

Rapport de la SIF sur la Formation des Enseignants d'ISN

Société informatique de France

Résumé

L'Informatique (et les Sciences du Numérique) a été introduite en Terminale S en septembre 2012 en tant qu'enseignement de spécialité. L'enseignement a été effectué par des professeurs venant d'autres disciplines qui, sur la base du volontariat, ont accepté de suivre des formations organisées au sein des différentes académies. Lors de plusieurs journées de travail, via des enquêtes et des discussions, il a été procédé aux premières évaluations de ces formations et de la situation actuelle. Si la pérennité de l'ISN est dorénavant assurée, les modalités de formation des enseignants doivent maintenant être questionnées.

Avertissement préliminaire

Ce rapport est écrit entre avril et juin 2013 par un groupe de travail de la Société informatique de France suite à un ensemble de discussions et d'auditions menées entre février et mai 2013. Les rédacteurs du rapport tiennent à préciser que même si à plusieurs reprises il sera question de critiques envers tel ou tel mécanisme ou envers les conséquences de décisions prises, on ne soulignera jamais assez le succès que représente l'introduction d'ISN, et que ce succès est d'abord dû au travail de personnes qui ont œuvré pour cela :

- les Inspecteurs d'académie - inspecteurs pédagogiques régionaux (IA-IPR) qui sous l'impulsion d'inspecteurs généraux de l'éducation nationale (IGEN) particulièrement pugnaces ont recruté et permis la formation des enseignants du secondaire volontaires pour enseigner l'ISN ;
- ces enseignants d'ISN dont le dévouement, les qualités pédagogiques et la fantastique envie d'apprendre ont pu faire tomber de nombreuses barrières ;
- les enseignants formateurs qui dans les académies ont patiemment contribué à former leurs collègues de lycée.

Nous souhaitons que les critiques décrites dans ce rapport puissent servir à améliorer la situation, à corriger les difficultés de démarrage, à permettre un passage à l'échelle, à obtenir une équité territoriale pour une discipline dont les premiers enseignants sont déjà actifs.

1 Le contexte

L'Informatique (et les Sciences du Numérique, ISN) est enseignée au lycée depuis septembre 2012 en tant que spécialité de terminale S¹. Cet enseignement donne lieu à une épreuve au baccalauréat². Il est déjà prévu que l'ISN soit introduite en tant qu'option dans les autres séries du baccalauréat. Les enseignants d'ISN, lorsqu'ils ont été formés, l'ont été par le biais de la formation continue, dispensée dans les différentes académies, la plupart du temps grâce aux efforts conjugués du Rectorat et des Universités.

Les 11 et 12 avril 2013 a eu lieu à Nancy la première rencontre d'envergure permettant aux différents acteurs de l'ISN de se rencontrer : Madame la Rectrice de l'Académie de Lorraine, par sa présence, a montré l'importance de l'événement dont la Société informatique de France (SIF)³ était un des organisateurs. Une présentation détaillée de ces journées peut être trouvée sur le site de l'évènement⁴. Ce rapport se base sur les différentes analyses qui y ont été effectuées, mais aussi sur les présentations faites lors des journées de la SIF à Nice en février 2013⁵.

2 L'enseignement de la science informatique au lycée

2.1 Les raisons de son introduction

Il ne s'agit pas ici de rappeler l'ensemble des éléments de réflexion qui justifient la réintroduction d'un enseignement d'informatique au lycée. Un rapport de l'Académie des sciences⁶ publié en mai 2013 explique notamment pourquoi "il est urgent de ne plus attendre". Des réflexions similaires ont donné lieu à des décisions analogues, voire plus poussées, dans d'autres pays : c'est le cas en particulier du Royaume-Uni.

Il nous paraît cependant important de rappeler quelques points :

1. http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=57572
2. http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=57489
3. <http://www.societe-informatique-de-france.fr>
4. <http://www.societe-informatique-de-france.fr/journeePedago/>
5. <http://www.societe-informatique-de-france.fr/congres/>
6. http://www.academie-sciences.fr/activite/rapport/rads_0513.pdf

- Les besoins de notre industrie sont maintenant connus et analysés (par exemple dans les documents issus du séminaire interministériel sur le numérique du 27 février 2013⁷). Il manque chaque année plus de 3.000 spécialistes au niveau BAC+5. Dans le même ordre d'idées les récentes annonces de création d'une école d'informatique, faites par Monsieur Xavier Niel, correspondent à un besoin clairement identifié d'informaticiens. Aux États-Unis, le *Bureau of Labor Statistics* vient de publier un article indiquant que sur les 10 prochaines années 62% des emplois liés à la Science seront dans le domaine de l'informatique⁸.
- La science informatique a bouleversé chacune des disciplines scientifiques, non seulement dans leurs usages, mais en profondeur dans leur nature même. Elle autorise de nouveaux procédés, de nouveaux modèles, de nouvelles méthodes⁹. Les futurs scientifiques doivent dès à présent prendre en compte cette nouvelle dimension de leur science.
- Une culture informatique, au-delà d'une maîtrise des usages, est nécessaire à tous les professionnels pour leur permettre non seulement de dialoguer efficacement avec leurs collègues informaticiens, mais aussi de prendre le recul nécessaire face à leur outil de travail^{10, 11}.
- Mettre la science informatique à portée de tout citoyen est un enjeu crucial : qui peut encore croire que, dans une société imprégnée de "numérique", il serait suffisant d'être formé aux seuls usages ? L'informatique, science au cœur du "numérique", bouleverse notre rapport même au monde et notre manière de penser. La notion d'information découplée du support matériel remet en cause les définitions mêmes d'objet, de propriété. La connexion aux réseaux questionne notre définition de localisation géographique¹². La persistance de l'information introduit de nouveaux périmètres à notre vie privée. Enseigner l'informatique à tous est devenu un enjeu primordial afin de procurer à tout citoyen les clés scientifiques qui permettent de comprendre et de participer aux évolutions de la société. À titre de comparaison, lorsqu'il s'agit de préparer le futur citoyen aux enjeux de la santé publique, l'état ne

7. <http://www.publicsenat.fr/lcp/politique/num-rique-18-propositions-une-vraie-conscience-des-enjeux-345350>

8. http://sciencecareers.sciencemag.org/career_magazine/previous_issues/articles/2013_03_25/caredit.a1300053

9. http://www.lesechos.fr/21/01/2013/LesEchos/21358-049-ECH_plus-de-sciences-sans-informatique.htm

10. http://www.lemonde.fr/sciences/article/2012/12/06/contre-l-illettrisme-numerique-en-entreprise_1801258_1650684.html

11. <http://www.leparisien.fr/high-tech/outr-la-fibre-litteraire-les-journalistes-devront-ils-avoir-la-bosse-des-maths-02-05-2013-2773763.php>

12. <http://www.lefigaro.fr/sciences/2012/04/20/01008-20120420ARTFIG00572-1-informatique-modifie-t-elle-notre-maniere-de-penser.php>

se limite pas à taxer les cigarettes ou à mener des campagnes d'information sur les dangers d'une mauvaise alimentation : depuis longtemps, des cours de Sciences de la Vie et de la Terre, obligatoires dès le collège, permettent de comprendre la reproduction sexuée, le fonctionnement de l'appareil respiratoire, les bases des systèmes immunitaires, ... et d'influer sur le comportement de chacun en connaissance de cause.

- Enfin, les raisonnements mis en jeu en informatique, s'ils présentent des similitudes avec ceux développés en mathématiques et dans d'autres disciplines scientifiques, font néanmoins appel à des capacités différentes ; on parle parfois de pensée informatique, pensée computationnelle. Des expérimentations montrent aujourd'hui qu'un travail sur les algorithmes de résolution de problèmes sont plus efficaces pour apprendre à résoudre directement les problèmes que l'apprentissage direct d'une méthode de résolution.

Ainsi, plusieurs analyses, ainsi que le début d'expérimentation d'ISN, montrent que des jeunes en situation d'échec scolaire peuvent, grâce à l'informatique, retrouver le chemin des études et donc d'une insertion professionnelle et sociale.

2.2 Le contexte historique

La France a une longue expérience en matière d'enseignement de l'informatique dans l'enseignement secondaire général. Elle s'enracine dans le séminaire de l'OCDE (Sèvres, mars 1970)¹³ qui déclarait dans ses conclusions : "L'introduction d'un enseignement de l'informatique dans l'enseignement du second degré est apparu comme indispensable aux participants". Les formations "lourdes" des enseignants qui en ont découlé ont notamment permis la création dès la rentrée 1981-82 dans l'académie de Paris-Créteil-Versailles d'une option expérimentale¹⁴ pilotée par Jacques Arsac (rentrée 82 en première, rentrée 83 en terminale). Cette option fut généralisée en 1985 avec la première épreuve au bac en 1988¹⁵.

Sa suppression en 1992¹⁶ pour de mauvaises raisons (il s'agissait en fait de récupérer des postes d'enseignants de mathématiques, faute d'avoir formé les enseignants spécifiques nécessaires) fit perdre au pays une expérience précieuse et un potentiel humain considérable.

Rétablie en 1995, elle fut à nouveau supprimée en 1998. Toujours pour la même raison, le manque d'enseignants d'informatique. Le ministère ne souhaitant pas s'engager dans ces formations indispensables à la création d'une discipline, préfère

13. Historique EPI : http://www.epi.asso.fr/revue/histo/h11epi_jb.htm

14. http://www.epi.asso.fr/revue/histo/h10oi_jb1.htm

15. http://www.epi.asso.fr/revue/histo/h10oi_jb2.htm

16. http://www.epi.asso.fr/revue/histo/h10oi_jb3.htm

l'approche de "l'outil informatique" dans les différentes disciplines existantes. Approche qui n'en finit pas de décoller malgré les efforts d'un nombre trop réduit d'enseignants.

Grâce aux actions conjuguées de l'EPI, du groupe ITIC-EPI-SPECIF, d'Inria, de plusieurs personnalités du monde informatique (Gérard Berry, Serge Abiteboul, Maurice Nivat, Gilles Dowek, Thierry Viéville, ...), sans oublier l'inspecteur général Robert Cabane, fut obtenue la création d'un enseignement de spécialité ISN pour les élèves de terminale S à la rentrée 2012¹⁷. La Société informatique de France (SIF) joue un rôle important dans la mise en place de cet enseignement de spécialité.

Alors qu'en 1992, l'option informatique était ouverte dans 50% des lycées de la seconde à la terminale, 20 ans après, l'ISN, limitée aux seuls élèves de terminale, concerne environ 700 établissements sur quelques 3.000.

2.3 Une très brève comparaison internationale

La comparaison internationale n'est pas aisée : les situations sont très différentes entre pays développés et pays en voie de développement, entre pays à forte centralisation et pays plus décentralisés. On trouvera dans le rapport de l'Académie des sciences¹⁸ une étude plus approfondie.

Lors des journées de Nancy, deux exposés ont permis de mieux comprendre la situation : celui de Françoise Tort¹⁹ décrit la situation et l'historique dans différents pays. Brice Canvel²⁰ témoigne de la situation en Suisse.

Des comparaisons effectuées avec les pays comparables avec la France, il ressort cependant l'impression d'un retard inquiétant : la question ailleurs semble être "à quel âge faut-il enseigner à programmer ? 12 ou 14 ans ?".

L'importance de la formation des enseignants dans les autres pays est également mise en exergue dans le rapport de l'Académie des sciences qui identifie comme nécessaire « *la mise en place d'une formation solide des enseignants ou le recrutement d'enseignants possédant une qualification en informatique de niveau licence. Dans plusieurs pays, un relatif échec des enseignements plutôt orientés "TIC" a résulté du manque de formation des enseignants (voir notamment l'encadré consacré au Royaume-Uni). Les pays ayant créé un enseignement de science informatique, comme Israël, ont porté un effort important sur la formation et/ou le recrutement d'enseignants qualifiés.* »

17. https://wiki.inria.fr/sciencinfolycee/Les_principaux_objectifs_pedagogiques

18. http://www.academie-sciences.fr/activite/rapport/rads_0513.pdf

19. http://www.loria.fr/~debled/DocumentsJourneesSIF_ISN/1am-Tort.pdf

20. http://www.loria.fr/~debled/DocumentsJourneesSIF_ISN/1AM-canvel.pdf

3 Une analyse de la situation en juin 2013

3.1 Une analyse quantitative

3.1.1 Quelques chiffres concernant l'introduction d'ISN

L'enseignement de spécialité ISN a été introduit en septembre 2012 en classe de terminale scientifique. Rappelons qu'il s'agit d'une spécialité au choix parmi quatre pour les élèves. À la rentrée 2012, la spécialité ISN a été proposée dans près de 30% des lycées (publics, privés confondus). Autour de ce pourcentage moyen, il apparaît de fortes disparités entre les académies (d'à peine plus de 10% à près de 60% d'ouverture), et même entre les départements.

Environ 10.000 élèves ont choisi ISN, soit environ 10% des élèves de terminale (dont près de 3.000 sur les 7.000 élèves de la filière SI, sciences de l'ingénieur alors que l'enseignement de spécialité est facultatif pour ces élèves). Parmi ces 10.000 élèves, on note (seulement) 2.000 filles.

L'effectif d'un groupe d'ISN se situe majoritairement dans l'intervalle de 8 à 16 élèves avec un pic à 12 élèves.

Une comparaison avec l'année 2011 peut donner quelques indications sur les préférences des élèves en terme de choix de spécialité. Nous distinguons les élèves de terminale S-SI et les élèves de terminales S-SVT. Les données sont fournies pour les seuls élèves à qui la spécialité ISN a été proposée.

En 2011, 56% des élèves de TS-SI n'avaient pas choisi de spécialité. Cette proportion tombe à 28% en 2012, pour 33% d'élèves ayant choisi ISN. Les proportions des autres spécialités restent stables (23,4% à 21,9% pour mathématiques, 19,8% à 16,8% pour physique-chimie).

En 2012, 11% des élèves de TS-SVT ont choisi la spécialité ISN. En comparaison à l'année précédente, ce choix s'est fait au détriment de la spécialité physique-chimie (en baisse de 37,6% en 2011 à 30,3% en 2012), les autres spécialités étant moins impactées (la spécialité mathématiques passe de 21,8% à 19,2%, la spécialité SVT de 40,9% à 39,8%). Ces moyennes nationales de choix des élèves souffrent de peu de variation d'une académie à l'autre, à l'exception des DOM-TOM où la spécialité ISN est plus prisée.

3.1.2 Quelques chiffres concernant la formation des enseignants d'ISN

Pour les journées de Nancy, un questionnaire a été élaboré afin d'obtenir un aperçu au niveau national des actions de formation académiques. Ce questionnaire a été rempli par 29 universitaires responsables de la mise en place de la formation ISN ainsi que par 27 IPR en charge de la spécialité dans leur académie.

La première constatation est une grande disparité du nombre d'heures de formations proposées : 200 heures de formation en présentiel sur 2 ans dans deux

académies, 3 jours de formation dans d'autres académies avec un tutorat à distance, et parfois même une absence totale de formation. Ces écarts sont dus aux moyens mis en œuvre pour les formations dans les académies. Un nombre d'heures conséquent résulte généralement d'un partenariat réussi entre université et rectorat. Une poursuite de la formation en deuxième année est proposée dans 17 des académies avec, ici aussi, un contenu et un volume horaire très variables.

Selon les réponses obtenues, environ 1.460 enseignants ont reçu une formation. Seule l'académie de Grenoble propose un Diplôme Universitaire aux enseignants formés. Dans l'académie de Versailles, à l'issue de la formation, les enseignants peuvent intégrer le parcours informatique de la troisième année de licence.

Les habilitations provisoires ont été délivrées de manière très différentes selon les académies allant de l'élaboration d'un dossier où l'enseignant déclare avoir quelques compétences en informatique à la présentation d'un projet à la fin de chaque année de formation ou encore le passage d'épreuves écrites.

Enfin, les premiers chiffres correspondant à l'origine thématique des professeurs d'ISN fait ressortir le fait que ce sont pour moitié des professeurs de mathématiques (49%), pour 22% des professeurs de physique-chimie et pour 26% des professeurs de sciences et technologies industrielles.

3.2 Une analyse qualitative

3.2.1 Enseigner l'Informatique est une réussite

Le premier constat qu'il est important de rappeler ici est que l'introduction de l'Informatique et des Sciences du Numérique en septembre 2012 est, sous bien des aspects, une réussite. Un certain nombre de raisons peuvent expliquer cela.

- Un programme intéressant et motivant, élaboré nationalement²¹ : il couvre de nombreux aspects permettant d'étudier les technologies du numérique à travers une approche disciplinaire.
- Des enseignants passionnés : la plupart des enseignants de la spécialité ISN se sont portés volontaires pour assurer cet enseignement. Et, on peut estimer que leur adhésion est également un argument fort en faveur du programme proposé. Il est important de noter que les qualités spécifiques des volontaires de la première heure fait que malgré la faiblesse en volume de la formation, on peut estimer que ces enseignants sauront, par leur travail et leur passion, enseigner l'informatique, se maintenir à jour des connaissances futures et être des piliers sur lesquels le développement de la discipline pourra s'appuyer.
- Des élèves motivés : ce constat semble partagé par les enseignants d'ISN du secondaire ; plusieurs exemples de cas d'élèves travaillant la matière au-delà de ce qui est habituel ont été rapportés. À titre d'illustration, un enseignant

21. http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=57572

indiquait avoir reçu un mail d'une élève concernant un point de programmation un samedi à 22 heures !

- Le développement d'une pédagogie par projets : c'était un objectif, c'est devenu une réalité. Cette approche a donné lieu à de nombreux échanges entre élèves et a favorisé le partage de ressources entre enseignants.
- Le frémissement d'un esprit BAC-3/BAC+3 : ceci reste un objectif (très clairement identifié par Madame la Rectrice de l'Académie de Lorraine, en particulier). La formation des enseignants du secondaire à la science informatique par leurs collègues universitaires a permis d'initier ou de renforcer des liens. Et il apparaît plus que jamais nécessaire de voir collaborer les équipes pédagogiques des lycées et des premiers cycles universitaires. On peut, en la matière, s'inspirer d'exemples d'autres pays (par exemple les Pays-Bas et Israël).

3.2.2 L'introduction d'ISN inégalitaire ?

Malheureusement, cette analyse très positive doit être relativisée. D'énormes différences ont été constatées dans la formation des enseignants sur le territoire. Cette disparité territoriale était sans doute une nécessité : il n'a été possible d'introduire l'ISN que parce que les uns et les autres ont trouvé des solutions adaptées aux caractéristiques de chaque académie en avançant au rythme des contraintes et possibilités des territoires.

Mais cela a résulté en un nombre d'heures de formation allant de 0 à 200, sur des formations qui reposent dans certains cas sur une collaboration positive avec l'université, dans d'autres sur des mécanismes internes.

Ces disparités au niveau de la formation des enseignants sont prolongées par des disparités sur le terrain. Ainsi, des retours indiquant une certaine angoisse des enseignants devant le peu d'avance qu'ils peuvent avoir sur les élèves, ou même la demande des enseignants d'une formation centrée sur l'étude de certaines progressions, sont des indicateurs d'un niveau qui peut être insuffisant au vu des objectifs à atteindre.

Enfin, et nous reviendrons sur ce point plus tard, les expériences des uns et des autres concernant l'habilitation sont contrastées, et on peut tout à fait penser que ce qui permettra d'obtenir l'habilitation dans une académie ne le permettra pas dans une autre.

3.2.3 Le niveau atteint

Il est difficile de mesurer le niveau réellement atteint par les personnes formées et, là encore, force est de constater une grande disparité entre les académies.

Dans les cas les plus favorables, lorsque les enseignants du secondaire ont pu

bénéficier d'un cycle de formation comportant un volant d'heures important en présence de formateurs compétents, il a été estimé qu'ils avaient atteint un niveau de deuxième année de licence en informatique.

Ainsi, l'Académie de Versailles, qui fait partie des pionnières en matière de formation, a proposé aux enseignants ayant suivi les formations ISN d'être dispensés des deux premières années de licence : ceux-ci ont le droit de s'inscrire directement en troisième année de Licence informatique.

4 L'enseignement de l'informatique : une question de bonne volonté ?

4.1 Le cas des CPGE

La rénovation des programmes de CPGE qui sera mise en place à la rentrée 2013 introduit un enseignement d'informatique dans toutes les filières des classes préparatoires scientifiques. Naturellement, le contenu de cet enseignement est plus large que celui d'ISN.

Nous sommes bien face au déploiement et à la généralisation de l'enseignement d'une nouvelle discipline : l'informatique.

Cependant, les enseignements d'informatique seront assurés par les enseignants des classes préparatoires des autres disciplines, formés cette année à l'informatique. Cette formation continue, typiquement de deux ou trois jours, est proposée par les Écoles d'ingénieurs qui accueilleront les futurs étudiants de CPGE.

Ici encore, le volontarisme, l'engagement de chacun, permettront la mise en place d'un enseignement d'une nouvelle discipline quasiment sans moyens. Quelle autre discipline est enseignée dans de telles conditions ?

4.2 La délicate question de l'habilitation

Dès les premières réunions de mise en place de la formation, la question de l'habilitation posait problème. Pour la plupart des acteurs, une accréditation des enseignants était nécessaire de façon à permettre à des personnes formées autrement de ne pas avoir à suivre la formation ISN, mais aussi afin d'éviter que l'informatique soit mal enseignée. Mais les difficultés du processus étaient connues dès le démarrage. Deux ans plus tard, les mêmes arguments sont mis en avant : comment demander à des gens qui acceptent de faire des sacrifices financiers²² d'être évalués ? Plus encore, comment gérer la difficile situation dans laquelle un

22. dans certaines académies, le déplacement est à la charge des personnes qui n'ont aucune décharge pour suivre la formation.

collègue de très bonne volonté veut enseigner l'ISN mais n'en a pas du tout acquis les fondements? Ajoutons que pour tout le monde, la non ouverture de la spécialité dans un lycée dans lequel un collègue aura été envoyé en formation sera vécue comme un échec.

Actuellement, il n'y a pas de procédure nationale homogène concernant ces habilitations. Formellement, pour chaque académie, l'habilitation est prononcée par les inspecteurs pédagogiques sur la base d'un bilan de formation de chaque candidat²³. Selon les cas, les collègues formateurs sont interrogés ou pas.

L'analyse faite montre que des disparités très importantes existent, plus encore que dans la qualité de la formation; aucune consigne ne vient normer ce qui est demandé.

4.3 Enseigner l'informatique ou enseigner les progressions ?

Le nombre d'heures réduit de formation, le fait que les enseignants volontaires ne soient pas au départ formés à l'informatique, et la nécessité d'être opérationnel à court terme ont entraîné une demande des enseignants à être formés sur des progressions directement utilisables qu'ils ont des difficultés à concevoir par eux-mêmes. Bien entendu, fournir des matériels pédagogiques exploitables en classe, éléments qui sont difficiles à concevoir sans un certain recul sur la discipline peut faire partie de la formation, mais questionne nécessairement sur la compréhension et maîtrise en profondeur des concepts d'ISN et surtout la nécessaire remise à jour régulière des connaissances.

Si la formation de base des enseignants se situe dans une autre matière, et que les moyens financiers obligent les uns et les autres à faire des choix, n'y a-t-il pas un risque à vouloir apprendre à enseigner l'ISN sans passer par l'apprentissage de l'ISN ?

5 Comment faut-il continuer ?

La question posée concerne la suite. Il s'agit, dans l'analyse qui suit, d'envisager une formation des enseignants qui passe à l'échelle, tant quantitative que qualitative.

L'hypothèse de travail, consistante avec les orientations actuelles, tant en France comme à l'étranger, est que l'enseignement de l'informatique va se développer et que le besoin en enseignants sera en augmentation. La question

23. http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=57998

de la formation des enseignants est donc discutée dans le cadre d'un besoin de *passage à l'échelle*.

Il est également important de réfléchir au niveau à atteindre : l'informatique doit être enseignée comme devrait l'être toute autre discipline : par une personne ayant les capacités à l'enseigner, ce qui passe par celles d'enseigner tout court. Les réformes entreprises mettant au centre du processus de formation des formateurs cette capacité à enseigner doivent donc bien entendu s'appliquer dans le cas de l'informatique.

5.1 Continuer avec la formation continue ?

Nombreux sont les acteurs du présent dispositif à souligner qu'il a atteint les résultats escomptés. Mais de l'avis général, les défauts indiqués ci-dessus ne permettent pas d'asseoir de façon pérenne la discipline. À cela il convient d'ajouter le coût financier de l'effort consenti, ainsi que le fait que ce sont des collègues d'autres disciplines qui sont déjà très impliqués dans leurs lycées qui sont concernés. Sachant en particulier qu'il existe un enjeu concernant la difficulté à couvrir dans les lycées les enseignements de Mathématiques, et qu'environ 50% des enseignants actuels d'ISN proviennent justement des Mathématiques, on peut s'interroger sur l'utilité du dispositif, à terme.

Ajoutons également qu'il ne paraît pas raisonnable de faire reposer l'enseignement de l'ISN en lycée sur des personnes dont le niveau estimé est celui de 2e année de licence dans la discipline.

5.2 Peut-on passer à la formation initiale, sur le même modèle de ce qui a été fait ?

Autrement dit, peut-on former à l'informatique des futurs enseignants d'une discipline autre, de façon à ce que cette personne puisse enseigner ISN au Lycée ? Et cela dans un volume d'enseignement équivalent à celui pratiqué actuellement ?

Notre réponse est clairement négative :

- les raisons du succès de la formation actuelle sont clairement identifiées : qualité des professeurs formés : il s'agit, dans tous les cas positifs relatés, de collègues motivés et expérimentés, qui avaient déjà fait beaucoup de choses. Cette configuration favorable n'existerait bien sûr pas en formation initiale.
- Dans les dossiers d'ESPE ou de Masters d'enseignement qui se préparent actuellement il sera impossible de trouver des volumes horaires suffisants.
- Dans le modèle actuel, les profils sont assez différents (Professeurs de Mathématiques, Physique, Sciences et Techniques de l'Ingénieur, mais aussi Lettres, Italien dans l'Académie de Montpellier). Il faudrait donc un ensei-

gnement dans les différents Masters, ce qui, pour de simples raisons pratiques, s'avère impossible.

Plus encore, nous pensons que le morcellement deviendrait alors inévitable (chaque enseignant n'acquérant que les morceaux correspondant à son cours, c'est-à-dire devenant des spécialistes de *l'enseignement de l'ISN*, et non des spécialistes d'Informatique). Afin d'illustrer ce point, demandons-nous comment peut être enseigné un algorithme donné (par exemple de tri) :

- Un mathématicien formé à l'algorithmique mais pas à l'informatique enseignerait l'algorithme, sa complexité, sa preuve ;
- Un informaticien, en plus, illustrerait l'utilité de l'algorithme dans une variété de contextes allant des bases de données aux systèmes de recommandation en passant par la planification en robotique ou la bio-informatique ;

5.3 L'autoformation

La tentation est grande : peut-on imaginer que les dispositifs hybrides qui ont été mis en place puissent s'automatiser et éviter ainsi les questions de coût liées aux frais de déplacement et/ou aux heures de formation ? N'est-il pas raisonnable de penser que l'informatique, plus que toute autre matière se doit d'être enseignée par l'informatique elle-même ?

Une réponse peut être qu'on n'apprend pas à être professeur de sport en faisant uniquement des tours de stade.

Enfin, il convient ici d'indiquer que des outils *nouveaux* voient leur apparition : les MOOCs²⁴. Mais si ces outils peuvent appuyer une formation initiale, il n'est pas raisonnable de penser qu'ils pourront seuls pallier l'absence d'une formation en profondeur.

Pour des raisons évidentes, l'offre de formation à l'informatique est pionnière à travers les différents mécanismes d'autoformation, mais cette primauté repose le plus souvent sur une compréhension des mécanismes de formation des enseignants que sur des qualités intrinsèques des élèves.

Enfin, rappelons qu'aucune étude ne permet aujourd'hui de penser que l'enseignement de l'informatique soit particulièrement adapté à l'autoformation ou à l'utilisation de MOOCs.

5.4 L'accréditation

Une possibilité qui peut sembler dérisoire est de résoudre le problème à l'envers : une accréditation est définie, indiquant un niveau à atteindre, et les individus par la formation individuelle, les académies par la formation continue ou initiale,

24. http://fr.wikipedia.org/wiki/Cours_en_ligne_ouvert_et_massif

s'efforceraient de permettre à des enseignants d'autres disciplines d'acquérir les notions suffisantes pour enseigner certaines progressions en informatique.

Cette solution (qui malheureusement semble être présente dans une communication qui minimise systématiquement à la fois l'impact et la difficulté de l'informatique) part du principe que l'informatique serait une matière très différente qui n'a donc pas besoin d'enseignants formés en profondeur pour cela.

Il est essentiel de dire que l'accréditation n'est pas une solution en soi. Elle vient éventuellement valider que le niveau des enseignants est celui attendu pour enseigner l'informatique : comme pour toute matière, il importe que ce niveau soit celui d'un BAC+4 ou d'un BAC+5 dans la discipline.

5.5 La création d'un corps d'informaticiens

Si l'informatique doit être enseignée en tant que science, elle ne peut l'être qu'avec des compétences équivalentes à celles nécessaires pour enseigner les autres disciplines. Il convient donc d'avoir obtenu une licence d'informatique, puis, dans un Master d'enseignement spécifique, se préparer à un concours. Ce choix est justifié en particulier par la complexité de la discipline qui s'accommode mal d'un enseignement partiel.

Il s'agit bien ici de proposer de former non pas des informaticiens qui enseigneraient, mais des enseignants de l'informatique. Il existe en effet une didactique spécifique de l'informatique²⁵ pour cette discipline où on apprend en faisant, à travers des démarches pédagogiques participatives (travail par projet, ..). Dans un contexte où la formation des enseignants a vocation à passer d'un mode séquentiel (apprentissage de la discipline, puis de comment l'enseigner) à un mode intégré, l'enseignement de l'informatique peut y jouer un rôle exemplaire et moteur.

5.6 La création d'un corps d'*info-maths*

Une proposition faite par la SIF est que les collègues recrutés pour enseigner l'ISN (aujourd'hui en S, demain dans d'autres sections ou années) aient une seconde compétence en mathématiques. Cette proposition introduit donc un profil *info-maths* (et non maths-info). Cette compétence leur permettrait en particulier d'enseigner les mathématiques au lycée, même s'ils n'auraient pas nécessairement à le faire au niveau de la terminale S. Les avantages de cette solution sont :

- Le vivier des mathématiques est aujourd'hui fragile : le recrutement porterait sur des étudiants titulaires d'une licence d'informatique ; ce vivier est différent de celui des mathématiques.

25. *Informatikunterricht planen und durchführen*, W. Hartmann, M. Näf, et R. Reichert, 2006, Springer-Verlag. Version française, *Enseigner l'informatique*, 2011

- Cette solution peut même aider les mathématiques : les informaticiens qui voudraient devenir enseignants pourraient contribuer à l’enseignement de mathématiques et donc pallier en partie la pénurie de recrutement en Mathématiques.
- Cela peut aider à un rééquilibrage des genres en informatique : une raison pour lesquelles les filles ne choisissent pas l’informatique tient aux profils des métiers qui sont proposés : des métiers présentant des caractéristiques plus sociales, plus humaines (comme l’enseignement) peuvent attirer davantage les filles. Cet argument vaut, naturellement, pour les différentes possibilités de corps envisagées ici.

Il est à noter que cette solution, pour être mise en place, nécessite des aménagements dans le programme des licences d’informatique, qui pourraient alors correspondre aux parcours mixtes ou bidisciplinaires de cette licence.

Il faut préciser qu’un corps de professeurs certifiés ou agrégés en *informatique-mathématiques* obéirait à une logique assez différente à celle d’un corps équivalent en *mathématiques-informatique* :

- Le bassin de recrutement serait la licence d’informatique. Au niveau Master, ce sont 4100 diplômés en informatique contre 1500 en mathématiques que l’on trouve²⁶. Il s’agit donc d’un bassin de recrutement différent et plus large, qui n’a pas encore été concerné par les métiers de l’enseignement, ou seulement de façon marginale.
- Des expériences menées dans d’autres pays montrent que ce bassin existe vraiment, et que la pression de l’industrie n’est pas incompatible avec l’envie de devenir enseignant.
- Ce profil permettrait de profiter d’une exception bien identifiée²⁷ du secteur numérique : le professionnel de l’informatique qui, après une carrière technologique (parfois éprouvante), souhaite se reconverter et partager ses connaissances avec les jeunes dans un métier auquel aujourd’hui il ne peut justement pas accéder.
- Les changements à effectuer en Licence d’informatique seraient utiles à la discipline elle-même.

5.7 La création d’un corps d’*info-X*

Une alternative à la proposition précédente est la création d’un corps d’informaticiens ayant dans tous les cas une vraie seconde compétence. La seconde compétence pourrait être :

26. Enquête 2011 sur l’insertion professionnelle des diplômés.

27. Certains pays ont bâti une stratégie de recrutement particulière vis-à-vis de ce public, avec la participation des entreprises qui sont également intéressées par un dispositif dans lequel leurs cadres peuvent se reconverter en enseignants.

- Mathématiques ;
- Économie-Gestion ;
- Sciences et Techniques de l'Ingénieur.

Cette solution permet de diversifier les recrutements, et d'avoir, dans les lycées, des collègues enseignants avec des profils variés, susceptibles de mieux animer des équipes pédagogiques.

6 Conclusion

Nous ne détaillerons pas dans ce rapport un certain nombre d'éléments qui peuvent répondre aux principales interrogations ; la SIF tient à la disposition du lecteur son analyse, en particulier concernant les points suivants :

- Il suffirait de former quelques spécialistes et de donner une culture des usages aux autres : de nombreux arguments démontrent que ces positions sont un frein à l'innovation.
- Il peut exister une difficulté à recruter des enseignants en informatique à cause des salaires et de la trop forte pression du secteur privé : la SIF travaille sur cette question avec des sociétés savantes en informatique d'autres pays (Pays-Bas, Israël, Royaume-Uni, Turquie, ...). La question est pertinente, mais les autres pays en avance sur la France ont su faire face à cette question et créer un corps d'informaticiens dans l'enseignement secondaire.

L'arrivée de l'enseignement d'ISN dans les lycées est à la hauteur des espérances que l'on était en droit d'avoir. Cette arrivée a été saluée par le rapport récent de l'Académie des sciences qui invite la France à commencer cet enseignement beaucoup plus tôt.

Cet enseignement s'est mis en place sur la base du volontariat. Mais les méthodes de formation des enseignants utilisées jusqu'à présent s'avèrent aujourd'hui incapables de faire face au passage à l'échelle. Les rédacteurs de ce rapport préconisent la création immédiate d'un corps d'enseignants spécifiquement formés, capables d'enseigner l'Informatique (et les Sciences du Numérique) dans l'ensemble des séries et des années. Une possibilité est que ces enseignants soient formés avec une seconde compétence pour pouvoir intervenir, de façon secondaire, dans une autre matière.

Concernant ce rapport

Ce rapport a été rédigé par Sylvie Alayrangues, Jacques Baudé, Isabelle Debled-Rennesson, Colin de la Higuera, Philippe Marquet.

Le 7 juin 2013, il a été approuvé par le Conseil d'administration de la Société informatique de France.