondie en terminale.
- Proposer un enseignement facultatif d'informatique en première et terminale L et ES.
- Continuer et développer l'enseignement d'informatique dans les séries techniques et professionnelles.
- Étudier l'équilibrage horaire des disciplines requis par l'introduction de l'informatique, avec d'une part un horaire spécifique d'informatique, et d'autre part la prise en compte de contenus informatiques au sein des autres disciplines et de leurs programmes.

Un équilibrage inventif des disciplines ne peut être du ressort de ce seul rapport, mais il ne doit pas servir d'alibi à un nouveau retard à l'introduction de l'informatique, qui serait fortement préjudiciable à notre pays et aussi à notre système éducatif dans son ensemble.

Supérieur :

- Pour les CPGE (classes préparatoires aux grandes écoles), augmenter le volume horaire dédié à l'enseignement d'informatique. Le volume actuellement proposé de deux heures en première année et une heure en seconde année ne saurait suffire à couvrir les besoins culturels et professionnels des étudiants de ces classes
- Développer des cours spécifiques de culture informatique pour tous les étudiants des cycles

licence et maîtrise, en particulier ceux qui se destinent à l'enseignement.

Formation des enseignants

- Inclure l'informatique dans la formation initiale des professeurs des écoles, et former les professeurs en activité par un développement professionnel volontariste afin que tous puissent initier leurs élèves à cette discipline.
- Au collège aller vers un enseignement d'informatique spécifique, assuré par des professeurs ayant une exigence de niveau et de diplôme identique à celle des autres sciences au Collège.
- Recruter des enseignants de discipline informatique au lycée ayant une exigence de niveau et de diplôme identique à celle des autres sciences au Lycée.
- Concevoir une intégration de l'informatique dans les enseignements disciplinaires traditionnels, aussi bien dans les humanités que dans les sciences.