



HAL
open science

Introduction Jalons pour une histoire de l'enseignement de l'informatique en France

Cédric Neumann, Camille Paloque-Bergès, Loic Petitgirard

► To cite this version:

Cédric Neumann, Camille Paloque-Bergès, Loic Petitgirard. Introduction Jalons pour une histoire de l'enseignement de l'informatique en France. Cahiers d'histoire du Cnam, 2022, L'informatique entre à l'école : vers une histoire de l'enseignement des sciences et techniques informatiques, vol.15 (1), pp. 09-28. halshs-04130679v1

HAL Id: halshs-04130679

<https://shs.hal.science/halshs-04130679v1>

Submitted on 16 Jun 2023 (v1), last revised 5 Jul 2023 (v2)

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 Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Introduction

Jalons pour une histoire de l'enseignement de l'informatique en France

Cédric Neumann

HT2S, Cnam

Camille Paloque-Bergès

HT2S, Cnam

Loïc Petitgirard

HT2S, Cnam

Les systèmes éducatifs des pays développés ont massivement intégré le numérique dans leurs enseignements¹. Cette pénétration a commencé en France dans la deuxième moitié des années 1960 par « *volonté politique d'introduction puis d'intégration de l'informatique dans le système éducatif* » (Baron, 1990). L'informatique est apparue d'abord dans l'enseignement supérieur, pour les cursus d'ingénieurs et de techniciens, puis est devenue, à partir des années 1970, et surtout dans les années 1980, un enjeu

d'enseignement pour le premier et le second degré. La diffusion des ordinateurs dans les systèmes scolaires s'est opérée dans le cadre de l'allongement de la scolarité et de l'accroissement des effectifs scolaires. Elle accompagne la création du « collège unique » puis l'autonomie des établissements à partir de 1983. À cette transformation du système scolaire, s'ajoute la volonté de construire une industrie informatique française d'abord dans le cadre du Plan calcul (1966-1975). Dans les années 1980, le ministère de l'Industrie voit dans l'expansion de l'équipement informatique du système scolaire une opportunité de faire apparaître un champion national, la com-

¹ Les auteurs tiennent à remercier chaleureusement Catherine Radtka et Renaud d'Enfert pour leur relecture attentive et leurs commentaires et conseils avisés.

pagnie Thomson, dans la production de micro-ordinateurs.

Au sein d'une institution comme le Conservatoire national des arts et métiers, les « cycles d'information »² annuels sur la mécanographie³, organisés à partir de 1948 par le professeur de la chaire Techniques financières et comptables des entreprises André Brunet dans le cadre de l'Institut national des techniques économiques et comptables (INTEC), ont constitué un des socles sur lequel s'est développé un enseignement de l'informatique appliqué à la gestion. Le brevet de programmeur sur calculatrices électroniques qui est créé en 1957 par Alexis Hocquenghem, professeur sur la chaire Mathématiques appliquées, à la demande des constructeurs de matériels, est l'étape décisive vers l'intégration de l'informatique au cursus du Cnam. En effet, l'enseignement s'y fait plus théorique que les formations habituelles des constructeurs, lesquels assurent des travaux pratiques

² Les « cycles d'information » du Cnam étaient destinés à des utilisateurs dans lesquels d'autres utilisateurs présentent leurs expériences : ils ne sont pas intégrés à un cursus d'enseignement.

³ La mécanographie désigne l'ensemble des machines permettant la rationalisation du travail administratif dans une perspective d'augmentation de la productivité. Après la Seconde Guerre mondiale, la notion tend à correspondre plus étroitement aux machines comptables et aux grands ensembles à cartes perforées. Dans les années 1950-1960, les ordinateurs sont considérés initialement par les gestionnaires comme une nouvelle série de machines mécanographiques prolongeant et amplifiant les possibilités des grands ensembles. À partir du milieu des années 1960, ils sont assimilés à un élément d'un phénomène nouveau, l'informatique, dont les propriétés managériales sont construites en opposition à la mécanographie (Neumann, 2013).

aux élèves. Le succès rencontré par le brevet conduit à la création en 1962 d'un diplôme d'études supérieures techniques (DEST), comportant deux spécialités : calcul scientifique et gestion. Cette première institutionnalisation de l'enseignement de l'informatique est achevée par la création de l'Institut d'Informatique d'Entreprise (IEE) en 1967, habilité à délivrer un titre d'ingénieur (Neumann, 2013). Les « Mathématiques appliquées » sont le berceau des formations plus spécialisées, notamment celles des ingénieurs en informatique, au sein du département qui deviendra le département Mathématiques-Informatique (Neumann, Paloque-Bergès & Petitgirard, 2016). Parallèlement, des expérimentations portent sur des dispositifs d'enseignement médiatisé par les technologies, de la télévision à l'informatique, dont le Conservatoire marquera l'histoire – avec par exemple ses écrans d'ordinateurs qui deviennent des « *super tableaux noirs* » (Baron, 1990), et le programme « Télé-Cnam », un enseignement télévisé diffusé sur l'ORTF, comprenant un cours d'informatique très suivi (Hayat & Petitgirard, 2014). Ce cheminement institutionnel n'est pas strictement illustratif de l'état des choses en France, mais est néanmoins à l'image d'une pénétration hétéroclite et diffractée de l'informatique dans le supérieur. Dans le cas du Cnam, l'informatique a remis en cause les frontières entre les enseignements techniques, mathématiques et économiques qui structuraient et hiérarchisaient les parcours de formation, et s'est rapidement mise au service de nouvelles formes et méthodes pédagogiques.

Un certain nombre de travaux socio-historiques sur les filières spécialisées d'enseignement à l'informatique dans le contexte industriel ont ouvert plus largement ce champ de recherches (notamment Grossetti, 1995 ; Neumann, 2013). La conjonction académico-industrielle est patente dans les premiers enseignements de l'informatique et assistés par l'informatique. La formation se fait alors *in situ*, ou plus exactement s'invente dans le cadre de la construction d'ordinateurs et de leur programmation directement « sur pièces ». Alors que la discipline « informatique » n'existe pas encore, c'est un recrutement *ad hoc* selon des compétences largement développées au sein de formations de haut niveau aux mathématiques⁴, donnant lieu à des moments atypiques dans l'histoire de l'enseignement de ce nouveau domaine – comme en atteste la formation et de la contribution des « *filles de l'ENIAC* », épisode illustrateur d'une conjonction encore déparée des normes qui vont réduire socio-démographiquement l'entrée dans la discipline alors que le métier se formalise et se valorise dans les décennies suivantes (Light, 1999). Ce moment original est rapidement suivi, aux États-Unis, de premiers développements de formation guidés par des constructeurs, dès 1958 chez IBM ; en France, Bull et IBM, à partir de 1957, participent

à l'enseignement du brevet de programmation du Cnam (Neumann, 2013). Puis, les expérimentations universitaires sont financées, en particulier en équipement matériel, par des firmes informatiques, comme par exemple sur le projet états-unien PLATO (*Programmed Logics for Automatic Teaching Operations*, puis *Programmed Learning and Teaching Operations*) en 1960 à l'université d'Illinois, en collaboration avec Control Data (Rankin, 2018). Ces diffusions et appropriations universitaires, notamment dans les travaux comme les loisirs étudiants, sont une première expérience de « popularisation » de l'informatique, comme l'avance l'historienne Joy Lisi Rankin, à travers l'usage de terminaux reliés à un ordinateur central qui permet de s'essayer à l'écriture de la programmation ou à la conversation électronique. En France, à partir de la deuxième moitié des années 1960, les constructeurs ainsi que les SSII demandent une prise en charge par l'enseignement supérieur de la formation professionnelle à l'informatique de manière à réduire leurs propres activités dans ce domaine (Neumann, 2013). Les comparaisons internationales entre ces pénétrations et appropriations des innovations industrielles dans les institutions du savoir (et les allers-retours et réciprocitys qui en découlent) restent encore à être étudiées, dans la mesure où le panorama historique des débuts de l'enseignement de l'informatique est encore tributaire d'éclairages ponctuels sur des projets spécifiques – à l'exception des histoires états-uniennes des grands programmes de développement de sciences informatiques

⁴ Plus généralement, la voie mathématique est longtemps un canal de redirection pour l'initiation à l'informatique ; c'est un des facteurs d'explication de la difficulté pour les publics féminins à entrer dans la filière, la voie scientifique en général et mathématique en particulier étant historiquement occupée largement par les publics masculins (Bencivenga, 2012, p. 70).

comme ceux mis en place par l'Association of Computing Machinery (ACM), largement exploités par les historiens⁵. En France, l'histoire de l'enseignement de l'informatique est encore largement portée par l'association Enseignement Public & Informatique (EPI), en activité depuis un demi-siècle⁶. Fondée en 1971 par les premiers enseignants formés à l'informatique lors de l'expérience des « 58 lycées »⁷, elle dispose d'une position d'expertise dans les usages pédagogiques de l'informatique qui lui permet d'être consultée lors de la mise en œuvre des plans d'informatisation par le Ministère de l'Éducation nationale ainsi que par la Direction des lycées⁸ et celle des collèges.

⁵ Voir par exemple les publications de la revue *IEEE Annals of the History of Computing* [URL : <https://ieeexplore.ieee.org/>], organe de référence de l'histoire de l'informatique, en particulier auprès de la communauté états-unienne de sciences informatiques dont la revue est issue.

⁶ Association Enseignement Public & Informatique [URL : <https://www.epi.asso.fr>].

⁷ L'expérience des « 58 lycées » a été initiée en 1970 par la formation approfondie à l'informatique d'enseignants de toutes les disciplines. Ces derniers devaient introduire la démarche informatique dans l'enseignement de leurs disciplines notamment par la réalisation de logiciels pédagogiques. Leurs travaux sont coordonnés par l'INRP et sa section Informatique et Enseignement. Ensuite, entre 1972 et 1976, le Ministère fournit à 58 lycées des moyens spécifiques pour s'équiper en matériel informatique.

⁸ En 1974, la Direction générale des enseignements élémentaires et secondaires (DGESCO) est supprimée et est remplacée par trois entités : la Direction des écoles, la Direction des collèges et la Direction des lycées. La Direction des collèges prend en charge la pédagogie relative au premier cycle, la gestion de la vie scolaire et l'élaboration de la carte scolaire. La Direction des lycées élabore la politique d'enseignement du second

Ce numéro des *Cahiers d'histoire du Cnam* a l'ambition de poser quelques jalons dans l'évolution de l'enseignement de l'informatique, depuis son introduction jusqu'à son institutionnalisation et positionnement comme savoir légitime, discipline académique et domaine de recherche et développement (R&D) ; ainsi que d'en tirer quelques problématiques fondamentales pour des recherches futures. S'il ne traite pas de la question plus large des usages innombrables du numérique et de la numérisation généralisée des systèmes scolaires, il présentera matière à réflexion pour ce qui relève de l'informatique au service de l'enseignement (EAO, pour Enseignement assisté par ordinateur⁹). Un premier jalon consiste, à travers les pages qui suivent, à rendre visibles les recherches qui prennent pour objet les pratiques et théories de l'enseignement de l'informatique et sciences du numérique, et/ou l'inclusion de celles-ci dans des enseignements d'autres disciplines. Si le numéro ne peut, en l'état des recherches actuelles, couvrir tous les sujets, il souhaite cependant lancer quelques interrogations sur le sujet, ceci à tous les niveaux et dans une variété de formes scolaires (y compris les apprentissages formels, non formels et informels¹⁰),

cycle à la fois de l'enseignement général et de l'enseignement technologique. En 1986, la Direction des collèges et celle des lycées fusionnent pour créer la Direction des collèges et des lycées. Entre 1981 et 1985, le poste de directeur des lycées est occupé par Claude Pair, professeur d'informatique à l'Institut polytechnique national de Lorraine.

⁹ De l'anglais *Computer-based training* ou CBT.

¹⁰ CEDEFOP, *Terminology of European education and training policy. A selection of 100 key terms*. Luxembourg : Office for Official Publications of the

ainsi que dans la diversité des enseignants et publics apprenants.

Alors que l'on parle de « numérisation » croissante des sociétés, l'enseignement du numérique – ne parlons même pas de l'enseignement de ses usages ! – concerne le mille-feuille complexe des systèmes informatiques – de l'infrastructure aux applications, du matériel au logiciel, des machines aux réseaux des systèmes et réseaux numériques, et varie selon l'approche disciplinaire et le lieu et la spécialité d'enseignement. La définition de P. Dreyfus de 1962 du néologisme « informatique » (contraction d'« information » et « automatique ») recouvrait « *un ensemble de sciences et de techniques relatives au traitement automatisé de l'information* » (Legrenzi, 2015, p. 22). Une nouvelle définition consensuelle au tournant du XXI^e siècle inclut les « *processus algorithmiques qui décrivent et transforment l'information : leur théorie, l'analyse, la conception, l'efficacité, la mise en œuvre et l'application* » (Grandbastien, 2012).

Autour d'un modèle occidental de référence, regroupant des scientifiques et des industriels, porté par la société savante de l'IFIP (*International Federation for Information Processing*) – qui est parrainée par l'UNESCO depuis 1960 - la « *computer education* » (éducation à l'informatique) se diversifie rapidement dans

ses objets comme ses formes, notamment sous l'influence des questions générales d'éducation intégrant l'informatique :

La lecture des actes de la première conférence organisée par l'IFIP sur l'informatique et l'éducation à Amsterdam en 1970 (1-IFIP 70) montre déjà que les contributions sont regroupées autour de deux grands thèmes : « *computer education* » (la plus importante en volume), et « *uses of computers in education* ». Les communications à la seconde, en 1975, révèlent une grande diversité (et donc une activité multiforme), que ce soit sur la formation de spécialistes en gestion, sur l'enseignement de la programmation, sur l'« Enseignement Assisté par Ordinateur » et la « technologie éducative », ou sur des thèmes qui devaient bientôt se développer, comme « *computer literacy* » et « *computer awareness* » (Baron, 1990, p. 62).

La question de l'apprentissage des langages informatiques – que l'on parle de « programmation » ou de « code », selon le contexte – en tant que nouvelle forme d'alphabétisation, littéracie fondamentale en ce début de nouveau millénaire, est au cœur des débats sur l'école depuis maintenant plusieurs décennies (David, 2015). En effet, l'informatique comme savoir à transmettre comprend non seulement, au-delà de ses aspects logiques et mathématiques, une conception numérique de l'information, mais s'ouvre aussi à des enjeux plus généralement culturels, comme le montre par exemple la prise en charge de la thématique sous un angle éthique et culturel par l'Unesco depuis les années 1980 (Polhe, 2015).

European Communities, 2008 [URL : <http://europass.cedefop.europa.eu/fr/education-and-training-glossary>].

Le rôle de l'enseignement de l'informatique dans les transformations contemporaines des systèmes scolaires, la manière dont celles-ci ont été saisies par des politiques scolaires et la genèse de ces dernières demeure un champ de recherches encore peu exploité par les sciences sociales malgré l'omniprésence du numérique. Les questions des politiques d'incitation, d'encadrement et d'orientation de cette transmission, ainsi que celle de la réception de celles-ci, de l'appropriation des compétences informatiques par les métiers de l'enseignement (des professeurs et enseignants associés aux documentalistes et personnels administratifs), les pratiques amateurs et la diversité de situation d'apprentissage dans une variété de contextes socio-économiques et culturels sont donc posées en creux de ce numéro.

Les perspectives historiques présentées dans ce volume sont issues de diverses disciplines – portant sur une période allant des années 1950, avec l'entrée en scène des formations pré-informatiques (Neumann, 2013) jusqu'à aujourd'hui. Et comme à son habitude, la revue s'ouvre à des approches documentaires.

L'informatique entre à l'école : enseignement des sciences du numérique dans le premier et le second degré

Un premier aspect du développement du numérique dans l'enseignement renvoie à l'analyse historique et sociolo-

gique de l'introduction de l'informatique dans les *curricula* scolaires du second degré puis du premier.

En France la période, qui s'étend des années 1970 à la fin des années 1980 dans la lignée du Plan Calcul (1964-1975), est marquée par la succession de plusieurs plans de promotion des usages scolaires de l'informatique dans le secondaire : l'expérience nationale des « 58 lycées » (1970-1976), le plan des « 10000 micros » (1978-1981), le plan d'équipement en micro-ordinateurs « grand-public » (1983), celui dit des « 100000 microordinateurs et 100000 enseignants formés » (1984) et enfin « Informatique pour tous » (IPT) (1985-1988). Des expérimentations poussées sur l'apprentissage ludique du code – à commencer par les célèbres tortues du langage LOGO, sont mises en place dans cette période. Dans ce dossier, Gilles Blain, Gérard Nowak, Didier Vaudène, reviennent ainsi sur les expériences LOGO qu'ils ont initiées dans le cadre d'une expérimentation pédagogique de grande ampleur, les qualifiant de « *pratique active de l'informatique à l'école* ». Le « *moment LOGO* » signale l'intérêt accru des informaticiens pour une didactique de la programmation.

Cette expérience est représentative des modalités d'introduction de l'informatique dans l'enseignement en France. En effet, la reconnaissance d'une démarche de pensée informatique définie par le raisonnement algorithmique s'accompagne d'une place marginale de l'enseignement

disciplinaire de l'informatique¹¹. Celle-ci apparaît avant tout comme un outil permettant d'enseigner autrement les autres disciplines et de faciliter leur compréhension par les élèves. Cette pratique pédagogique où l'informatique n'est pas une fin en soi mais un support pour l'apprentissage de problèmes complexes se retrouve dans d'autres pays occidentaux industrialisés, comme en témoigne par exemple cet avis au ministre de l'Éducation canadien en 1983 :

Le renforcement des facultés analytiques est lié au mode d'apprentissage « par le faire » que permet cette technologie. En tant qu'outil personnel qui permet d'enregistrer les données de l'environnement et d'en simuler les relations, l'ordinateur crée un milieu propice à l'apprentissage expérimental qui développe l'esprit d'analyse. Dans la mesure où l'enseignement dispensé par le professeur respectera l'équilibre entre l'expérimentation et les calculs par informatique, d'une part, et l'acquisition des fondements de la connaissance, d'autre part, la qualité de la réflexion scientifique s'en trouvera améliorée. L'étude de la loi de Kepler par exemple, pourra être davantage centrée sur sa portée que sur

les calculs pour démontrer que la trajectoire suit une courbe elliptique. L'ordinateur utilisé intelligemment permet de libérer la pensée du « comment » pour se concentrer sur le « pourquoi » des phénomènes et le lien entre le « comment » et le « pourquoi »¹².

La faiblesse de l'enseignement disciplinaire et technique de l'informatique dans le premier et le second degré s'explique aussi par l'importance accordée à la sensibilisation au sujet. En France, dès le début des années 1970, la Délégation à l'informatique¹³ considère que cette mission de sensibilisation constitue la priorité véritable de la formation en informatique devant celle des spécialistes. En effet, la sensibilisation, conformément aux analyses des Sociétés de services et d'ingénierie en informatique (SSII), doit permettre de former une population d'utilisateurs non spécialistes favorables à l'informatique et au dialogue avec les informaticiens. Sa mise en œuvre suppose la mobilisation de l'enseignement secondaire puis primaire, prioritairement, donc, axé sur les lycées dans la mesure où il s'agit

11 Une option informatique pour les lycées est créée en 1981 mais elle ne conduit à une épreuve du baccalauréat qu'en 1988 puis est supprimée en 1991. Les *Bulletins de l'EPI* permettent de reconstituer l'histoire de cette option. Comme nous le suggère Renaud d'Enfert, antérieurement on peut signaler la création du baccalauréat de technicien « Techniques informatiques et programmation » (section H) en 1968, dans le cadre de la réforme Fouchet du second cycle de 1965. Cette section n'a rassemblé que des effectifs limités. Durant les années 1970, entre 400 et 500 élèves sont, chaque année, diplômés d'un baccalauréat H.

12 « Informatique et télématique dans l'enseignement supérieur ». Avis au ministre de l'Éducation, avril 1983 [URL : <https://www.cse.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2021/05/50-0318-AV-linformatique-et-telematique-dans-lenseignement-superieur.pdf>].

13 La Délégation à l'informatique ou Délégation générale à l'informatique est un organisme interministériel créé dans le cadre du Plan Calcul. Elle a pour fonction de coordonner les politiques visant à développer l'industrie française de l'informatique. Associée avec le ministère de l'Éducation Nationale, la Délégation définit la politique nationale de formation à l'informatique. Elle disparaît en 1974 lors de la liquidation du Plan calcul par Valéry Giscard d'Estaing.

d'abord de sensibiliser de futurs cadres à l'informatique dans un contexte où l'unification du second degré n'est pas achevée ; elle est ainsi à l'origine de l'expérience fondatrice des « 58 lycées » (Neumann, 2013). Cette transformation de l'informatique en élément de « culture générale » sera amplifiée d'abord par les plans d'informatisation de l'école des années 1980 puis par l'expansion des ordinateurs personnels et des réseaux numériques dans les années 1990. Décentrés par rapport au pur contenu technique, réservés aux spécialistes, les apprentissages visent de plus en plus à familiariser l'utilisateur général à l'interface informatique, et l'enseignement de la matière se diversifie considérablement, dans le cadre général d'apprentissage des compétences numériques à l'école, visant à former de nouveaux citoyens, usagers, consommateurs des nouvelles technologies. Cela se voit bien avec la mise en place du brevet informatique et internet (B2i), passé à la fin du collège, remplacé en 2018 par le « *cadre de références des compétences numériques* » pour l'école et le collège et le lycée¹⁴. Cette évolution est congruente avec la volonté de faire de l'école un lieu d'apprentissage des compétences, des « *marketable skills* », c'est-à-dire des savoir-faire et des savoir-être utiles aux entreprises.

L'introduction de l'informatique à l'école s'est accompagnée d'un grand

nombre de recherches en sciences pédagogiques et de l'éducation, dont Jacques Perriault (1985) rappelle la généalogie, en rapport avec l'apprentissage assisté par machines, depuis la fin des années 1950 : à commencer par l'Institut pédagogique national¹⁵, lieu d'expérimentation pour la télévision scolaire et l'enseignement programmé, et qui abrite à partir de 1967 une Division des Applications Expérimentales et un Centre de Documentation sur l'Enseignement Programmé ; et à partir de 1971, un groupe d'études sur l'informatique pour la pédagogie. La diversification – et la spécification – des usages de l'informatique est en marche. Jusqu'en 1987, l'INRP (Institut national de recherche pédagogique) a la charge de la recherche, de la conception et de l'évaluation des logiciels pédagogiques.

Une série d'innovations techniques dans les années 1980, poussée par la diffusion de la micro-informatique, stimule la production de didacticiels, notamment les capacités graphiques, les supports (vidéodisques, CDROM...), des périphériques souples facilement appropriables (souris, stylos numériques...). L'idée de « package multimédia », née dans la décennie précédente, reçoit « *une nouvelle acception, où l'ordinateur joue désormais un rôle central pour acquérir, traiter et distribuer de l'information de manière individualisée, éventuellement à*

¹⁴ Document mis en ligne sur le site du Ministère de l'éducation nationale « Évaluer et certifier les compétences numériques », octobre 2022 [URL : <https://eduscol.education.fr/721/evaluer-et-certifier-les-comp-etences-numeriques>].

¹⁵ Ainsi nommé de 1956 à 1970, l'IPN se scinde par la suite en deux entités : l'Institut National de Recherche Pédagogique et l'Office Français des Techniques Modernes d'Éducation ; il est appelé aujourd'hui Institut français de l'éducation.

distance grâce à la télématique » (Baron, 1990, p. 64). Dans les pages qui suivent, Jean-Noël Lafargue s'essaie à un petit exercice d'« *archéologie d'un carton de l'Informatique pour tous* » où les composants d'un de ces « packages » font programme. La description minutieuse du contenu de ce carton, lié à un groupe scolaire normand dans les années 1980, donne à voir quelques vestiges matériels, en particulier l'ordinateur TO7/70, l'ordinateur le plus diffusé dans le cadre de l'opération. Il laisse ainsi entrevoir la possibilité d'une histoire vivante de cet épisode grâce aux logiciels en état de marche et d'approcher l'expérience vécue par les enseignants et les élèves des milliers d'établissements scolaires concernés. Dans une perspective patrimoniale, Isabelle Astic présente également dans ce dossier une autre série de matériels, les Goupil G3, achetés et diffusés dans les établissements dans le même cadre de l'IPT, en tant qu'éléments formant des nanoréseaux informatiques. Trois exemplaires de ces matériels font aujourd'hui partie d'un fond en provenance de la société SMT-Goupil, conservé au Musée des arts et métiers. Isabelle Astic retrace la constitution de ce fond, tout en rappelant l'histoire de la société SMT et la marque qu'elle a laissée dans l'histoire de l'industrie micro-informatique française.

Un dernier aperçu sur l'enseignement des sciences du numérique dans le secondaire est donné dans l'article d'Antoine Meyer et Simon Modeste, qui analysent le rôle du logiciel Algobox dans la transposition didactique du concept d'al-

gorithme. Il s'agit d'une analyse épistémologique et didactique de phénomènes curriculaires relatifs à l'enseignement de l'algorithmique au niveau du lycée, sur la période 2009-2019. Les auteurs montrent les difficultés d'ordre conceptuel et didactique qui touchent le projet incarné par Algobox.

Écoles, instituts et universités : formation à l'informatique et au numérique dans le supérieur

On peut se demander quels facteurs ont poussé diverses institutions – universités, écoles de commerce et d'ingénieurs – à développer l'enseignement de l'informatique, quels acteurs y ont promu le nouvel enseignement, sous quelle forme, comment celui-ci s'est intégré à des cursus préexistants et de quelle manière il les a modifiés. Les expériences informelles des personnels enseignants et techniciens de l'éducation avec les nouvelles machines informatiques et en réseau ne sont pas limitées à des expérimentations technologiquement avancées, mais elles se sont également appuyées sur des outils numériques en train de se fondre dans le quotidien des communications – comme cette tentative, parmi une myriade d'autres, d'enseigner un cours d'informatique théoriquement complexe (*Common Lisp for Artificial Intelligence*) à travers le médium du message électronique de liste de diffusion (Watt, 1995). De fait, les enseignants, en tant qu'utilisateurs de ces nouvelles technologies, sont force de proposition et d'expérimenta-

tion ; ils sont aussi bien imprégnés d'une culture collaborative enrichie par l'esprit communautaire des utopies numériques que par les savoirs et pratiques auxiliaires des sciences, comme la documentation (Le Deuff, 2010).

Des travaux séminaux ont été menés permettant de positionner les formations d'ingénieurs en informatique en écoles dans les logiques d'une économie territoriale, de délocalisation des compétences, de stimulation d'industries locales via la formation de ressources humaines qualifiées (Grossetti, 1991, 1995). D'autres ont été menés sur la genèse et l'évolution de la recherche en informatique, à travers la formation à la recherche de haut niveau dans une discipline aux contours encore incertains et la constitution d'enseignements en lien avec les besoins industriels (Grossetti & Mounier-Kuhn, 1995 ; Beltran & Griset, 2006). Il est important dans ce cadre de rappeler que des étudiants ingénieurs sont recrutés précocement comme doctorants, par exemple (Neumann, 2013 ; Paloque-Bergès & Petitgirard, 2017). Mais le milieu universitaire de l'enseignement de l'informatique est profondément marqué par l'interdisciplinarité, dans la lignée des courants cybernétiques (Le Roux, 2018) :

Pour des raisons tenant pour les uns aux utilisations de l'informatique dans l'enseignement programmé et pour les autres à un intérêt pour la programmation et les modèles informatiques du psychisme, des psychologues de l'apprentissage, behavioristes puis cognitivistes, se sont depuis longtemps

intéressés au sujet. Les spécialistes de l'Intelligence Artificielle, généralement rattachés à l'informatique, ont également mené depuis les origines des recherches sur l'apprentissage, aux confins de l'informatique et de ce qui est devenu les sciences cognitives (Baron, 1990, p. 60).

Se posent d'abord des questions d'équipements, dans une course à la modernité accompagnée d'une forme de standardisation des contenus comme des moyens. L'avis au ministère canadien déjà cité rappelle ainsi qu'en 1983, une université pionnière dans le numérique comme Stanford accueille des professeurs et employés administratifs qui sont équipés à domicile à plus de 25 % (ordinateur personnel ou terminal branché sur l'ordinateur de l'université) :

<i>Répondants %</i>	<i>Tâche</i>
81	Traitement de textes
81	Transmission de textes (ou autres choses) à une imprimante de haute qualité
72	Accès à des banques de documents (bibliothèques)
70	Stockage et gestion des données
64	Transmission et réception des communications
64	Utilisation des banques de données de Stanford

Pour contribuer à documenter le développement des formations à l'informatique dans différentes institutions, nous avons choisi de donner la parole à deux acteurs, dont les témoignages sont publiés dans ce dossier. Pierre Lescanne décrit, sur la période 1964-1973, sa propre découverte de l'informatique dans

le contexte nancéen, dans sa singularité, et le cheminement plus collectif qui a fait émerger la discipline informatique à l'université de Nancy. Bruno France-Lanord éclaire quant à lui l'impulsion donnée à la micro-informatique dans les activités de la chaire de Théorie et systèmes d'organisation, au Cnam, dans les années 1970. Il a été le collaborateur le plus proche de Bruno Lussato, professeur du Cnam titulaire de cette chaire à partir de 1970, qui a voulu faire de l'établissement un lieu tremplin de la micro-informatique en France, à travers un laboratoire dédié, des séminaires et des actions en direction des entreprises, en conjuguant micro-informatique et décentralisation des organisations.

Ce témoignage a également fourni l'occasion à Camille Paloque-Bergès et Loïc Petitgirard de produire un article de synthèse sur la formation et l'évolution des départements pédagogiques et laboratoires scientifiques du Cnam dans le domaine de l'informatique. Ils montrent comment la micro-informatique dans tous ses aspects est saisie au Cnam et par quels acteurs, faisant de cet outil et de ce tournant un enjeu d'innovations dans les formations. Ils donnent à voir que le passage par le domaine émergent de la micro-informatique, à partir de recherches et d'expérimentations d'enseignants-chercheurs comme Bruno Lussato et Bruno France-Lanord, sort de la salle de cours pour déployer un regard plus large sur les évolutions sociales dans leurs rapports aux organisations et aux politiques économiques.

De nouvelles analyses des formations en informatique dans le supérieur pourraient souligner les éventuels conflits se nouant autour de la construction des savoirs informatiques ; s'intéresser à la façon dont l'élaboration de *curricula* informatiques permet à ces établissements du supérieur de défendre des positions dans différents champs ou sous-champs (par exemple le champ économique, le milieu des grandes écoles etc.), non seulement aux niveaux locaux et nationaux, mais aussi dans ses dynamiques mondialisées. En effet, le développement des formations à l'informatique en France doit être repensé historiquement dans le contexte des incitations au « *rattrapage* » du « *retard français* » en matière de nouvelles technologies et d'informatique en particulier (Paloque-Bergès & Petitgirard, 2021 ; Bouchard, 2008). En ceci, l'enseignement en informatique rejoint les formations en gestion, puisque cette rhétorique du retard peut être comprise dans la relation problématique au modèle américain du management d'entreprise (Neumann, 2013 ; Mounier-Kuhn, 2010). Ainsi dans ce numéro, Cédric Neumann montre qu'à la fin des années 1960 et dans la première moitié des années 1970 l'informatique se développe à l'École centrale des Arts et Manufactures comme un enseignement de gestion destiné à maintenir le rang de celle-ci dans le champ des grandes écoles. L'informatique apparaît comme un des éléments les plus importants d'une politique de modernisation de son enseignement visant à faire des Centraliens davantage des managers que des techniciens.

Enfin, les écoles offrent un terrain à des investigations sociologiques sur les profils des apprenants comme sur les stratégies et politiques, ainsi que les enjeux économiques de leurs enseignements. En ceci, une observation des écoles privées est fondamentale. En effet, pour prendre l'exemple de la France, l'existence de formations publiques à l'informatique n'empêche pas de nombreuses créations d'écoles privées spécialisées dans l'informatique des années 1960 à nos jours. Mis à part quelques études sur la période très contemporaine, et leurs liens forts au secteur entrepreneurial (Vicente, 2017, 2018), ce secteur de l'enseignement privé demeure très mal connu. L'attitude de l'État envers ces écoles, leur légitimité, leurs relations avec l'industrie et leurs débouchés par rapport aux formations publiques restent relativement peu documentés. Michaël Vicente éclaire, dans ce numéro, un aspect important des conditions de recrutement et d'effet de hiérarchisation des écoles privées d'informatique entre 1960 et 2000, via l'analyse de leurs tests de sélection à l'entrée.

Les écoles les plus récentes, celles qui se revendiquent ouvertement de l'apprentissage du code (rejetant les dimensions académique, théorique et disciplinaire liée à la programmation), comme par exemple, l'École 42 fondée par Xavier Niel, sont caractérisées par une forte hostilité envers le système scolaire tout en recevant le soutien de l'État (Dupuy & Sarfati, 2022). L'analyse de ces écoles renseigne sur la manière dont l'État conçoit l'évolution des missions de l'enseignement et la

place des entreprises au sein de celles-ci. Mathilde Krill, dans nos pages, décortique le modèle pédagogique de l'autonomie (ou « *pédagogie active* ») dans l'école Codon¹⁶ à l'aune de sa réception par les étudiants, des pratiques effectives de l'encadrement et du succès du recrutement subséquent. Ainsi, les écoles privées peuvent être interrogées en termes de trajectoires scolaires de leurs élèves et étudiants, de rapport aux inégalités et à la méritocratie.

Des enquêtes historiques devraient à l'avenir compléter l'analyse ethnographique des pédagogies alternatives mises en œuvre par ces écoles privées. En effet, à partir des années 1960-1970, l'enseignement public, notamment l'INRP, a introduit des pratiques et des expériences inspirées des pédagogies alternatives (Viaud, 2005). Dans les années 1980, l'informatique apparaît comme un moyen de réaliser ces dernières. L'ordinateur est, en effet, présenté comme pouvant créer une relation pédagogique valorisant la créativité, l'autonomie de l'élève et sa confiance en soi par rapport aux interactions directes avec l'enseignant, alors que cette relation est encore marquée par l'autorité du jugement professoral¹⁷ ; cela reste toutefois une interrogation critique de recherche à poser et renseigner, ne serait-ce que pour aller au-delà des mythes classiques liés à cette autorité et au cadre scolaire. En

¹⁶ Le nom de l'école a été modifié pour garantir l'anonymat des enquêtés.

¹⁷ Ce point apparaît régulièrement dans la revue *Éducation et Informatique* (proche des éditeurs et du ministère de l'Éducation Nationale) ainsi que dans les *Bulletins de l'EPI*.

retracant le passage de ces préoccupations de l'enseignement public aux écoles privées, on pourrait retracer le processus plus général de captation des pédagogies alternatives par les politiques néolibérales (Mas, 2019).

Des politiques technoscientifiques aux politiques scolaires

Pour aller plus loin dans les problématiques esquissées dans les deux premiers axes, on doit s'interroger sur les politiques scolaires mises en place pour l'enseignement de l'informatique et des sciences du numérique. Modèles pédagogiques, modèles managériaux, modèles scientifiques... Quel rôle les acteurs étatiques ont-ils attribué à l'informatique, puis au numérique, dans les modèles d'enseignement et de formation ? Comment ces modèles ont-ils évolué depuis la politique d'incitation à la formation des ingénieurs en informatique des Trente Glorieuses ?

L'expansion des outils informatiques dans l'enseignement ainsi que l'intrusion croissante d'entreprises privées du secteur numérique dans celui-ci s'explique largement par des décisions de politique scolaire, et peuvent donc être appréhendées à travers les transformations globales de l'école et de ses missions depuis les années 1970. On peut avancer que l'enseignement de l'informatique a joué – et continue de le faire – un rôle crucial dans l'émergence d'une école néo-libérale orientée vers l'employabilité de ses élèves, leur intériorisation d'un esprit d'entreprise et la produc-

tion de l'innovation (Jones 2011 ; Clément, Dreux, Laval & *al.*, 2011 ; Tanguy, 2016). Cependant, à quelles questions scolaires l'introduction de l'informatique devait-elle répondre et via quelles solutions ? Répondre pleinement à ces questions impliquerait de saisir aussi les relations entre les politiques scolaires des États et les recommandations des institutions internationales (l'OCDE et l'UNESCO, pour les principales) ou de constructions supra-étatiques (l'Union Européenne, pour la période la plus récente¹⁸). Ces dernières ont théorisé le rôle de l'informatique dans les politiques scolaires et ont élaboré ou soutenu des projets d'informatique associant la dimension pédagogique à celle de l'innovation, au creux du modèle de société de la connaissance¹⁹.

¹⁸ L'Union européenne n'a pas d'agenda sur l'éducation qui relève du domaine réservé des États membres jusqu'au Traité de Lisbonne de 2008.

¹⁹ En 1970, le Centre pour la recherche et l'innovation dans l'enseignement (CERI) de l'OCDE est à l'origine de la tenue du colloque international de Sèvres sur le rôle de l'informatique dans l'éducation. Actuellement les recherches du CERI portent sur l'innovation systémique dans deux domaines : l'innovation systémique dans l'enseignement et la formation professionnels, et les ressources numériques comme innovation systémique. Voir OCDE, « Les ressources numériques d'apprentissage comme innovation systémique » [URL : <https://www.oecd.org/fr/education/ceri/lesressourcesnumeriquesdapprentissagecommeinnovationsystemique.htm>] et OCDE (2010), *Are the new millenium learners making the grade? Technology use and educational performance in PISA*, Paris : Éditions de l'OCDE. De même, l'Unesco s'est doté d'un bureau intergouvernemental pour l'informatique (IBI) et développe des recherches sur les possibilités d'application de l'informatique dans les systèmes éducatifs et sur le rôle de la coopération internationale dans celles-ci. Voir Unesco (2011), *Transforming Education: The Power of ICT Policies*, Paris : Unesco [URL : <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000211842>].

Les enjeux politiques liés à sa promotion dans les institutions scolaires posent les questions de l'équipement en matériel et en logiciel informatiques, de la numérisation des pratiques et des méthodes, d'une approche algorithmique de l'éducation, ainsi que du recours croissant – et d'actualité – aux distanciels. Il existe des liens entre réformes scolaires et utilisation croissante de l'informatique qu'il s'agit encore de mieux dégager et qualifier, notamment pour comprendre quelle est la place pour les savoirs d'enseignements et formations en informatique et numérique dans cette dynamique d'évolution générale. Par exemple, en France, la multiplication des plans d'informatique pour l'école dans les années 1980 n'a pas conduit à la création d'un Capes et d'une agrégation d'informatique. Dans ces conditions, l'introduction de l'informatique dans l'enseignement ne repose pas sur une qualification professorale mais sur des compétences, au sens managérial en ce qu'elles s'opposent à la qualification, c'est-à-dire des savoir-faire et des savoir-être périssables devant être régulièrement réactualisés à travers la formation permanente. Cette situation pose des questions sur le statut du savoir informatique par rapport aux disciplines plus anciennes et sur les implications managériales de ce développement des compétences dans le travail enseignant. Parallèlement, entre les années 1980 et 2010, les écoles privées d'informatique se sont développées et institutionnalisées en France. Celles-ci sont porteuses d'une vive critique de l'enseignement public, de ses professeurs et de leur pédagogie.

Les écoles de codage, telle l'École 42, contribuent à associer étroitement l'enseignement de l'informatique à l'école néo-libérale, en niant la nécessité d'une qualification professorale et en connectant directement le contenu de l'enseignement à l'emploi (Dupuy & Sarfati, 2022). Ce numéro s'intéresse aussi à ce processus dans le cadre de politique d'innovation, de formation à « *l'entrepreneuriat numérique* » (Vicente, 2017).

Réceptions, expériences et transformations sociales de la transmission des savoirs et pratiques informatiques

Enfin, une perspective de sociologie historique (ou d'histoire sociale) des professions, s'intéresse à la manière dont l'informatique transforme le travail enseignant, le champ des formations, ainsi que les profils socio-démographiques des populations formées – à travers ses réceptions et appropriations.

Dans le même ordre d'interrogation que la mesure de l'implication des communautés d'enseignants, on peut interroger la réception de l'informatique (des matériels aux programmes) par les enseignants et leurs organisations représentatives. L'étude des relations entre l'informatique comme outil de gestion d'un système scolaire massifié et comme outil présumé de démocratisation de l'enseignement reste à faire. En particulier, devraient être abordés l'investissement syndical dans les plans d'informatisation

de l'école ainsi que la contribution de l'informatique au maintien de différenciations entre des établissements censés être identiques. En effet, dans les plans informatiques antérieurs au plan Informatique pour tous, l'obtention de décharges ou de crédits pour du matériel suppose la production de projets justifiant ces décharges : soit le projet d'établissement, soit un projet d'action éducative (PAE) portant spécifiquement sur l'informatique. Par-là, ces plans conduisent à une différenciation de fait de l'offre pédagogique selon les établissements. Ainsi, la coexistence, l'articulation et les tensions entre une logique de démocratisation de l'enseignement et une autre de gestion de systèmes scolaires massifiés constitue une piste encore peu exploitée pour aborder les politiques et les usages scolaires de l'informatique. Par exemple, en France, l'EPI se présente comme une organisation engagée qui voit dans la promotion de l'informatique pédagogique un outil de démocratisation de l'enseignement. Dans ce cadre, durant la première moitié des années 1980, l'association milite pour préserver la primauté des objectifs pédagogiques face aux intérêts industriels que le développement de l'informatique à l'école suscite. Ainsi, elle défend la production de logiciels pédagogiques par les enseignants et leur circulation gratuite au sein des établissements publics. Plus généralement, elle exerce une activité de médiation auprès des enseignants, d'une part en élaborant une abondante documentation technique et pédagogique, d'autre part en réclamant davantage d'heures de formation et de décharge pour les ensei-

gnants utilisant l'informatique. Cette médiation s'effectue aussi en faveur des élèves par le soutien aux clubs informatiques dépendant des foyers socio-éducatifs et assurant, en dehors des heures de classe, une sensibilisation, conformément aux priorités fixées dès le début des années 1970 en matière de formation à l'informatique. Enfin l'EPI entretient des liens étroits avec la Fédération de l'Éducation Nationale (FEN)²⁰. Cela contribue à expliquer le soutien initial de la FEN aux politiques d'informatisation de l'enseignement²¹. Une nouvelle fois, les études manquent tant sur la sociologie de ce milieu militant – les liens exacts entre les différentes organisations ainsi que les caractéristiques professionnelles de leurs membres qui ne peuvent être réduites à leurs appartenances disciplinaires – que sur la manière dont elles ont pu parvenir à concilier ou non défense du service public et utilisation de l'informatique.

Les domaines de l'informatique et du numérique, entre discipline scientifique et technique industrielle, se distinguent historiquement par ce qu'ils ont été l'objet d'investissements autodidactes par de jeunes chercheurs et techniciens (majoritairement en électronique, mathématiques, et physique) ainsi que par des

²⁰ La Fédération de l'Éducation Nationale est créée en 1948 lorsque ses adhérents décident de sortir de la CGT afin que les enseignants disposent d'une représentation syndicale autonome. En 1992, le SNES est exclu de la FEN.

²¹ Par exemple, Delapierre M., Péliisset E. & Vicard J. (1983). *Système Éducatif et Révolution Informatique*. Paris : Cahiers de la FEN.

enseignants de toutes disciplines. Ainsi, on pourra interroger le corps enseignant en tant qu'il s'investit de son propre chef dans les formations à l'informatique sous toutes ses formes, par exemple dans la production de logiciels pédagogiques. Ou au contraire, en tant qu'il peut, à certains moments ou dans certains espaces, résister à l'alphabétisation numérique, résistance sous-tendue par des perceptions négatives de l'ordinateur et la méfiance face à une potentielle « *déshumanisation de l'éducation par les nouvelles technologies* » (Bencivenga, 2012, p. 241). Enfin, il est notable que ces domaines ont également suscité bon nombre d'appropriations par les amateurs, des passionnés d'informatique aux communautés hackers et au-delà (Bratus, Shubina & Locasto, 2010). La question de l'influence (amicale, familiale, professionnelle et sociale plus généralement), ainsi que celle du mentor est un moteur d'apprentissage informel à la fois fort et très variable selon le contexte – même si des représentations culturelles et des contraintes économiques peuvent fortement peser dessus (Bencivenga, 2012, pp. 87-89). Il faut ainsi considérer les publics qui transmettent et apprennent les savoirs informatiques dans leur pluralité sociologique.

Si l'on ouvre la boîte noire des publics, l'on doit se demander comment les identités sociales des enseignants et apprenants, tous deux pouvant donc être considérés comme des publics à part entière, des domaines de l'informatique dépassent par leur complexité et leur variété la figure archétypale du jeune

geek mâle occidental issu des milieux éduqués et familiarisés aux sciences et technologies – une identité masculine investie dès la socialisation scolaire mais elle-même sujette à transformation (Peyron, 2019). On sait que l'apprentissage de l'informatique a été « masculinisé » au cours de l'histoire, tout comme son industrie (Rasmussen & Håpnes, 1991 ; Collet, 2005 ; Misa, 2011 ; Abbate, 2012 ; Schafer, 2017). L'inscription, très partielle et encore largement en cours, des femmes dans la construction d'un patrimoine de l'informatique, depuis les inventrices jusqu'aux étudiantes en passant par les industrielles et enseignantes-chercheuses, participe à une mémoire sociale de ces technologies où les femmes restent les « *oubliées du numérique* » (Collet, 2019). En France, cette marginalisation des femmes s'est d'abord appuyée sur les pratiques managériales qui ont construit une différence radicale entre l'informatique et la mécanographie dont le personnel de saisie était exclusivement féminin (dans la lignée des métiers de la dactylographie). Ce dernier, dans la première moitié des années 1960, a été systématiquement écarté de la formation sur le tas des programmeurs par les constructeurs et les utilisateurs au profit d'un personnel masculin. Cette pratique trouve un prolongement dans la politique nationale de formation à l'informatique et de promotion de ses métiers opérée dans le cadre du Plan calcul. Ainsi, dès le début des années 1970, les brochures produites par l'ONISEP pour décrire les métiers liés à l'informatique associent aux femmes les postes d'exécution

considérés comme « manuels » et ne requérant pas de compétences proprement informatiques (Neumann, 2013). De cette manière, le secteur informatique reprenait des stéréotypes professionnels genrés déjà employés pour le travail à la chaîne (Lee Downs, 2002) et la rationalisation du travail de bureau (Gardey, 2001). Actuellement, les politiques d'inclusion des femmes menées par les écoles d'informatique ne parviennent pas à affaiblir les stéréotypes genrés qui structurent le monde professionnel des informaticiens. Ainsi, à l'École 42, la volonté d'augmenter le nombre de femmes par promotion est justifiée partiellement par un discours essentialiste selon lequel les femmes apporteraient des qualités spécialement féminines. Dans le même temps est opérée au sein de l'école une division sexuée des tâches dans laquelle les hommes endossent les rôles techniques et les femmes les tâches relationnelles (Dupuy & Sarfati, 2022). On pensera également aux populations en situation marginale par rapport à l'alphabétisation numérique : immigrés et seniors, personnes en difficulté économique, constituant par exemple, le terreau des formations *ad hoc* proposées par les structures associatives et/ou publiques telles que les Espaces publics numériques ou Pôle emploi en France. C'est une question qui, sur le plan des études sur l'éducation, semble encore sous-documentée car elle concerne aussi des problématiques de formats techniques relativement peu accessibles. De fait, la diffusion internationale de l'informatique (notamment personnelle) s'est structurée dans un mouvement de stan-

dardisation concernant tous les aspects du numérique, à commencer par l'écriture informatique face à la multiplicité linguistique. Les identités minoritaires ont peu ou tardivement été prises en compte dans les cadrages socio-démographiques ou plus généralement social, culturel et politique des apprentissages du numérique au niveau global (Paloque-Bergès, 2022), au profit d'une pédagogie visant l'excellence de « l'expert », devenu une figure de pouvoir dans les nouvelles économies numériques (Ensmenger, 2012). On suppose pourtant qu'il existe de nombreux développements au niveau local pour adapter les supports techniques à ces échelles éducatives ; mais ils sont peu accessibles, probablement car directement adressés à des populations ciblées, et leurs enjeux restent masqués par les normes internationales. En outre, il reste encore à étudier comment cela a pu influencer sur la conception même de l'enseignement des sciences et techniques du numérique, et ceci au cœur même des contenus d'apprentissage.

Bibliographie

- Abbate J. (2012). *Recoding gender: Women's changing participation in computing*. Cambridge (Mass.) : MIT Press, 2012.
- Baron G.-L. (1990). « Note de synthèse ». *Revue française de pédagogie*, vol. 92, pp. 57-77.
- Beltran A. & Griset P. (2012). *Histoire d'un pionnier de l'informatique : 40 ans de recherche à l'Inria*. EDP sciences.
- Beltran A. & Griset P. (2006). « Les chaotiques débuts de la recherche informatique » [en ligne]. *La revue pour l'histoire du CNRS*, 15 [URL : <http://journals.openedition.org/histoire-cnrs/50>].
- Bencivenga R. (2012). « Femmes et hommes face à l'ordinateur. Histoires du développement d'une relation positive ». Thèse en Sciences de l'éducation de l'Université de Nanterre-Paris X.
- Bouchard J. (2008). *Comment le retard vient aux Français : analyse d'un discours sur la recherche, l'innovation et la compétitivité 1940-1970*. Villeneuve d'Ascq : Presses Universitaires du Septentrion.
- Bratus S., Shubina A. & Locasto M. E. (2010). « Teaching the principles of the hacker curriculum to undergraduates » [en ligne]. *Proceedings of the 41st ACM technical symposium on computer science education* [URL : <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/1734263.1734303>].
- Clément P., Dreux G., Laval C. & al. (2011). *La nouvelle école capitaliste*. Paris : La Découverte.
- Collet I. (2019). *Les oubliées du numérique*. Paris : Le Passeur.
- Collet I. (2005). « La masculinisation des études d'informatique : savoir, pouvoir et genre ». Thèse en sciences de l'éducation, Université de Paris 10 Nanterre.
- David J. (2015). « Literacy-Litéracie-littératie : évolution et destinée d'un concept ». *Le français aujourd'hui*, 3, pp. 9-22.
- Dupuy C. & Sarfati F. (2022). *Gouverner par l'emploi. Une histoire de l'école 42*. Paris : PUF.
- Ensmenger N. L. (2012). *The computer boys take over: Computers, programmers, and the politics of technical expertise*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Gardey D. (2001). *La Dactylographe et l'expéditionnaire*. Paris : Belin.
- Grandbastien M. (2012). « La discipline informatique et l'éducation à la maîtrise de l'information ». In D. Frau-Meigs, É. Bruillard & É. Delamotte (dir.). *E-Dossier de l'audiovisuel : l'éducation aux cultures de l'information* [URL : <http://www.ina-sup.com/ressources/dossiers-de-laudiovisuel/le-e-dossiers-de-laudiovisuel/>].
- Grossetti M. (1991). « Trajectoires d'ingénieurs et territoire. L'exemple des hautes technologies à Toulouse ». *Sociétés contemporaines*, 6/1, pp. 65-80.
- Grossetti M. (1995). *Science, industrie et territoire*. Toulouse : Presses Univ. du Mirail.
- Grossetti M. & Mounier-Kuhn P.-E. (1995). « Les débuts de l'informatique dans les universités – un moment de la différenciation des pôles scientifiques français ». *Revue française de sociologie*, XXXVI, 2, pp. 295-324.
- Hayat S. & Petitgirard L. (2014). « Télé-Cnam : enjeux politiques et dispositifs techniques d'une innovation pédagogique ». *Cahiers d'histoire du Cnam*, 1/1, pp. 127-140.
- Jones K. (dir.) (2011). *L'école en Europe. Politiques néolibérales et résistances collec-*

tives. Paris : La Dispute.

Lee Downs L. (2002). *L'inégalité à la chaîne. La division sexuée du travail dans l'industrie métallurgique en France et en Angleterre*. Paris : Belin.

Le Deuff O. (2010). « Réseaux de loisirs créatifs et nouveaux modes d'apprentissage ». *Distances et savoirs*, vol. 8, n° 4, pp. 601-621.

Le Roux R. (2018). *Une histoire de la cybernétique en France (1948-1975)*. Paris : Classiques Garnier.

Legrenzi C. (2015). « Informatique, numérique et système d'information : définitions, périmètres, enjeux économiques » [en ligne]. *Vie & sciences de l'entreprise*, 200/2, pp. 49-76 [URL : <https://www.cairn.info/revue-vie-et-sciences-de-l-entreprise-2015-2-page-49.htm>].

Light J. S. (1999). « When computers were women ». *Technology and culture*, 40/3, pp. 455-483.

Mas J.-Y. (2019). « La récupération néolibérale des pédagogies alternatives ». In L. De Cock & I. Pereira. *Les pédagogies alternatives*. Marseille : Agone.

Misa T. J. (ed.) (2011). *Gender codes: Why women are leaving computing*. New-York (NY) : John Wiley & Sons.

Mounier-Kuhn P.-E. (2010). *L'informatique en France de la Seconde Guerre Mondiale au Plan Calcul : L'émergence d'une Science*. Paris : PUPS.

Neumann C. (2013). « De la mécanographie à l'informatique : les relations entre catégorisation des techniques, groupes professionnels et transformations des savoirs managériaux ». Thèse de doctorat en histoire, Université Paris 10-Nanterre, 2013.

Neumann C., Paloque-Bergès C. & Petitgirard L. (2016). « Le Cnam. Un lieu d'accueil,

de débat et d'institutionnalisation pour les sciences et techniques de l'informatique ». *TSI*, 35/4-5, pp. 584-600.

Perriault J. (1985). « Applications éducatives des machines à communiquer de l'INRP ». *Enfance*, 38.1, pp. 43-48.

Paloque-Bergès C. (2022). « Coder l'écriture plurilingue en numérique. Problèmes de gouvernance, enjeux de gouvernementalité ». *Terminal. Technologie de l'information, culture & société*, pp. 132-133.

Paloque-Bergès C. & Petitgirard L. (2021). « Jean-Jacques Salomon, critique précoce de "l'informatisation de la société" ». *Cahiers d'histoire du Cnam*, 14/1, pp. 133-161.

Paloque-Bergès C. & Petitgirard L. (2017). « L'équipe Systèmes (1975-1980) et la genèse de la recherche en informatique au Cnam ». *Cahiers d'histoire du Cnam*, 7-8/12, pp. 25-56.

Peyron D. (2019). « La construction de l'identité culturelle geek dans le monde scolaire. À la recherche d'une autre masculinité ? ». In S. Ayrat & Y. Raibaud (dir.). *Pour en finir avec la fabrique des garçons. Volume 1 : À l'école*. Maisons des sciences de l'homme d'Aquitaine/Genre, Cultures et Sociétés, pp. 109-122.

Pohle J. (2016). « Information for All? The emergence of UNESCO's policy discourse on the information society (1990-2003) ». PhD Doctoral Thesis, WZB Berlin Social Science Center.

Rankin J. L. (2018). *À people's history of computing in the United States*. Cambridge (Mass.) : Harvard University Press.

Rasmussen B. & Håpnes T. (1991). « Excluding women from the technologies of the future? A case study of the culture of computer science ». *Futures*, 23/10, pp. 1107-1119.

Schafer V. (2017). « Femmes, genre et in-

formatique : une question historique ». *Bulletin de la société informatique de France*, 1024 (HS2 « Femmes & Informatique »), pp. 43-49.

Tanguy L. (2016). *Enseigner l'esprit d'entreprise à l'école*. Paris : La Dispute.

Viaud M.-L. (2005). *Des collèges et des lycées différents*. Paris : PUF

Vicente M. (2018). « Les dérives commerciales des organismes privés de formation à l'informatique et leur contrôle (1971-1990) ». *Éducation permanente*, 215 (2), pp. 209-220.

Vicente M. (2017). « Apprentissage du code informatique et entrepreneuriat : de la création d'entreprise à l'esprit d'entreprendre ». *Formation emploi*, 140, pp. 87-106.

Watt S. (1995). « Teaching through electronic mail » [en ligne]. *Knowledge Media Institute, Open University, Milton Keynes* (unpublished) [URL : <https://kmi.open.ac.uk/publications/pdf/kmi-95-11.pdf>].