



HAL
open science

Un espace de formation francophone des enseignants, dédié à l'apprentissage de l'informatique, dans le secondaire

Marie-Hélène Comte, Sherazade Djeballah, Maxime Fourny, Sébastien Hoarau, Anthony Juton, Mehdi Khaneboubi, Aurelie Lagarrigue, Thierry Massart, Charles Poulmaire, Violaine Prince, et al.

► **To cite this version:**

Marie-Hélène Comte, Sherazade Djeballah, Maxime Fourny, Sébastien Hoarau, Anthony Juton, et al.. Un espace de formation francophone des enseignants, dédié à l'apprentissage de l'informatique, dans le secondaire. RR-9514, Inria. 2023, pp.15. <hal-04140155>

HAL Id: hal-04140155

<https://inria.hal.science/hal-04140155v1>

Submitted on 26 Jun 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY 4.0 - Attribution - International License



Un espace de formation francophone des enseignants, dédié à l'apprentissage de l'informatique, dans le secondaire

Marie-Hélène Comte, Sherazade Djeballah, Maxime Fourny, Sébastien Hoarau, Anthony Juton, Mehdi Khaneboubi, Aurélie Lagarrigue, Thierry Massart, Charles Poulmaire, Violaine Prince, Stéphane Renouf, Thierry Viéville, Jean-Marc Vincent

**RESEARCH
REPORT**

N° 9514

June 2023

Project-Team : Learning
Lab

ISSN 0249-6399



Un espace de formation francophone des enseignants,
dédié à l'apprentissage de l'informatique, dans le secondaire

Marie-Hélène Comte¹, Sherazade Djeballah¹, Maxime Fourny², Sébastien Hoarau⁴, Anthony Juton⁵, Mehdi Khaneboubi⁶, Aurélie Lagarrigue¹, Thierry Massart³, Charles Poulmaire², Violaine Prince⁸, Stéphane Renouf², Thierry Viéville⁹, Jean-Marc Vincent⁷

Project-Teams Learning-Lab

1 Learning Lab Inria, <https://learninglab.inria.fr> - marie-helene.comte@inria.fr, aurelie.lagarrigue@inria.fr, sherazade.djeballah@inria.fr

2 Éducation Nationale -maxime-simon.fourny@ac-besancon.fr, charles.poulmaire@ac-versailles.fr, stephane-renouf@ac-nice.fr

3 Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique - thierry.massart@ulb.ac.be

4 Université de la Réunion, Saint-Denis, France - seb.hoarau@univ-reunion.fr

5 ENS Paris Saclay - anthony.juton@ens-paris-saclay.fr

6 Université de Cergy-Pontoise, France - mehdi.khaneboubi@u-cergy.fr

7 Université Grenoble Alpes, France - vania.marangozova-martin@imag.fr, jean-marc.vincent@imag.fr

8 Université de Montpellier, France - prince@lirmm.fr

9 Mnémosyne, INRIA, Sophia-Antipolis, France & Laboratoire d'Innovation et Numérique pour l'Éducation (LINE), Université Côte d'Azur, Nice, France - thierry.vieville@inria.fr

Research Report N° 9514 — June 2023 — 16 pages.

Résumé : L'introduction de l'enseignement de l'informatique au lycée va permettre aux prochaines générations de maîtriser et participer au développement du numérique. Le principal enjeu est alors la formation des enseignantes et des enseignants. Nous aidons à relever ce défi en faisant communauté d'apprentissage et de pratique avec l'accueil et l'entraide de centaines de collègues en activité ou en formation et en offrant deux formations en ligne, l'une aux fondamentaux de l'informatique, avec des ressources d'initiation et de perfectionnement l'autre pour apprendre à enseigner par la pratique, en co-préparant les activités pédagogiques des cours à venir, en partageant des pratiques didactiques et en prenant un recul pédagogique, y compris du point de vue de la pédagogie de l'égalité, ceci complété d'initiatives hybrides. Nous en partagerons ici la démarche et l'analyse du point de vue des sciences de l'éducation des premiers résultats obtenus. En matière de recherche, ce que nous présentons ici rentre dans le cadre de ce qui est appelé "recherche action".

Mots clés : Enseignement de l'informatique, Apprentissage de l'informatique, Communauté de Pratiques, Communauté d'Apprentissage.

**RESEARCH CENTRE
BORDEAUX - SUD-OUEST**

351 Cours de la Libération
Bâtiment A29
33405 Talence Cedex France

A French-speaking training platform for teachers,
dedicated to learning computer science, in secondary school

Abstract: The introduction of computer science education in high school will allow the next generations to master and participate in the development of digital technology. The main issue is therefore the training of teachers. We are helping to meet this challenge by forming a community of learning and practice with the welcome and support of hundreds of colleagues in activity or in training and by offering two online training courses, one regarding the fundamentals of computer science, with resources for initiation and improvement the other to learn to teach by doing, by co-preparing the educational activities of the courses to come, by sharing didactic practices and by taking a pedagogical step back, including from the point of view of the pedagogy of equality, supplemented by hybrid initiatives. We will share here the approach and the analysis from the point of view of educational sciences of the first results obtained. In terms of research, what we are presenting here falls within the framework of what is called "research within action".

Key-words: Computer Education, Computer Learning, Community of Practice, Learning Community.

Introduction	6
Contexte et objectifs	6
Position du problème	7
Liens avec la recherche	7
Liens avec des questions de formation et d'enseignement de l'informatique	8
Présentation du contenu de la formation	8
Objectifs de la formation	8
Méthodologie employée	9
Formation aux fondamentaux	9
Apprendre à enseigner	10
Présentation de la démarche de formation	12
Éléments d'évaluation de cette formation	13
Analyse des besoins en formation des enseignants	13
Analyse des traces d'apprentissage de la formation	13
Conclusion	14

Introduction

Ce rapport de recherche est la version étendue d'un article court, soumis à la revue Adjectif¹ pour le Numéro spécial « Quelles modalités novatrices d'enseignement de l'informatique ? » en tant que contribution « Atelier ».

Nous reprenons dans cette introduction les éléments clés partagés dans l'article, puis développons dans les sections suivantes à la fois au niveau théorique et expérimental, l'approche proposée et ses premiers résultats.

Contexte et objectifs

Nous commençons dans plusieurs pays d'Europe à ne pas uniquement apprendre à nos enfants à utiliser le numérique mais aussi à en comprendre les fondements pour pouvoir le maîtriser. Il faut aussi les préparer à acquérir les compétences professionnelles fondamentales en informatique indispensables pour beaucoup de métiers scientifiques et techniques, tandis qu'il faut aussi former une partie de notre population à la discipline informatique qui est à la fois science et technique et que l'on retrouve comme compétence fondamentale dans tous les domaines, devenus numériques.

Pour relever ce défi nous partageons une plateforme² avec deux formations en ligne :

- Une formation aux fondamentaux de l'informatique, accessible ici³, avec plus d'une centaine d'heures de ressources de formation d'initiation et de perfectionnement. Plus qu'un simple "MOOC", ce sont les ressources d'une formation complète et un accompagnement pour permettre de bien les utiliser.
- Une formation pour apprendre à enseigner... par la pratique, accessible ici⁴, en co-préparant les activités pédagogiques des cours à venir, en partageant des pratiques didactiques et en prenant un recul pédagogique, y compris du point de vue de la pédagogie de l'égalité.

Ces formations s'appuient sur un forum⁵ qui est un lieu d'échange, de partage, d'entraide et la création de projet pour former des collègues aux besoins divers et variés. C'est à la fois un lieu de dialogue ouvert avec l'équipe pédagogique des MOOCs, et entre les personnes apprenantes, mais c'est aussi un espace à plusieurs échelles, pour éviter l'enfermement des personnes qui suivent le MOOC en les incitant à dialoguer aussi avec la communautés plus large des collègues qui enseignent ou contribuent à cet enseignement.

Ces ressources sont bien entendu librement réutilisables en Creative-Commons CC-BY⁶, avec non seulement une mise à disposition à la fois en parcours, et un partage granulaire⁷ pour une meilleure réutilisation, republié

¹ <https://www.adjectif.net/spip.php?article573>

² <https://mooc-nsi-snt.gitlab.io/portail>

³ https://mooc-nsi-snt.gitlab.io/portail/3_Les_Fondamentaux/

⁴ https://mooc-nsi-snt.gitlab.io/portail/4_Apprendre_A_Enseigner/

⁵ https://mooc-nsi-snt.gitlab.io/portail/5_Forum.html

⁶ <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

⁷ Les éléments sont disponibles sur la plateforme <https://mooc-nsi-snt.gitlab.io/portail/> pour les ressources textuelles et vidéos et sur la chaîne <https://www.youtube.com/@inrialearninglab> pour ces dernières

parfois par nos partenaires⁸, complété d'un "bureau d'accueil" en ligne qui permet d'aider les personnes à les réutiliser. Cet ensemble de services est formalisé et décrit sous le terme de para-plateforme⁹.

Ces formations permettent de commencer à se former au CAPES pour les personnes désireuses de s'y préparer. Elles sont particulièrement utiles pour les professionnel-le-s de l'informatique qui souhaitent se réorienter vers l'enseignement. Au delà nous faisons communauté d'apprentissage et de pratique avec l'AEIF et le projet CAI qui contribuent à l'accueil et l'entraide de centaines de collègues en activité ou en formation, discutant de tous les sujets, partageant des ressources sur un forum dédié et des listes de discussions, et proposant aussi des instances hybrides de cette formation.

Cette mobilisation des professeur-e-s elles et eux-mêmes, en collaboration avec des collègues du supérieur qui se mettent au service pour aider à la formation, à la création de ressources, et à l'accompagnement de la mise en place de cet enseignement, est un vrai levier. Voir (Romero et al. 2020, Alexandre et 2021, Mariais et al 2019, Ninassi et 2020).

Position du problème

On se propose de poser et proposer des réponses aux trois questions suivantes :

- Quels besoins pouvons-nous couvrir et quel service offrir et partager, dans le cadre de la formation à l'apprentissage de l'informatique dans le secondaire ?
- Quelle organisation, quels outils et quels moyens pour cela ; quelles en sont les forces et les limites ?
- Comment évaluer le résultat et qu'apprend-t-on de l'apprentissage de l'informatique en observant l'utilisation de cette poly-ressource ?

Relever les défis précédents nécessite une formation des enseignantes et des enseignants à un équivalent du second cycle de l'enseignement supérieur, comme pour les autres disciplines. Mais ces formations ne sont pas disponibles partout, au niveau de la formation initiale dans les INSPÉ, et avec le peu d'heures dédiées à la formation continue au sein de l'éducation nationale, la formation des collègues en exercice est un gigantesque défi. On positionne aussi, dans son contenu, cette ressource par rapport à ces enjeux.

On a pris en compte l'opportunité et les risques de proposer une telle formation en ligne, en faisant un focus sur la formation des professionnel-le-s de l'informatique qui se tournent vers l'enseignement, qui représentent à la fois un vivier des plus importants (plus que les étudiant-e-s en formation initiale) mais aussi sont en proportion celles et ceux qui échouent le plus¹⁰.

On choisit aussi une initiative hybride ancrée sur un territoire où les personnes qui suivent la formation en ligne se voient proposer un accompagnement tutoré et d'entraide pour à fois aider à l'engagement dans la formation, à l'adapter aux mieux des besoins et pouvoir aussi mieux observer les forces et faiblesses de cette ressource partagée, développée ici¹¹.

Liens avec la recherche

Les traces d'apprentissage, les réponses à des questionnaires et des entretiens avec les personnes participantes vont permettre de disposer de données que les collègues chercheur-e-s en didactique de l'informatique qui travaillent avec nous vont pouvoir analyser pour répondre aux questions que nous proposons de poser autour de cette ressource. Les observables choisis ont été sélectionnés en cohérence avec d'autres études de collègues des sciences de l'éducation qui ont analysé des ressources précédentes, réutilisées comme initiation à cette

⁸ Voir par exemple <https://hal.inria.fr/hal-03844532>

⁹ Voir <https://hal.inria.fr/hal-02994175v4> développé dans le cadre du projet Erasmus+ CAI.

¹⁰ Voir pour un développement des enjeux, risques et opportunités : <https://hal.inria.fr/hal-03844358>.

¹¹ https://mooc-nsi-snt.gitlab.io/portail/6_Communaute.html

formation ou comme complément. Le forum est aussi un terrain d'observation et d'analyse des personnes apprenantes.

Au delà de la conception et de l'évaluation de cette ressource, on questionne ici à la fois ce que les enseignant-e-s d'informatique du secondaire doivent acquérir en matière de savoir et savoir-faire et ce qu'ils doivent maîtriser au niveau de la didactique de la discipline et de la pédagogie d'enseignements qui, par exemple, se décline forcément par projet.

Liens avec des questions de formation et d'enseignement de l'informatique

On adresse ici deux questions qui semblent séparées :

- (i) quelle formation pour les collègues qui enseignent (ou vont enseigner) l'informatique ? et
- (ii) quelle formation citoyenne à l'informatique dans notre monde numérique ? Ces questions sont liées dans les faits puisque les ressources touchent les deux cibles, mais elle sont plus profondément intriquées, dans les deux sens, d'abord par le fait que des personnes professionnelles ou amatrices en informatique se destinent à rejoindre l'enseignement, et ensuite car nos lycéennes et lycéens se forment à l'informatique pas uniquement pour en faire leur futur métier mais parce que cela sera nécessaire pour toutes les professions. Là encore, le forum est le lieu privilégié de ces liens au quotidien avec les personnes sur le terrain. Nous avons, du reste, aussi des élèves qui suivent ces formations en ligne (et y sont bienvenu-e-s), iels sont minoritaires, mais leur vision semble très éclairante.

Présentation du contenu de la formation

Objectifs de la formation

Ce qui est proposé ici est une formation en ligne pour faciliter l'accès et compléter les formations présentielles. L'enseignement du NSI impose un niveau Bac+3 dans la discipline informatique, comme dispensé à travers un DIU spécifique. Cette initiative reprendra ce qui peut se faire en ligne sur ces sujets :

- faire découvrir ce type de formation et susciter des vocations ;
 - fournir des prérequis pour les personnes ayant vocation à se former ;
 - offrir en ligne tous les éléments de formation initiaux qui peuvent se dispenser en distanciels (cours théoriques, formation à la programmation...);
 - identifier des ressources permettant de préparer les cours et les évaluations ;
 - suivre dans un accompagnement par les pairs au fur et à mesure de la pratique ;
- ceci ne dispensant pas d'une formation présentielle de terrain, au niveau de l'entraînement à la pratique pédagogique, ou des travaux dirigés, par exemple.

Par rapport aux formations existantes, cette formation répond à un triple objectif :

- mutualiser une partie de la formation pour offrir les meilleurs éléments de formation issus des différentes pratiques et réduire une partie des coûts d'encadrement de ces formations ;
- permettre aux personnes n'ayant pas accès aux formations présentielles (parce que non ouvertes sur un territoire ou parce que la personne travaille par ailleurs) de participer autant que faire se peut à la formation ;
- offrir, au-delà de la formation, une communauté de pratique, un accompagnement et un partage des ressources, lors de la préparation des enseignements, et au cours de leur réalisation.

Cette formation est donc un triple outil au service des formations académiques pérennes sur ces sujets que cette formation ne peut évidemment pas remplacer. On pense plutôt à la fois permettre à des personnes ne pouvant suivre les formations MEÉF des INSPÉ de se présenter de manière plus équitable en candidat libre au CAPES ou de proposer leur candidature sur des postes SNT ou NSI, et à soulager les coûts et surtout les charges de travail des collègues enseignant-e-s-chercheur-e-s sur le terrain,

Cette formation se propose aussi de traiter la thématique NSI aussi du point de vue sociétal au delà du nécessaire niveau scientifique et technique et proposera de relier les éléments à de grands défis actuels du monde : environnement et planète verte (GreenIT), mondialisation harmonieuse (inclusion numérique, à l'échelle internationale), et choix de l'avenir de notre société (enjeux des impacts des algorithmes et de l'intelligence artificielle).

Méthodologie employée

La formation elle-même se décline en deux parcours ; commençons par la décrire. Le travail de conception de ces deux programmes s'est basé sur :

- l'analyse du programme NSI du ministère en première¹² et terminale¹³.
- les programmes de formation des DIU¹⁴ de préparation à enseigner la NSI, lui-même fruit d'une méthodologie collégiale poussée¹⁵ qui ont permis de créer des parcours de formation (MEÉF option Informatique ou NSI) dans les INSPÉ¹⁶.
- un groupe de travail réunissant des collègues professeurs du secondaire pionnières et pionniers de l'enseignement NSI, des collègues formant sur ces sujets au niveau universitaires, des ingénieur-e-s pédagogiques et des personnes aux expertises complémentaires, par exemple en didactique et pédagogie, y compris l'IGEN en charge de cet enseignement qui a eu la gentillesse de participer à la validation de ce qui a été proposé¹⁷.

Nous avons travaillé de manière asynchrone sur un document de travail commun.

Il faut bien comprendre que se former au niveau informatique dit "NSI" correspond à une programme universitaire de 3 à 5 ans, ce n'est donc sûrement pas une formation en ligne de quelques semaines qui va y suppléer. Ici nous sommes plus dans un parcours de ressources qui permet d'atteindre trois objectifs :

- 1/ "marchepied" à travers des formations préliminaires à SNT¹⁸ ou des initiations à la programmation Python¹⁹, avant d'aborder les premiers éléments du cours NSI
- 2/ "panorama" pour montrer, certes de manière non exhaustive, ce qui doit être acquis comme compétences pour, par exemple, préparer le CAPES (ce n'est pas une formation complète, mais une vraie introduction représentative)
- 3/ "accompagnant" car au-delà des ressources, du forum au bureau d'accueil où l'équipe pédagogique offre une aide personnalisée, les personnes sont accompagnées sur leur parcours de formation.

¹² <https://www.education.gouv.fr/media/23690/download>

¹³ https://cache.media.education.gouv.fr/file/SPE8_MENJ_25_7_2019/93/3/spe247_annexe_1158933.pdf

¹⁴ Voir par exemple <https://diu-eil.univ-lyon1.fr/>

¹⁵ <https://www.epi.asso.fr/revue/articles/a1906d.htm>

¹⁶ https://cache.media.education.gouv.fr/file/SPE8_MENJ_25_7_2019/93/3/spe247_annexe_1158933.pdf

¹⁷ Anne-Josiane Kouam-Djuigne, Anthony Juton, Antoine Tran-Tan, Antoine Trantan, Asli Grimaud, Aurelie Lagarrigue, Axel Jean, Bastien Masse, Benjamin Ninassi, Bruno Larnaudie, Charles Poulmaire, David Roche, Didier Orlandi, Eric Bruillard, Fabrice Huet, Franck Bimbard, Geoffrey Vaquette, Gilles Geeraerts, Gilles Lassus, Isabelle Collignon, Jean-Marc Hasenfratz, Jean-Marc Vincent, Jean-Marie Chesneaux, Louis Leskow, Maguy Turkman, Margarida Romero, Marie-Helene Comte, Martine Courbin, Maryna Rafalska, Maxime-Simon Fourny, Mehdi Khaneboubi, Mickael Berteloot, Mihaela Sighireanu, Muriel Brunet, Omar Fawzi, Philippe Marquet, Violaine Prince, Rodrigue Chakode, Sébastien Hoarau, Tara Ali-Yahiya, Thierry Massart, Thierry Vieville, Valérie Marcon, Vania Marangozova-Martin, Vincent-Xavier Jumel.

¹⁸ <https://classcode.fr/snt>

Formation aux fondamentaux

L'objectif est d'acquérir les bases théoriques et une première expérience pratique dans tous les champs de l'informatique (représentation des données, programmation, bases de données, algorithmie, architecture, réseau et systèmes d'exploitation) pour envisager l'enseignement de l'informatique au niveau du secondaire supérieur. En France, cela participe à la préparation à enseigner au lycée avec le passage du CAPES Informatique.

On permet donc à des enseignant-e-s ou en passe de l'être, de se doter eux-mêmes des compétences en informatique nécessaires, y compris prendre de la hauteur et du recul par rapport à la matière enseignée.

C'est une formation "massive" qui va au delà de ce qui se fait usuellement dans un MOOC puisque nous offrons un parcours qui couvre l'ensemble du programme d'informatique enseigné au lycée en spécialité, y compris les notions en amont pour partager les savoirs et faire acquérir les savoir faire attendus, avec des exercices d'auto-évaluation de type quiz et autres, et des activités utilisant des outils numériques divers.

Le contenu correspond au programme NSI (ce qui est enseigné aux élèves, avec un peu de prise de recul), il est donc réutilisable pour préparer les cours.

BLOC 1 - Représentation des données

- 1.1 Représentation des données : types et valeurs de base
- 1.2 Représentation des données : types construits
- 1.3 Traitement des données en tables
- 1.4 Bases de données

BLOC 2 - Programmation

- 2.1 Programmation Orientée Objet
- 2.2 Programmation impérative, procédurale
- 2.3 Introduction à la complexité de programme
- 2.4 À propos de la récursivité

BLOC 3 - Algorithmique

- 3.1 Fondamentaux
- 3.2 Notions avancées

BLOC 4 - Architecture et Réseaux

- 4.1 Architecture matérielle
- 4.2 Système d'exploitation
- 4.3 Réseaux : Ethernet, TCP/IP
- 4.4 Technologies web

On peut citer par exemple, mettre en œuvre les algorithmes classiques de l'informatique, maîtriser et utiliser les structures de données disponibles, comprendre et configurer les équipements d'un réseau local, etc. L'évaluation se fait en auto-évaluation par des exercices en ligne et hors ligne, évaluées sur la plateforme.

En matière de prérequis, il faut connaître les concepts de base et s'initier à la programmation. En bref, on invite à s'initier à l'enseignement en Sciences Numériques et Technologie et s'initier à la programmation Python. Il est aussi recommandé d'approfondir sa culture scientifique du numérique. Pour s'initier à la programmation Python,

nous proposons trois solutions possibles, selon qu'on enseigne au niveau élémentaire de découverte de la programmation ou à un niveau plus avancé¹⁹.

Apprendre à enseigner

L'objectif est de permettre à des enseignant-e-s ou en passe de l'être d'apprendre à enseigner l'informatique au niveau du secondaire, donc de :

- Connaître les attendus en matière de compétences des élèves : savoir, savoir-faire et savoir-être, à travers les programmes établis.
- Se familiariser avec les outils logiciels et organisationnels spécifiques de cet enseignement, pouvoir manipuler une plateforme d'apprentissage de la programmation pour une classe, utiliser des outils numériques d'apprentissage de concepts et de pratiques de l'informatique, pouvoir organiser du travail en pédagogie inversée (invitation à découvrir le sujet, puis validation et approfondissement en cours), savoir guider des progressions d'élèves en apprentissage semi-autonome, etc.
- Se mettre en situation d'enseignement :
 - pouvoir préparer des cours d'informatique théoriques et pratiques,
 - organiser ces cours au sein d'une progression,
 - mettre en action l'enseignement dans la classe de la mise en activité à l'accompagnement des élèves, évaluation des acquis et auto-évaluation et amélioration du cours.

Apprendre par la pratique à créer les ressources dont on a besoin pour ces cours, identifier et évaluer les supports disponibles (ouvrages, fiches, etc...), adapter ces contenus à la situation pédagogique de la classe et à la démarche d'enseignement choisie, thésauriser et réviser les contenus pour un partage collégial et une utilisation ultérieure.

Pour atteindre ces objectifs, on travaille sous forme de cMOOC (c'est à dire un MOOC dit "communautaire" où nous apprenons en créant les contenus ensemble de manière accompagnée). Nous offrons un parcours à triple entrée :

- par l'exemple, basé sur des échanges et réalisations en groupe et des témoignages : on prend quelques activités typiques et regarde ensemble toute la démarche ;
- par les thématiques du programme : on co-construit des ressources au fil de l'année pour préparer les cours et évaluer leur réalisation, et apprendre à créer d'autres ressources ;
- par une réflexion et un travail sur des thèmes transversaux (ex: travail en projet de groupes d'élèves, apprentissage en autonomie de la programmation, enjeux d'égalité des genres, information sur les débouchés de cet enseignement, pédagogie différenciée pour des élèves à particularité).

Pratiquer l'enseignement de l'Informatique au Lycée se décompose en quatre blocs:

1 Bienvenue et bien commencer

- 1.1 Partager sa pratique (interview de collègues)
- 1.2 Préparer son espace de travail
- 1.3 Enseigner l'informatique (mise à disposition d'un manuel)

2 Mise en Pratique Professionnelle, en quatre étapes

- 2.1 Penser Concevoir Élaborer
- 2.2 Mettre en oeuvre Animer
- 2.3 Accompagner
- 2.4 Observer Analyser Évaluer

3 Prendre du recul au niveau didactique

¹⁹ Voir les liens précis ici:

https://mooc-nsi-snt.gitlab.io/portail/3_Les_Fondamentaux/index.html#quelles-sont-les-formations-preliminaires-a-cette-formati-on-lourde

- 3.1 Grâce à des interviews en didactique
- 3.2 Introduction à l'épistémologie
- 3.3 Pédagogie de l'égalité
- 4 *Que faire pour se préparer aux concours*

On notera au niveau des prises de recul :

- (i) l'importance de la section "pédagogie de l'égalité" qui permet de contribuer à ce que cette formation soit vraiment destinée aux lycéennes comme aux lycéens, avec une vraie formation sous forme de ressources, la déconstruction d'idées reçues et une priorité à la formation des ... garçons²⁰ (au lieu de faire porter tout le poids de la correction de ces inégalités aux filles).
- (ii) l'introduction rarissime et pourtant levier d'une initiation à l'épistémologie de l'informatique²¹, pour comprendre cette science qui est aussi une technologie et devient aussi une culture et un domaine socio-économique avec son aboutissement : le numérique, qui enseigne cette matière fondamentale doit avoir une vision -osons dire- philosophique et pas uniquement technique de ce sujet,

L'évaluation de ces compétences se fait de manière formelle par l'évaluation de productions numériques par les pairs et en auto-évaluation par rapport à sa pratique (aux personnes en formation qui ne sont pas en situation d'enseignement ; des "simulations" sont proposées pour tester les pratiques sur des publics tests).

Présentation de la démarche de formation

Le modèle proposé est celui d'une auto-formation communautaire accompagnée. Le projet Class'Code²² et ses extensions dite MOOC-ICN²³ et MOOC-SNT²⁴ ont permis d'expérimenter et de réussir à aider les enseignants au niveau de ces nouvelles compétences en utilisant un modèle innovant et spécifiquement adapté à des professionnels de l'éducation. L'équipe rassemblée ici se propose de (re)mettre à disposition son expérience acquise en matière de formation des futurs enseignants (le projet n'est pas destiné aux élèves, même si bien-entendu toutes les ressources proposées restent réutilisables par eux) dans le but de les outiller pour ce nouvel enseignement.

²⁰ On pourra lire cet article grand public qui explique ce volet de la problématique et offre des références vers les recherches en sociologie et psychologie éducative sur sur sujet:

<https://www.lemonde.fr/blog/binaire/2019/12/19/femmes-et-sciences-et-si-cetait-une-affaire-de-meecs/>

²¹ Voir la rediffusion grand public de ce contenu ici:

<https://www.lemonde.fr/blog/binaire/2022/10/21/philosophie-de-linformatique/>

et une introduction à la pensée de Simondon qui avait pressenti cette dualité profonde:

<https://www.lemonde.fr/blog/binaire/2020/04/05/informatique-culture-et-technique-le-schisme-de-simondon/>

²² Le projet <https://classcode.fr> a offert des formations hybrides en ligne avec des temps de rencontres permettant des partages et un accompagnement, il a permis de toucher plus de 50000 avec aujourd'hui plus de 40000 personnes qui ont commencé à se former.

²³ Avec près de 28000 personnes inscrites dont 33% d'enseignant·e·s (84,5% enseignent dans le secondaire), donc au delà des profs qui enseignent ICN (il semble que 20 à 25% ont été touchés), trois ans d'extension avec, un taux de satisfaction record (>90%), deux formations présentielle des cadres de l'EN à l'ESEN <http://www.esen.education.fr> en rebond, cette formation représente aussi - avec d'autres éléments de Class'Code - une formation citoyenne à la culture scientifique et technique du numérique.

²⁴ Avec plus de 24500 personnes inscrites en 15 mois dont 61 % vont ou veulent enseigner SNT, on a obtenu le même niveau de succès que pour le MOOC ICN, comme cela est détaillé dans une publication sur le sujet <https://hal.inria.fr/hal-02145466v2> (derniers chiffres au questionnaire initial : 3820 répondants au 23/04/2020).

L'expérience montre que former des professionnels de l'éducation se fait de manière optimale en pédagogie participative : plutôt que de réduire des professeurs à un rôle d'élèves, on parle de venir (en distanciel ou en présentiel) avec des personnes et documents ressources et leur proposer de se mettre d'emblée dans un rôle d'auto-apprenant, qui s'approprient ces ressources pour leur réutilisation tout en prenant aussi de la hauteur par rapport aux compétences à partager avec les élèves. Cette vertu permet aussi de déployer un vrai partage entre les enseignants et un accompagnement par leurs pairs.

On parle donc d'une formation (i) participative (qu'elle ou il prend elle ou lui même en main en s'appuyant sur des personnes ressources, dites facilitatrices), (ii) partiellement performative (on apprend avec les activités qui seront réutilisées avec les jeunes, donc on dispose de fait d'activités clés en main) et (iii) contaminante (les apprenant-e-s d'aujourd'hui ont vocation à devenir les formateurs de formateurs de demain). Bien entendu, à ce niveau, cela ne suffit pas : pour prendre de la hauteur et du recul, les futures enseignants doivent apprendre plus et s'exercer plus que ce qui sera fait avec les élèves.

En pratique, pour la mise à distance, voici, selon notre expérience, les éléments facilement mutualisables en matière de x-MOOC (travail individuel, ou pair à pair asynchrone):

- l'enseignement théorique, très exemplifié, avec des mécanismes d'auto-évaluation,
- l'apprentissage de la programmation et des outils logiciels, avec des tutoriels et des forums d'aide et d'entraide,
- la préparation de présentations orales (exposés de restitution, leçons disciplinaires) à partir d'un sujet, qui pourraient être partagées entre pairs,
- le rendu de travaux et la correction par les pairs (qui s'entraînent ainsi à ce volet de leur travail).

Les contraintes temporelles et structurelles imposent que cette formation puisse se faire de manière (i) efficace, minimisant²⁵ les heures de travail supplémentaires, mais pouvant se faire sur un temps long) en permettant de fournir ou de proposer de co-construire de vrais éléments opérationnels (ex : activités pour la classe), (ii) souple et autonome, pour permettre de se former à son rythme et selon son parcours, (iii) collégiale, pour déboucher sur un véritable accompagnement au fil du temps.

Éléments d'évaluation de cette formation

Analyse des besoins en formation des enseignants

L'analyse des besoins s'est faite en amont au moment de la conception du MOOC en s'appuyant sur les différentes études en cours, discutées ci-dessus. Elle a aussi été complétée après 6 mois d'utilisation de la formation par un formulaire dans et hors des MOOCs ce qui a permis de voir quels besoins pouvaient manquer et quelles évolutions de ces besoins peuvent être observées. On a pu collecter plus d'une cinquantaine de réponses, bien entendu anonymes, qui confortent l'analyse des besoins initiale sans rupture.

Les conclusions³⁰ d'une analyse qualitative de ce formulaire en question révèle :

- un besoin de formation et d'accompagnement prioritaire au niveau SNT au niveau enseignants, et un besoin majoritaire concrets d'aider à la création d'activités en NST et NSI,
- une grande diversité de personnes, au delà, qui viennent vers nous de la reconversion professionnelle, à la curiosité (parents de lycéen-ne-s, professionnel-le-s de l'informatique en retraite),
- une répartition quasi uniforme des besoins en matière de thématiques (algorithmique, réseaux, bases de données, ...), sauf au niveau de la représentation des données dont l'importance n'est pas assez bien perçue.

²⁵ Par exemple, le contenu à distance ne doit pas être trop fourni, mais à décliner sous forme de ressources "essentiels" et un choix de ressources complémentaires pour y puiser et monter les enseignements.

Cette étude complémentaire confirme ce que les données des formations en ligne ont permis de conclure. Les données sont disponibles²⁶.

On peut alors dresser un panorama des principaux besoins non seulement que cette démarche de formation peut aider à couvrir mais aussi qui correspondent à des besoins qui ne sont pas ou moins couverts par des dispositifs existants (par exemple de formation en INSPÉ, ou de formation académique sur des temps courts):

- Prof en lycée à qui on vient d'attribuer des enseignements SNT : besoin parfois de formation vraiment initiale, y compris aux outils et à la programmation et besoin d'activités exemples à adapter.
- Collègue qui enseigne la spécialité NSI et qui souhaite questionner ou partager ses pratiques, par rapport à des problématiques spécifiques (égalité des genres, élèves en difficulté, élèves avec de fortes compétences techniques mais pas de recul théorique, ...)
- Professionnel·le ou personne ayant fait beaucoup d'informatique, et souhaitant faire son métier en tant qu'enseignant·e : besoin souvent d'harmoniser les savoirs et savoir-faire (ex; spécialiste d'un sous-domaine, qui doit être traité à un niveau bien plus superficiel en NSI et besoin de se former dans tous les autres).
- Citoyen·ne n'ayant pas eu la chance d'avoir des cours d'informatique au lycée, qui souhaite tout de même profiter de ce qu'on y enseigne maintenant.

Pour répondre à ces besoins, mais aussi pour continuer de pouvoir évaluer concrètement ce que cette plateforme de formation apporte, une initiative dite NSI-cookies²⁷ est initiée avec une démarche hybride à la fois en ligne (webinaire, bureau d'accueil) et en présentiel en PACA-Est : c'est à la fois l'expérimentation d'une démarche complémentaire aux formations en ligne et un observatoire au service des objectifs de cette formation.

Analyse des traces d'apprentissage de la formation

La plateforme MOOC fournit à la fois des données sur le taux de complétude et de réussite des enseignants au niveau du parcours et deux formulaires de début et fin de formation qui permettent d'évaluer à la fois les caractéristiques et objectifs des personnes venues suivre le parcours et leur taux de satisfaction. Actuellement, plus de 500 personnes sur près de 10000 ont répondu ce qui donne, compte tenu de la population totale, un taux d'échantillonnage représentatif. Les données sont évidemment anonymisées²⁸ et seules les distributions marginales sont publiées ce qui rend impossible de remonter à un résultat individuel par corrélation. Elles sont disponibles²⁹.

En bref³⁰, pour le 1er MOOC, après 11 mois de mise en service, nous avons pu toucher début 2023 un peu plus de 9700 personnes au niveau de l'apprentissage des fondamentaux et un peu plus de 6000 personnes pour apprendre à enseigner. Pour le premier, environ 60% sont en France, le rayonnement francophone étant essentiellement hors Europe, avec 70%-30% d'homme/femme, et une répartition d'âge très majoritairement entre 25 et 55 ans, plutôt en deuxième partie de carrière, et quelques séniors (curieux de science). Les personnes ont très majoritairement des profils post-bac, majoritairement de niveau Master. Un tiers vient approfondir ses connaissances ou se reconvertir, une minorité d'étudiant·e-s en informatique est touchée (puisque disposant déjà de ces enseignements). Un tiers vient aussi mieux comprendre ce qui s'enseigne en NSI (quel que soit son

²⁶ https://drive.google.com/file/d/1gnISZnawmqHqk-pJo4dXOoXenoBwl-g4/view?usp=share_link

²⁷ Voir https://mooc-nsi-snt.gitlab.io/portail/6_Communaute.html

²⁸ Voir par exemple <https://www.cnil.fr/fr/lanonymisation-de-donnees-personnelles> pour une présentation grand public détaillée de la problématique.

²⁹ https://drive.google.com/file/d/1QVup0IdARP5cdJMe7ECNFkjSnnl6cqsI/view?usp=share_link

³⁰ Ces éléments sont repris de l'article Adjectif compagnon.

objectif primaire). Environ 850 sont enseignant·e·s du secondaire en NSI sur l'ordre de grandeur de 3000 collègues³¹, soit un peu plus du quart, tandis que sur le forum il y a plus d'un millier d'inscriptions. En SNT, la formation dédiée³² semble toucher plus majoritairement les professeur·e·s, y compris des autres disciplines. Au contraire, en NSI, nous sommes ici sur une formation dédiée.

Les retours sur cette formation sont très positifs, mais nous considérons qu'il y a un fort biais positif car la plupart des personnes pour qui la formation n'a pas pu les aider ont abandonné, donc n'ont pas répondu au questionnaire. Nous ne le quantifierons donc pas ici. En revanche nous avons reçu des retours très utiles pour améliorer la formation et une V2 est en préparation pour la prochaine rentrée.

En analysant qualitativement les données et les échanges sur le forum, on voit d'abord un fort besoin de formations aux outils et à la programmation (parfois au détriment de l'expression du besoin de recul théorique pourtant primordial). Vient ensuite le besoin de création d'activités, qui fonctionnent bien dans les conditions parfois sous-optimales de l'enseignement (classes entières, accès aux machines limités, ...), et le 2ème MOOC couvre exactement ce besoin, par la pratique de manière concrète, Là encore le besoin exprimé est très pragmatique et il faut aussi aider à réaliser qu'il est aussi important de prendre le temps du recul didactique par rapport à cette discipline vis à vis de laquelle la recherche en didactique est naissante dans le monde francophone (mais déjà largement développé à l'international).

Conclusion

En conclusion³⁰, depuis l'introduction de l'étude de l'algorithmique en seconde en 2009, puis entre 2012 et 2019 l'introduction progressive de l'informatique comme discipline du secondaire, mais aussi au primaire, le paysage éducatif a changé³³ : beaucoup d'entre nous ont appris un peu à programmer, voient dans les médias parler d'algorithmes et en décrivent les applications et parfois les mécanismes. Cette popularisation peut donner l'illusion que l'informatique s'apprend en un "rien de temps" : c'est un faux débat dès que l'on distingue bien (i) l'initiation ludique et invitante à ces sujets, (ii) le partage pour toutes et tous d'une culture scientifique et technique suffisante pour démystifier, et se forger une représentation de ces concepts et outils (on parle d'initiation à la "pensée informatique"³⁴) et enfin (iii) la formation à l'informatique comme discipline. Nous avons traité ici d'une ressource pour aider sur le volet (iii), et nous savons que le plus difficile est le volet (ii) avec l'enseignement SNT, il est beaucoup critiqué car son objectif est le plus ambitieux donc le plus difficile, faire que demain ma garagiste ou mon fleuriste, toutes et tous nous soyons en mesure de maîtriser le numérique.

³¹Fin 2022, 64% des 3750 lycées proposaient la spécialité NSI, soit environ 2500 à 3000 professeurs selon les dédoublement ou non, cette évaluation correspondant à ce qu'estimait la SIF en 2018, voir les détails de cette étude des besoins <https://www.societe-informatique-de-france.fr/wp-content/uploads/2018/06/2018-06-21-memo-sif-enseignants-informatique.pdf>.

³² La formation <https://classcode.fr/snt> dont l'analyse scientifique est publiée ici <https://hal.inria.fr/hal-02145466v2> des chiffres récents sont partagés là <https://tinyt.io/7o2Z> on touche plus de 35000 personnes dont 72% sont des enseignants dans le cadre de leur formation professionnelle, soit un ordre de grandeur 25000, pour 12500 classes de seconde faisant SNT, la couverture est donc bien plus grande (ordres de grandeurs issu des données du ministère).

³³ On pourra consulter cet article grand public qui résume cette mutation :

<https://www.lemonde.fr/blog/binaire/2020/01/20/savez-vous-que-demain-on-pigera-tou-te-s-le-numerique/>

ou profiter du travail de fond d'une de nos grandes collègues sur l'histoire de cet enseignement

<https://www.lemonde.fr/blog/binaire/2021/04/02/enseignement-de-linformatique-et-informatique-dans-lenseignement-50-ans-deja/>

pour plus de détails.

On aussi ici une étude bibliographique récente du sujet <https://hal.inria.fr/hal-02281037> avec une version française disponible ici <https://hal.inria.fr/hal-01969400>.

³⁴ Voir par exemple <https://interstices.info/la-pensee-informatique> Voir par exemple <https://interstices.info/la-pensee-informatique> pour une définition discutée ou une présentation résumée <https://project.inria.fr/classcode/mais-pourquoi-classcode-parle-de-pensee-informatique/> pour une définition discutée ou une présentation résumée <https://project.inria.fr/classcode/mais-pourquoi-classcode-parle-de-pensee-informatique>.

Références

Frédéric Alexandre, Jade Becker, Marie-Hélène Comte, Aurelie Lagarrigue, Romain Liblau, et al.. Why, What and How to help each Citizen to Understand Artificial Intelligence?. KI - Künstliche Intelligenz, 2021, 1-9, pp.1610-1987. <10.1007/s13218-021-00725-7>. <hal-03024034v2>

Christelle Mariais, David Roche, Laurence Farhi, Sabrina Barnabé, Sonia Cruchon, et al.. Peut-on former les enseignant·e·s en un rien de temps ?. EIAH'19 Wokshop : Apprentissage de la pensée informatique de la maternelle à l'Université : retours d'expériences et passage à l'échelle, Jun 2019, Paris, France. <hal-02145466v2>

Benjamin Ninassi, Margarida Romero, Olivier Goletti, Sabrina Barnabé, Sébastien Hoarau, et al.. Une para-plateforme pour faire communauté autour de l'enseignement de l'informatique. [Rapport de recherche] RR-9374, Inria. 2020, pp.17. <hal-02994175v4>

Margarida Romero, Saint-Clair Lefèvre, Thierry Viéville. When a Master of Sciences on EdTech becomes an International Community. ERCIM News, 2020. <hal-02418510>



**RESEARCH CENTRE
BORDEAUX - SUD-OUEST**
351 Cours de la Libération
Bâtiment A29
33405 Talence Cedex France

Publisher
Inria
Domaine de Voluceau - Rocquencourt
BP 105 - 78153 Le Chesnay Cedex
inria.fr
ISSN 0249-6399