Retours d'expériences et analyse de besoins sur l'introduction de l'enseignement obligatoire de l'informatique au niveau fédéral en Suisse

Murièle Jacquier[1] et Alain Sandoz[2]

[1] IUFE - Université de Genève - 1211 Genève – Suisse
muriele.jacquier@unige.ch
[2] IIUN - Université de Neuchâtel - 2000 Neuchâtel – Suisse
alain.sandoz@unine.ch

Résumé. Jusqu'en 2018, l'informatique était une branche optionnelle au secondaire 2 en Suisse. Chaque canton organisait son enseignement selon ses propres dispositions et agenda politique, tout en restant conforme aux dispositions nationales et à celles définies par les conférences régionales (alémanique ou latine) dont il était membre. L'introduction de l'informatique comme discipline obligatoire (DO) au niveau fédéral a conduit à harmoniser et réhausser les exigences, notamment en termes de plan d'études et de qualification formelle des enseignants en informatique. Ceci pose plusieurs problèmes : 1) la dotation en enseignants formellement qualifiés pour cet enseignement ; 2) leur mise à niveau académique ; 3) l'adaptation de leur enseignement aux nouvelles exigences ; et 4) la provision d'outils pédagogiques adaptés. L'article étudie les difficultés rencontrées par les enseignants et des solutions développées par eux en Suisse romande à l'aide de deux études de terrain. La première adresse le problème 3) et s'est déroulée dans le canton de Genève où les enseignants confrontés à la nouvelle situation ont été questionnés l'année suivant l'introduction de la DO informatique. La seconde, dans la partie Nord-Est de la Romandie, où un groupe d'enseignants suivant une mise à niveau (2) a produit collectivement un ensemble de scénarios pédagogiques documentés, couvrant une partie du nouveau plan d'études et pouvant être partagés et adaptés selon les besoins des membres du groupe et de leurs collègues.

Mots-clés : enseignement de l'informatique, discipline obligatoire, plan d'études, scénarios pédagogiques.

1. Introduction

Jusqu'en 2018, l'informatique n'était pas une *discipline obligatoire* dans l'enseignement au niveau secondaire 2[1] en Suisse. Des enjeux politiques et économiques, ainsi que des craintes soulevées par son introduction, tissaient un arrière-plan sur lequel des initiatives locales, c'est-à-dire cantonales dans le contexte suisse, tentaient de maintenir l'école au même rythme de numérisation que le reste de la société. L'informatique était une *branche à option*, organisée selon des modalités déterminées par les cantons. Elle pouvait être enseignée par des professeurs ayant complété leur formation pédagogique dans une Haute école sans être titulaires d'un Master en science informatique. Ce dispositif laissait une grande liberté aux enseignants pour le choix de leurs sujets, de leurs méthodes et de leurs supports. La plupart des élèves inscrits à cette branche optionnelle avaient par défaut un intérêt pour l'informatique, ce qui pouvait faciliter le travail des enseignants.

L'informatique comme *discipline obligatoire* (la DO informatique) au secondaire 2 est apparue plus tard en Suisse que chez certains de ses voisins, par exemple en 2012 en France avec l'ISN et en 2002, puis 2019, en Allemagne avec *DigitalPakt Schule*. La qualification récente de l'informatique comme DO a nécessité, d'une part de former en un temps relativement court des enseignants pour cette nouvelle discipline, et d'autre part de fournir à ces derniers les moyens, ressources et outils pour la mettre en œuvre. Quatre problèmes sont apparus à ce moment :

(1) par suite de l'augmentation du nombre d'élèves devant recevoir une formation en informatique, il faut compléter la dotation en enseignants aptes à la fournir ;
(2) pour ceux qui l'enseignaient déjà sans être titulaires d'un Master dans la discipline, il faut déterminer des modalités transitoires et définir des programmes de formation leur permettant d'acquérir la formation de base et le titre académique correspondant à la nouvelle qualification de discipline obligatoire de l'informatique ;
(3) pour tous les enseignants, il faut adapter les programmes dispensés jusqu'alors aux nouveaux objectifs définis au niveau fédéral et déclinés dans les cantons ;

[1] pour des élèves en fin d'études secondaires ayant entre 15 et 19 ans, dans des *collèges*, des *gymnases*, ou des *lycées*, selon la désignation cantonale. Nous utilisons *collège* qui est utilisé à Genève. Quelques jalons à propos de l'introduction de la DO informatique et des méandres du système fédéral suisse sont fournis dans l'annexe.

(4) finalement, il faut fournir aux collèges et aux enseignants les moyens de dispenser ce nouvel enseignement.

Ces problèmes sont toujours en cours de résolution dans la plupart des cantons. Concernant le deuxième, les Instituts de formation des enseignants et les Hautes écoles pédagogiques ont ouvert des filières en didactique de l'informatique ou renforcé celles qui existaient. Pour les professeurs déjà nommés dans une autre discipline d'enseignement, des compléments tels que le CAS informatique de BEJUNE [1] ou des programmes tels que GymInf [2] soutenu pour son volet francophone par les universités de Berne, Fribourg, Genève, et Neuchâtel, et par l'EPFL, ont vu le jour dès la rentrée académique 2020. En parallèle à ces dispositifs élaborés dans un contexte de formation continue pour répondre au problème (2), les autres problèmes demeurent, et notamment, les problèmes (3) et (4).

Le présent article apporte un éclairage sur le besoin, pour les enseignants de la nouvelle discipline obligatoire informatique, de disposer d'outils leur permettant de concevoir, puis de mettre en œuvre dans leurs classes, des scénarios pédagogiques qui correspondent à la fois aux nouvelles directives *et* à leurs (nouvelles) classes. Ce besoin est double : d'abord que des scénarios adéquats *existent*, puis qu'ils puissent *être diffusés*, *réutilisés*, et *adaptés* aux situations individuelles par les enseignants concernés, sans que ces derniers n'aient à reprendre chaque sujet à zéro, qui plus est dans un contexte déterminé aléatoirement selon la classe, le collège, le canton, etc.

Il se base sur deux études de cas. La première s'est déroulée dans le canton de Genève, au collège, où la première auteure a conduit une enquête auprès de ses collègues et auprès des établissements, pour comprendre comment la nouvelle DO a été appréhendée au cours de la première année de son existence. La seconde est l'étude *ex post* du matériel pédagogique produit par une classe du CAS-HEP au cours de ses quatre semestres. Chaque semestre était sanctionné par le rendu d'un projet individuel consistant en un scénario pédagogique produit par l'étudiant/e et testé dans sa (ses) classe(s). Une quarantaine de scénarios ont été créés et mis en œuvre, présentés avec un retour d'expérience et discutés, et mis à la disposition de leurs collègues par ces étudiants. L'étude de ces contenus est instructive pour mesurer combien leur diffusion et la discussion dans le collectif peut être utile. De surcroit, le retour d'expérience demandé aux étudiants à la fin de leur formation donne le pendant aux incertitudes qui ressortent de l'étude Genevoise.

Les auteurs ont tenu les rôles suivants dans le contexte décrit ci-dessus. La première enseigne la physique, les mathématiques et l'informatique au collège Claparède à Genève. Elle est chargée d'enseignement à l'IUFE dans le groupe de didactique de la physique. Elle suit sur le terrain les futurs enseignants de physique et elle est en charge d'un atelier de didactique et du séminaire MITIC. Elle a suivi la formation GymInf et sa contribution à cet article constitue une partie de son travail de Master (problème 2 ci-dessus). Le second auteur a été chargé d'enseignement dans le programme GymInf en même temps que le coordinateur pour l'Université de Neuchâtel du CAS-HEP. Il en a défini avec son *alter ego* de la HEP-BEJUNE le programme d'études et le mode d'apprentissage en classe inversée basé sur la production de scénarios pédagogiques [3].

La section suivante présente quelques caractéristiques de la discipline informatique en tant qu'objet d'étude de la présente contribution. La section 3 présente les deux études et leurs résultats. Elle est suivie d'une discussion (section 4) et d'une conclusion (section 5). Des éléments choisis jalonnant l'émergence de l'informatique dans l'enseignement secondaire en Suisse sont fournis dans l'annexe avec quelques références en ligne.

2. Caractéristiques de la discipline obligatoire informatique

La place accordée à l'enseignement de l'informatique dans les *plans d'études* est hétérogène et changeante, ce qui résulte de ses multiples rôles et dimensions [4]. On retiendra ici, les trois approches complémentaires de Bruillard [5] : les algorithmes et le traitement automatisé dans le cycle classique données/traitement/résultats (la pensée computationnelle) ; l'interaction continue avec des machines et des artefacts sémiotiques (les outils informatiques) ; la participation à des interactions sociales avec des agents humains et non humains via les réseaux (l'éducation au numérique). A ceci s'ajoutent d'une part l'informatique, en tant que « discipline carrefour » qui offre un cadre idéal pour l'interdisciplinarité, et de l'autre la confusion entre l'informatique comme objet d'études et comme outil pour l'enseignement d'autres disciplines.

On retrouve les 3 approches et le cadre interdisciplinaire dans les thématiques des plans d'études de la DO :

- la pensée computationnelle se retrouve dans la thématique *Algorithmique et programmation*, présente dans tous les plans d'études cantonaux, et même dans les deux années d'enseignement de plusieurs cantons ;
- les outils informatiques sont traités dans les thématiques *Informations et données* (ou *Représentation de l'information*), *Architecture*, et *Réseaux ;*
- l'éducation au numérique se fait dans la thématique *Informatique et société* présente explicitement dans quatre plans d'études sur sept cantons de langue française (dont trois, Berne, Fribourg et Valais sont bilingues) ;

- l'interdisciplinarité est mentionnée dans tous les plans d'études et apparaît comme thématique dans deux d'entre eux.

Deux caractéristiques de la DO informatique sont communes à ces plans d'études : la diversité des domaines d'application de l'informatique et l'existence de contenus relevant des sciences humaines et sociales. Cela met en question la formation des enseignants : les enseignants ont-ils la formation académique et didactique adéquate pour enseigner ces contenus ? Une appropriation récente et volumineuse de contenus qui doivent être enseignés et transmis permet-elle d'opérer des choix pertinents ? D'autre part, quelle place donner aux contenus issus des sciences sociales ? L'informatique est intégrée aux branches scientifiques dans le cursus au collège. Mais développer une approche systémique et transmettre aux élèves les enjeux de l'informatique semblent indispensables pour leur permettre de faire des choix éclairés sur le numérique dans la société.

Au-delà de ces questionnements, on peut se pencher sur l'origine de ces caractéristiques. Le nombre important de domaines étudiés peut s'expliquer par le fait que l'informatique est une discipline relativement jeune et introduite tardivement dans le cursus scolaire. L'existence de contenus relevant de sciences humaines et sociales révèle que l'informatique est une discipline carrefour, mais aussi le fait que ces contenus ne sont pas présents dans les disciplines liées. Peut-être les enseignants ne se sentent-ils pas responsables ou légitimes pour les donner.

Une analyse comparative des plans d'études (PE) de la DO des cantons de langue française révèle :

- la mention de connaissances de base ou de connaissances fondamentales à acquérir, sans autre précision, ce qui laisse la place à l'interprétation (seul le PE du canton de Neuchâtel ne les mentionne pas) ;
- des compétences psychosociales à développer, notamment celle de *savoir résoudre des problèmes* ;
- la mise en œuvre de formes sociales de travail avec la *pratique*, le *projet* et le *travail de groupe*.

La principale différence en termes de contenus se situe au niveau des technologies de l'information et de la communication. Dans certains PE cantonaux, les compétences ou bases en TIC sont explicitement mentionnées. Dans d'autres, seul l'usage responsable des TIC apparaît dans les plans d'études.

L'enseignement de la DO informatique s'effectue sur deux ans, sauf pour le canton de Bern (sur 3 ans) (voir le tableau 1). Le volume horaire global est une caractéristique commune : pour Berne, Fribourg, Valais et Vaud il est de 4 heures, à Genève, Neuchâtel et dans le Jura de 3h. La plupart des cantons font le choix de répartir cet enseignement sur la 1ère et la 2ème année, sauf le Valais (2ème et 4ème années) et Berne (de la 1ère à la 3ème années).

Tableau 1. Place de la DO dans les plans d'étude des cantons romands (Genève, Berne, Jura, Neuchâtel, Fribourg, Valais, Vaud)

Canton	Ge	Be	Ju	Ne	Fr	Vs	Vd
Nombre d'années	2	3	2	2	2	2	2
1ère année	2h	1h	2h	2h	2h	0h	2h
2ème année	1h	2h	1h	1h	2h	2h	2h
3ème année	0h	1h	0h	0h	0h	0h	0h
4ème année	0h	0h	-	-	0h	2h	0h
Total	3h	4h	3h	3h	4h	4h	4h

Concernant la mise en œuvre de la DO informatique, l'enseignant n'a pas pleinement la main sur deux éléments : d'une part l'évaluation ; et d'autre part les outils, l'environnement technique et les logiciels. Pour l'évaluation, il y a plusieurs biais : l'équipement informatique des établissements (il n'y a pas toujours un ordinateur par élève) et les règlements des examens (propres à chaque collège dans un cadre défini au niveau cantonal). L'évaluation se fait souvent par écrit, donc sans possibilité d'adopter une démarche essais-erreur. Ceci va à l'encontre de ce qui est préconisé, par exemple, dans le PE genevois. L'évaluation par projet et/ou par groupe (recommandée par exemple dans ce PE), ainsi que l'évaluation de compétences, de savoir-faire ou de savoir-être, est plus complexe, notamment en termes de grille d'évaluation, et cela nécessite une adaptation de la part des enseignants.

Pour ce qui est des outils, de l'environnement et des logiciels, dont le choix est parfois imposé à l'enseignant, ils sont cruciaux en termes de charge cognitive. Des stratégies doivent être développées pour que cette dernière soit réduite, de sorte que les outils et l'environnement informatique ne deviennent pas un obstacle aux apprentissages.

En conclusion, l'enseignant d'informatique a plusieurs défis didactiques à relever. Il doit créer des situations et mettre en œuvre des approches interdisciplinaires comme modalités de travail dans son enseignement. Il doit veiller à ne pas seulement enseigner l'informatique comme un outil. Il doit maîtriser de nombreux contenus disciplinaires de la science informatique et ce dans des domaines d'application variés. Enfin, il doit adapter son enseignement pour prendre en compte non seulement le niveau de connaissances et la motivation des élèves, mais également les contraintes technologiques et institutionnelles, en particulier en ce qui concerne les modalités d'évaluation.

3. Présentation des deux études et de leurs résultats[2]

Ce travail repose sur une enquête de terrain réalisée auprès des enseignants d'informatique du canton de Genève (§3.1) et sur une étude des résultats produits par des enseignants en informatique spécialisés dans d'autres disciplines et en formation dans le CAS-HEP BEJUNE (Berne francophone, Jura, Neuchâtel) en vue de l'introduction de la nouvelle DO (§3.2). Les caractéristiques des deux études sont résumées dans le Tableau 2.

Tableau 2. Caractéristiques des deux études

Étude	**1**	**2**
Public	Enseignant/es de la DO informatique	
	Diplômé/es (MSc) ou en cours de formation dans le programme GymInf	En cours de formation dans le CAS HEP-BEJUNE
Cantons	Genève	Berne (francophone), Jura, Neuchâtel
Nombre	18 (répondant/es) / 64 (enseignant/es)	10 (ayant complété) / 12 (au départ)
Forme	Questionnaire	Classe inversée Mise en pratique et évaluation
Durée	Quelques semaines	4 semestres
Période	2023	2020-2022

3.1 Enquête de terrain dans le canton de Genève (Étude 1)

L'enquête de terrain dans le canton de Genève est constituée d'un questionnaire destiné aux enseignants (9 pages) et d'un questionnaire par établissement (5 pages). Le premier a été envoyé à tous les enseignants d'informatique au secondaire 2 du canton de Genève, via les groupes informatiques dans leurs établissements, puis, nominalement dans un second temps (avril et juin 2023). Le temps estimé pour le remplir est de 45 minutes. Il comprend une partie « profil personnel » qui permet d'avoir une vue d'ensemble sur les conditions d'exercice du métier d'enseignant, l'expérience et la formation académique et pédagogique de l'enseignant et une partie portant sur le PE genevois qui adresse : 1) le plan d'études ; 2) le ressenti de l'enseignant sur ce qui a été facile ou difficile à enseigner ; 3) le ressenti de l'enseignant sur ce qui a été facile ou difficile pour les élèves à apprendre ; 4) la progression annuelle ; et 5) les difficultés rencontrées et les ressources utilisées (logicielles et matériel).

Le questionnaire d'établissement a été envoyé en février 2023. Il comprend trois parties (1ère et 2e années, et savoir-faire transversaux) et demande pour chaque thématique ou savoir-faire les langages de programmation, les matériels, les logiciels et les environnements d'apprentissage utilisés.

Sur 64 enseignants d'informatique au secondaire 2, 18 ont répondu au questionnaire (28%). La moyenne d'âge est 47 ans. La majorité travaille à 80% ou plus, dans un seul établissement, enseigne ou a enseigné dans une autre discipline (les mathématiques pour 2/3 des répondants), et est titulaire d'un diplôme d'enseignement de l'informatique ou est en train de l'obtenir. Tous les enseignants ayant répondu ont un diplôme d'enseignement pour le secondaire, et au minimum un Master (40% ont un doctorat). Ils ont de nombreuses années d'expérience dans l'enseignement, mais très peu dans l'enseignement de l'informatique. Tous les répondants avaient consulté le PE avant de commencer à enseigner (une exception l'a consulté après) ; quinze enseignaient l'informatique l'année précédente ; parmi eux, onze avaient traité tous les objectifs du PE.

Sur l'enseignement, le ressenti est contrasté pour les thématiques *Réseaux* et *Algorithmique et programmation* en ce qui concerne les contenus, l'évaluation ou la coopération avec les collègues. Pour l'apprentissage, les résultats sont partagés pour *Réseaux* et *Information et données*, mais *Algorithmique et programmation* apparaît nettement plus *difficile pour les élèves*. 55% des répondants ont respecté leur planification contre 45% qui n'ont pas pu la respecter, 75% ont planifié en collaboration avec les collègues (échanges, discussions, réunions de groupe) et 50% en s'appuyant sur le PE. Les raisons données pour expliquer la difficulté à respecter la planification sont le manque de temps, les cours annulés, un programme trop ambitieux et détaillé, des prérequis absents chez les élèves, leurs difficultés, un faible engagement et un manque d'investissement, la difficulté de faire travailler les élèves sur la programmation en dehors de la classe.

[2] Les données brutes de l'Étude 1 pourraient être mises à disposition de la recherche sous réserve d'être rendues anonymes. Les auteurs remercient les participants du CAS-HEP pour la contribution de leurs travaux à cette étude. Les données brutes de l'Étude 2 pourraient être rendues disponibles pour la recherche sous réserve 1) de leur anonymisation et 2) de l'accord des auteurs quant à l'utilisation de ce qu'ils ont produit. Certains résultats contiennent l'enregistrement vidéo de scénarios de robotique et sont sujets à des restrictions d'usage au vu de l'âge des élèves qui y figurent.

Le 5ème point avait trait à la préparation des séquences d'enseignement. Le Tableau 3 rapporte des difficultés rencontrées. Des difficultés ressortent aux niveaux didactique (*difficulté d'enseigner les contenus du PE* et *difficultés que posent ces contenus aux élèves*) et technique (l'*enseignant n'est pas libre* d'installer les logiciels qu'il souhaite, et *les logiciels mis à disposition ne sont pas adéquats*).

Pour la mise en œuvre, quatre souhaits ressortent : l'alternance théorie/pratique, une approche plus ludique ou utilitaire, la réduction du temps passé sur les langages par blocs au profit des langages textuels, la programmation débranchée. Concernant les ressources, trois ressortent : les cours personnels, les cours des collègues et le site https://modulo-info.ch. Les ressources françaises sont également bien utilisées.

Tableau 3. Difficultés rencontrées par les enseignants

Types de difficultés	Quelques éléments mentionnés	Nombre
Aucune	« aucune », « pas de contraintes »	3
Temps	« manque de temps pour préparer les séquences », « pas assez de temps pour préparer »	3
Ressources	« pas de ressources » , « difficultés à trouver les ressources », « ressources non adaptées »	3
Maîtrise des logiciels/outils par les enseignants	« Filius à maitriser »	1
Maîtrise des contenus à enseigner	« mes lacunes en réseaux », « les bases de données »	3
Didactique	« comment enseigner », « trop abstrait », « trop compliqué », « adapter le contenu au niveau des élèves » « séries d'exercices progressives et efficaces », « méconnaissance des préconceptions des élèves», « difficultés des élèves non anticipées », « manque d'expérience », « comment partager du code », « comment leur apprendre à utiliser le clavier »	7
Matériel	« défaillant », « qui ne marchait pas », « inconfortables », « non disponible », « soit opérationnel »	3
Logiciels	« impossible d'installer les logiciels », « pas d'IDE », « logiciels non confortables non design »	4
Organisation spatio-temporelle	« disposition de la salle », « élèves de 2e qu'on voit 2h toutes les 2 semaines »	3
Motivation	« motivation des élèves », « mauvaise image de la discipline »	3
Évaluation		1
Peur de l'inconnu		1

Les difficultés rencontrées par les élèves du point de vue de leurs enseignants se situent à deux niveaux : sur l'hétérogénéité entre élèves (et entre enseignants), d'une part et sur les contenus à enseigner, d'autre part.

Concernant l'hétérogénéité entre élèves et entre enseignants, les enseignants soulignent une « scission entre des élèves qui réussissent bien et quelques élèves qui sont complètement à la rue », des « exigences différentes au sein d'un même établissement » (ce qui déstabilise les élèves), « des élèves qui remettent en question la discipline », des élèves qui découvrent l'ordinateur, des disparités et un désavantage pour les élèves qui n'ont pas d'ordinateur à la maison.

Algorithmique et programmation arrive en tête des contenus posant des difficultés aux élèves (selon les enseignants, à nuancer toutefois la thématique occupant une part importante -environ 60% en temps- dans le PE genevois), suivi de la thématique *Réseaux*. Les difficultés principales sont la conception d'un programme ou d'un algorithme, la correction d'un programme, et le suivi pas à pas d'un programme ou d'un algorithme. Le manque de maîtrise des concepts mathématiques, l'abstraction, la modélisation, un temps trop long passé sur la programmation par blocs et la nouveauté (les élèves n'ont jamais programmé auparavant) sont pour les enseignants à l'origine de ces difficultés. Enfin pour *Réseaux*, l'analogie avec le réseau postal, la thématique éloignée des préoccupations des élèves et l'enseignement magistral sont les raisons avancées par les enseignants pour expliquer ces difficultés.

Il faudra disposer de données transversales, sur une période de quelques années, pour confirmer ou infirmer, à l'échelle du canton, cette perception des enseignants que les contenus sont difficiles à appréhender pour les élèves.

Sur 10 collèges que compte le canton de Genève, 4 ont répondu au questionnaire pour les établissements. Ils engagent les logiciels, matériels et supports communs suivants : Python3, Thonny Python, comme IDE, Filius, comme logiciel de simulation sur les réseaux informatiques, SQlite, comme système de base de données. Les vidéos ou capsules vidéos, les épaves d'ordinateurs, et Micro:bit sont aussi des supports utilisés.

3.2 Étude du CAS HEP-BEJUNE (Étude 2)

Le CAS informatique de la HEP-BEJUNE s'est déroulé entre août 2020 et octobre 2022. Il a permis à 10 enseignants d'informatique au secondaire 2 (sur 12 candidats au début du programme) de compléter leur formation académique et de pouvoir continuer à enseigner la DO informatique dans l'espace BEJUNE. La partie théorique de la formation était dispensée par des professeurs d'informatique de l'Université de Neuchâtel. La partie pratique, sur laquelle les étudiants étaient évalués pour obtenir leurs crédits, s'est déroulée selon un modèle collaboratif de classe inversée :

- les étudiants devaient produire à la fin de chaque semestre un scénario pédagogique (appelé séquence pédagogique, dans le cadre du programme) dans le contexte de la nouvelle DO informatique, et notamment en conformité avec les objectifs du PE cantonal correspondant, pour l'une au moins de leurs classes ;
- les séquences ainsi produites étaient mises à disposition de tous les étudiants, via une plateforme de gestion de contenus sur internet [6] ;
- les séquences étaient présentées et discutées en classe, testées par les étudiants dans leurs enseignements, partagées avec les collègues, et pour certaines réutilisées par eux ;
- les deux coordinateurs du programme évaluaient les séquences sur la base de critères prédéfinis, ainsi que deux autres participants pour chaque séquence, avec les mêmes critères, qui retournaient leur évaluation au candidat concerné et aux coordinateurs comme partie intégrante de leur travail pratique.

La majorité des candidats sont professeur de mathématiques, deux sont professeur de géographie et un professeur de droit. Au début de chaque semestre une discussion générale permet de fixer les sujets des séquences afin d'éviter des redondances et de garantir une large variété thématique par semestre et sur l'ensemble du programme. Au cours des quatre semestres, les sujets choisis évoluent d'une relative généralité (désinformation, harcèlement en ligne, internet, énergie/environnement) à des sujets de plus en plus consistants (bases de données, réseaux, robotique), avec en arrière-plan un intérêt persistant pour les algorithmes et la programmation.

A l'issue de cette formation, un retour réflexif a été demandé aux étudiants. Les séquences pédagogiques, ainsi que les retours réflexifs, ont été mis à disposition par les étudiants du CAS et par le cadre de la formation afin d'être étudiés pour cet article.

L'analyse de chaque séquence a porté sur 1) le contenu et l'évaluation ; 2) les modalités d'apprentissage et les stratégies pédagogiques ; et 3) le contexte d'apprentissage et la possibilité de la partager et de la réutiliser. L'analyse des retours réflexifs des participants à la fin de leur dernier semestre révèle :

- le développement et/ou l'approfondissement des connaissances en informatique, comprenant la découverte et la mise en pratique de certains types de logiciels (niveau des connaissances) ;
- le développement et/ou l'approfondissement des connaissances sur l'enseignement de l'informatique, son contexte historique, ainsi que les champs d'activité et de recherche en informatique (niveau culturel) ;
- l'engagement, la motivation, et l'intérêt des élèves ; l'identification des notions à leur présenter ; et les représentations développées par eux, ainsi que l'identification de leurs difficultés (niveau didactique) ;
- les modalités de travail en classe et la gestion des problèmes techniques (niveau de la mise en œuvre) ;
- le vécu, et en en particulier les connaissances et la maîtrise dans la discipline (niveau métier).

4. Discussion

La scénarisation pédagogique a évolué, passant d'une approche centrée sur l'enseignant à une approche centrée sur l'apprenant. Les modèles [7][8] aident à structurer les scénarios, à organiser les activités et à assurer la cohérence entre les objectifs pédagogiques, les contenus et les méthodes d'enseignement. L'avènement des technologies numériques a influencé comment les scénarios pédagogiques sont conçus, livrés, voire partagés [3], avec notamment l'utilisation de plateformes d'apprentissage en ligne, de simulation et de réalité virtuelle et augmentée ou de jeux sérieux. Un cadre conceptuel général (indépendant d'un langage de programmation ou d'un paradigme particulier) et applicable à tous niveaux d'enseignement [9], une fois complété par des techniques ou des méthodes spécifiques [10], permet d'adapter la mise en œuvre du concept de scénario pédagogique à l'enseignement de la discipline informatique.

L'Étude 1, de nature quantitative, porte sur la DO informatique dans un grand canton romand et permet d'avoir une vision transversale sur les qualités et le ressenti des enseignants en rapport avec le plan d'étude et ses objectifs. Les réponses aux différentes questions sont contrastées, notamment lorsqu'elles sont projetées sur les thèmes abordés. A ce moment spécial de la DO (l'année suivant son introduction), elle montre, dans une certaine mesure qui pourrait être précisée par une seconde étude plus poussée, que les difficultés sont liées en partie aux parcours précédemment accomplis par les enseignants dans leurs carrières. Les principales thématiques sur lesquels ils butent (ou non), ainsi que leurs élèves (ou non), soit *Réseaux*, *Algorithmique et programmation* et *Information et*

données sont des révélateurs de leurs limites actuelles, des seuils difficiles à passer. Il est aujourd'hui facile à un enseignant ayant été ingénieur réseaux d'enseigner les réseaux, alors que c'est compliqué pour un enseignant n'ayant pas eu, ou créé, dans son parcours académique et/ou son expérience professionnelle un lien avec ce domaine informatique. A ceci semblent s'ajouter des contraintes supplémentaires liées aux établissements, comme l'évaluation, la coopération entre collègues, les règlements et le matériel. On relève également des difficultés partagées au niveau élève : les concepts mathématiques sous-jacents qui demeurent une difficulté pour les élèves, le décalage entre le contenu à enseigner et les besoins des élèves dans certaines thématiques (*e.g.*, *ordinateur*, *machine physique* et *réseaux*), les élèves ne percevant pas l'intérêt de ces enseignements et les enseignants n'étant pas, de leur côté, toujours certains de ce qu'ils doivent enseigner.

Cette dernière remarque ressort aussi de l'Étude 2, non plus transversale, mais bien verticale, qui considère un petit groupe, assez homogène cette fois-ci pour ce qui est de leur parcours d'enseignants en cours de rattrapage formatif. Même si ces enseignants sont tous expérimentés (dans d'autres disciplines), on reconnaît dans le corpus des scénarios produits les signes d'une discipline nouvellement abordée : les objectifs d'apprentissage y sont peu catégorisés, traduisant une focale sur le savoir encore dénuée d'approche holistique, alors même que la motivation, l'intérêt et la curiosité des élèves sont mentionnés, comme difficulté ou comme volonté de l'enseignant. Les enseignants ne hiérarchisent pas explicitement les objectifs en termes de charge cognitive pour les élèves et n'abordent pas le niveau taxonomique des objectifs d'apprentissage cognitifs, alors qu'ils relèvent les difficultés des élèves avec certains savoirs. Si les liens entre objectifs d'apprentissage et contenus d'une part, et contenus et activités d'autre part, sont bien présents, ceux entre les objectifs d'apprentissage et les activités ne sont pas clairs, posant la question de l'alignement pédagogique.

Les retours réflexifs des participants au CAS-BEJUNE, quant à eux, fournissent de précieuses indications qualitatives sur leurs besoins, leurs apprentissages (lors de la formation), les difficultés qu'ils ont rencontrées et leurs questionnements.

Les enseignants rencontrent des difficultés pour s'approprier un contenu disciplinaire qui va au-delà des contenus à enseigner et qui leur permettrait de se sentir plus à l'aise devant les élèves. Ils ont des problèmes à identifier les ressources utiles dans le cadre de leur enseignement (soit par manque de ressources, comme c'est ressenti par les enseignants de Genève, soit au contraire par une surabondance comme dans le cas du CAS-BEJUNE). Le choix des logiciels et des matériels leur est parfois imposé, ce qui les limite et leur ajoute des contraintes s'ils ne les connaissent pas. Dans la mise en œuvre, ils sont confrontés à la gestion des problèmes techniques en classe, à l'accès inégal des élèves aux TIC, et à un manque de motivation et d'intérêt ressenti. Finalement, au niveau didactique, ils se questionnent sur les notions essentielles à transmettre, jusqu'où aller, et comment les transmettre de la meilleure manière aux élèves.

Pour résumer, en termes de besoins, il faudrait créer des espaces de ressources auxquels les enseignants auraient accès (Étude 1) et pourraient contribuer (Étude 2) ; définir des critères permettant de caractériser ces ressources afin d'en faciliter la recherche et le choix pour les enseignants ; et proposer des relations et des articulations entre les notions figurant dans les plans d'études et les stratégies, les méthodes et les ressources pour les mettre en œuvre.

5. Conclusion

Les deux approches, quantitative et transversale dans l'Étude 1, qualitative et verticale dans l'Étude 2, fournissent des informations sur les besoins des enseignants en rapport avec la discipline informatique devenue discipline obligatoire au secondaire 2. Si les résultats de la première peuvent aider à définir des stratégies et des politiques homogènes pour le déploiement de la DO au niveau d'un canton, le scénario pédagogique, comme aide à l'enseignement (de l'informatique aux élèves) et à l'apprentissage (de cet enseignement par les participants) s'est révélé au cours des deux années qu'a duré le CAS-BEJUNE être un outil précieux pour les enseignants. Il a permis aux étudiants à la fois de formuler des propositions, d'en discuter avec leurs collègues, d'apprendre ce qui se faisait par d'autres, d'en reprendre des éléments pertinents, de réagir et de s'améliorer au cours des semestres, et surtout de se libérer de leurs doutes en échangeant avec leurs pair(e)s. Il leur a été utile comme base de planification (des ressources nécessaires, dont le temps), de la préparation et de l'exécution de leurs leçons, mais surtout comme base de réflexion et comme base d'expérience, là où ces deux dernières bases manquaient pour la DO.

Ensemble, les deux études montrent qu'il existe un besoin réel d'outils pour accompagner l'introduction de la DO informatique dans les classes du secondaire 2 en Suisse. L'article identifie l'un d'entre eux : le scénario pédagogique, comme outil de travail pour les enseignants, certes, mais il n'y a là rien de nouveau. Mais surtout comme outil permettant la conception des nouveaux enseignements requis par l'augmentation soudaine des exigences en relation avec l'informatique et son corps enseignant. Le besoin est double. Il faut que des scénarios existent, mais il faut aussi que leur construction, leur gestion et leur mise à disposition permettent aux enseignants

de les trouver, les réutiliser et de les adapter, en fonction des besoins et des ressources disponibles, à leurs situations particulières.

Références

1. https://www.hep-BEJUNE.ch/fr/Formations-continues/Formations-postgrades/CAS/Enseigner-par-le-numerique/CAS-Enseigner-par-le-numerique.html (consulté le 11 août 2023).
2. https://www.unifr.ch/gyminf/fr/ (consulté le 11 août 2023).
3. Zahnd, J., Hurter, F., Vallat, P.-O. : Intégration des TICE dans l'apprentissage, une approche influencée par les objets pédagogiques, Actes de la Recherche No.4 de la HEP–BEJUNE, Bienne, Suisse (2005)
4. Lang, B. : L'informatique : Science, Techniques et Outils, INRIA (1998), https://edutice.hal.science/edutice-00685338/file/a1101f.htm (consulté le 18 août 2023).
5. Bruillard, É. : Acteurs et territoires de l'éducation à l'information : un point de vue « informatique. Dans Chapron F., Delamotte, E. : L'éducation à la culture informationnelle. Villeurbanne : Presses de l'ENSSIB, p. 68-75, (2010)
6. https://graasp.org
7. Brunet, O. : Un modèle de scénarisation pédagogique en vue d'un enseignement de la science informatique à l'école élémentaire dans une optique curriculaire : un travail mené dans le cadre du projet de recherche ANR IE-CARE. Education. (2019) https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03167844
8. Emin, V. : Modélisation dirigée par les intentions pour la conception, le partage et la réutilisation de scénarios pédagogiques, Thèse de doctorat, Lab. Informatique de Grenoble, Université Joseph Fourier, http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00545553/fr/ (2010)
9. Hazzan, O., Lapidot, T., Ragonis, N. : Guide to Teaching Computer Science - An Activity-Based Approach, Springer (2011).
10. Hermans, F. : The Programmer's Brain- What every programmer needs to know about cognition, Manning. (2021)
==========
11. https://www.ne.ch/autorites/GC/objets/Documents/Rapports/2001/01004_CE.pdf (consulté le 19 août 2023)
12. https://www.ne.ch/autorites/GC/objets/Documents/Rapports/2004/04043_CE.pdf (consulté le 19 août 2023)
13. https://www.ne.ch/legislation-jurisprudence/pubfo/ArrRegCE/Documents/2011/FO39_04_ACE_DECS_Ratification_PlanEtudeRomand.pdf (consulté le 19 août 2023)
14. https://ge.ch/grandconseil/data/texte/PL11477.pdf (consulté le 19 août 2023)
15. Concordat Harmos: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjwnqOQ5-iAAxVbg_0HHcQjCHEQFnoECA8QAQ&url=https%3A%2F%2Fedudoc.ch%2Frecord%2F96778%2Ffiles%2Fharmos-konkordat_f.pdf&usg=AOvVaw1TrdtK3A-ByFFuYzDbkd6-&opi=89978449 (consulté le 19 août 2023)
16. https://owl-ge.ch/IMG/pdf/PlanDirMITIC_10_110215.pdf (consulté le 19 août 2023)
17. https://edudoc.ch/record/131918?ln=fr (consulté le 19 août 2023)
18. https://www.ge.ch/document/12518/telecharger (consulté le 19 août 2023)

Annexe : l'informatique dans l'enseignement en Suisse et l'émergence de la DO

Dans les années 1970, quelques tentatives avaient vu le jour pour intégrer l'enseignement de la programmation à l'école [5]. Toutefois, ce n'est que suite aux développements de l'informatique dans les autres domaines (sciences, économie, et même politique) que l'introduction de l'informatique à l'école a commencé à devenir un thème.

Par exemple, entre 2001 et 2004, le projet « ICT 01-04 » [11], doté d'un budget de 11'900'000CHF et accepté à l'unanimité moins une abstention par le Grand conseil (GC) du canton de Neuchâtel (un canton peuplé alors de 165'500 habitants), équipe toutes les classes d'ordinateurs personnels et toutes les écoles de réseaux informatiques interconnectés (le Réseau pédagogique neuchâtelois) et connectés à Internet. Le volet logiciel en sera malheureusement abandonné et l'initiative, pourtant marquée comme un succès par un second vote du GC en 2006 [12] tombera lentement en désuétude. En 2007, le projet de loi PL10177, présenté par le Conseil d'État au GC genevois et ouvrant un crédit d'investissement de 30'850'000CHF pour le développement de l'administration cantonale en ligne (AeL), définit la dixième et dernière prestation proposée comme l'« Espace école en ligne », la première étant les « Impôts en ligne ». Le PL10177 sera bouclé par le GC en 2014 [13].

L'équipement des écoles en matériel informatique et leur connexion à Internet suscite des débats et des discussions entre les enseignants, mais aussi entre les parents d'élèves. Les questionnements portent aussi bien sur des problématiques spécifiques (la manière de mettre en place un programme d'enseignement efficace et adapté aux besoins des élèves, la formation des enseignants), que sur des problématiques plus générales (protection de la vie privée, fracture numérique entre les élèves qui ont accès à la technologie et ceux qui n'y ont pas accès, les coûts de l'équipement, les risques d'addiction aux écrans). Dans les deux exemples cantonaux ci-dessous, les approches et la compréhension de l'informatisation de l'École divergent entre le politique (maître des finances), l'administration (maîtresse de la technique à travers ses services informatiques) et les services de l'enseignement (sans véritable pouvoir, sinon celui de la connaissance des besoins et de ce qui se passe chez nos voisins).

Pendant ce temps, les régions linguistiques (alémanique d'un côté et latine de l'autre) mettent en place leurs premiers plans d'étude communs. Le plan d'études romand (PER) est introduit progressivement à partir de 2010 [14], alors que le plan d'études alémanique (Lehrplan 21) est toujours en cours d'introduction (élaboré entre 2010 et 2014 sous l'égide de la Conférence des directeurs de l'instruction publique de Suisse alémanique). Comment envisager dès lors qu'une nouvelle discipline, l'informatique, soit introduite en parallèle à des travaux d'harmonisation cantonale de plans d'étude et à l'introduction d'un concordat fédéral sur l'école obligatoire [15] qui suscitent une fronde politique dans plusieurs cantons ?
Quelques repères montrent le temps passé et les sujets abordés, avant l'introduction de la DO :

- entre 2011 et 2016, un plan directeur intitulé « Enseigner et apprendre à l'ère numérique » est construit par le Département de l'instruction publique du canton de Genève [16] ;
- en 2017, la Suisse met en place un plan national pour l'informatique à l'école ;
- en septembre 2017, un postulat du groupe libéral-radical est accepté au GC *neuchâtelois* (voir ci-dessus) pour une meilleure intégration du numérique à l'école ;
- approuvé au niveau fédéral en 2017 et entré en vigueur en août 2018, le plan d'études cadre Informatique pour les écoles de maturité remplace celui de 2008 [17] ;
- en 2018, le PER est révisé pour intégrer les nouveaux apprentissages relevant de l'éducation numérique pour la scolarité obligatoire ;
- en juin 2018, la Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique (CDIP) adopte une Stratégie nationale sur la numérisation dans le domaine de l'éducation ;
- fin 2018, la CIIP valide un Plan d'action en faveur de l'éducation numérique pour la Romandie et le Tessin ;
- en 2018, "L'école au service de la citoyenneté numérique" [18] est présenté par le DIP de Genève ;
- en 2019, les députés de la commission des travaux du GC genevois *rejettent* un projet de loi visant à équiper les établissements de matériel informatique ;
- en mars 2019 à Genève, une première version du Rapport du Conseil d'État au GC à l'appui d'un projet de décret portant octroi d'un crédit d'engagement pour le programme Éducation numérique s'appliquant aux écoles obligatoires et post obligatoires est mis en consultation, validé et soumis au Grand Conseil ;
- à la rentrée 2021, la science informatique est ajoutée au programme du Collège et de l'École de culture générale (enseignement secondaire 2) du canton de Genève ;
- en 2022, les députés de la commission des travaux du GC genevois *rejettent à nouveau* un projet de loi visant à équiper les établissements de matériel informatique ;
- à la rentrée 2022 enfin, dans le cadre du déploiement numérique du PER, le nouveau programme cantonal est généralisé en 9e année à Genève et déployé à titre expérimental en classes de 10e et 11e années.