

# Une voie pour penser et construire une formation à l'informatique pour les élèves de l'école primaire ?

Éric Bruillard, STEF, Sept. 2014

## Introduction

Afin d'imaginer les places et les rôles possibles d'une éducation ou d'un enseignement à l'informatique pour tous, dans l'enseignement obligatoire, différents éléments sont à prendre en compte, notamment :

- le champ couvert par l'informatique en regard des disciplines scolaires existantes (spécificités, complémentarités, redondances...)
- les formes de culture associées à l'informatique et à ses produits, celles des jeunes et celles des enseignants
- les missions qui pourraient être confiées à un tel enseignement ou à une telle éducation
- les alliances qu'il peut être possible de nouer avec des enseignements « proches »

Il convient également de prêter une grande attention à la progressivité des apprentissages et aux modes d'exercisation qui pourront caractériser une informatique « scolaire ».

Ce texte se propose d'explorer quelle place l'informatique pourrait avoir dans l'enseignement primaire. Un tel objectif implique d'interroger ce que l'on entend par informatique et d'en circonscrire le périmètre. Ensuite, la réflexion s'axe sur les besoins d'apprentissage des élèves, de manière large, dépassant une stricte vision disciplinaire limitée à une informatique « réduite » pour les élèves du primaire. Enfin, en annexe, quelques pistes sont proposées autour d'activités que l'on pourrait effectivement mettre en place. Nous commencerons par un très bref rappel historique.

## Quelques repères historiques

L'informatique a eu une place bien attestée dans les activités menées avec les élèves de primaire. Nous nous contentons ici de renvoyer à un texte général (Baron et Bruillard, 2011) et aux très nombreux travaux qui ont pu y être consacrés.

Il semble d'ailleurs, nous y reviendrons, que l'on retrouve à l'heure actuelle, une partie des questionnements issus du déploiement généralisé des ordinateurs personnels dans les années 80, avec les smartphones, tablettes et objets connectés, mais aussi les imprimantes 3D. Ainsi les activités menées avec le Bee-bot<sup>1</sup> rappellent la tortue plancher<sup>2</sup> et le BigTrack<sup>3</sup>. Les activités menées avec le filcoupeur (Bruillard et Lepennec, 1989), fil chauffant piloté en Logo et qui pouvait découper des plaques de polystyrène, préfigurent et se prolongent avec les activités de découpage permises par de nouvelles imprimantes et les ateliers de fabrication numérique<sup>4</sup>. En particulier, ces technologies, offrant la possibilité de créer des modèles susceptibles d'être transformés dans des objets fabriqués (Dittert et al., 2014), consacrent le retour à une certaine matérialité, renvoyant une vision différente de l'informatique.

---

<sup>1</sup> <http://www.bee-bot.us/>

<sup>2</sup> Voir aussi une nouvelle tortue plancher : <http://guillot.emmanuel.free.fr/tortue/>

<sup>3</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Big\\_Trak](http://en.wikipedia.org/wiki/Big_Trak) et une vidéo publicitaire sur le site de l'INA : <http://www.ina.fr/video/PUB3249404021>

<sup>4</sup> Voir Fablearn (<http://fablearn.eu/> et <http://fablearn.stanford.edu/2013/>)

Une question bien évidemment centrale est celle d'une définition opératoire de l'informatique, utilisable pour penser l'éducation primaire.

## **L'informatique : traitement humain de l'information avec des instruments informatisés**

Actuellement, s'agissant d'informatique dans l'éducation, une opposition domine les débats : d'une part la « science informatique » et, d'autre part, les TIC ou technologies de l'information et de la communication.

D'un côté, une science, celle « du traitement rationnel, notamment par machines automatiques, de l'information considérée comme le support des connaissances humaines et des communications dans les domaines technique, économique et social »<sup>5</sup>. Son importance s'accroît et elle cherche à se faire reconnaître comme l'égale des sciences installées comme les mathématiques, la physique ou la biologie. Mais dans un rapport un peu ambigu, puisque l'informatique se déploie aussi au cœur de ces disciplines.

De l'autre côté, des instruments informatiques, voire une sorte de méta-technologie, selon l'expression d'Alan Kay, dans le sens où elle reprend et « simule » les autres technologies. Des objets informatisés qui ont acquis une présence encore impensable il y a quelques années, dans la très grande majorité des différents aspects de nos sociétés actuelles.

Le débat se structure autour d'oppositions comme concepteur / utilisateur, acteur / consommateur sachant que le déploiement des réseaux informatiques a contribué à les estomper, notamment dans les discours autour du Web 2.0. Mais il s'agit plus largement de se prononcer sur ce qui est nécessaire pour devenir pleinement citoyen, aller au-delà de la *surface* des dispositifs informatiques pour en comprendre les concepts sous-jacents et les manipuler. Pour les défenseurs de la science informatique, l'importance centrale qu'elle a dorénavant acquise, conduit à une présence nécessaire dans l'éducation scolaire.

Mais quelle définition peut-on donner de l'informatique ? A ma connaissance, il n'y a pas d'ontologie du domaine permettant de rendre compte de tous ses aspects. Domaine complexe aux contours multiples, on peut le représenter autour de trois attracteurs : algorithmes ; matériels et réseaux ; activités humaines. Pour Gilles Dowek (2011), dans une vision plus ontologique, les quatre concepts clés sont ceux de machine, d'information, d'algorithme et de langage. La combinaison de ces quatre ingrédients conduit à la spécificité de ce champ scientifique.

Prenant la question à partir de la place des concepteurs/utilisateurs de l'informatique et de leurs activités, on peut caractériser l'informatique autour de trois approches complémentaires et souvent hybridées (Bruillard, 2010): (1) algorithmique et traitements automatisés autour du cycle données / traitement / résultats ; (2) interaction continue avec des machines, des artefacts sémiotiques, dans ce qu'Anne Nicolle (2003) nomme des processus à durée indéfinie ; (3) participation à des interactions sociales avec des agents humains et non humains via les réseaux. La première, celle de l'informatique comme science de calcul, consacre une forme de démarche intellectuelle. La seconde correspond à l'utilisation personnelle des dispositifs informatisés, la troisième à l'informatique sociale. Cette tripartition souligne les différents éléments complémentaires concourant à une culture informatique qu'il reste à construire : une « pensée » informatique, la maîtrise d'objets informatiques et la participation à des activités sociales dans un monde en réseau (Drot-Delange et Bruillard, 2012).

---

<sup>5</sup> B.O.E.N., 26 février 1981, n° 8.

La prolifération des objets connectés (l'Internet des objets) conduit à la prise en compte d'une quatrième approche. De multiples objets communiquent entre eux, dans nos maisons, nos voitures mais aussi sur nous, dans nos vêtements (ordinateur vestimentaire ou *wearable computer*), ils nous surveillent ou surveillent l'environnement, captent des données venant de l'extérieur ou de notre propre corps, on les pilote mais ils peuvent agir à notre insu. Des univers dits virtuels dans lesquels nos corps étaient exclus, on passe à une réalité dite augmentée (ou mixte), avec une informatique caractérisée par la matérialité, l'ubiquité, la malléabilité. En ce sens, l'informatique peut être considérée comme un matériau. Cette expression vient du design, et plus précisément d'une interview de John Maeda : *The computer is a material, not a tool* (1999)<sup>6</sup>. On l'étend ici, en soulignant l'importance actuellement prise par le design, dans la conception des objets (informatisés) et dans les chaînes de conception, en cohérence avec cette vision de l'« informatique comme matériau ».

Sortir de l'opposition plutôt stérile d'une *informatique vue comme une science* ou *comme un ensemble de technologies* conduit à se focaliser sur le *traitement de l'information par les humains utilisant les ordinateurs ou plus largement les objets informatisés*, ce que l'on peut relier à une forme de pensée informatique (Wing, 2006)<sup>7</sup>. Les maîtrises de la science et des technologies sont imbriquées, et, comme l'a remarquablement montré Douglas Engelbart, l'informatique est une technologie d'amplification de nos possibilités.

## **Le rôle central du traitement d'écritures**

Les mots numérique et informatique sont employés dans des acceptions multiples. On considère ici que le numérique est un format de données, l'électronique correspond aux machines et aux matériels et l'informatique aux traitements que l'on peut opérer. Un livre numérique est le contenu numérisé, un livre électronique est le dispositif technique, le support de lecture et l'informatique correspond aux fonctionnalités offertes au lecteur (liens, annotations, recherche, etc.). Cette distinction nous permet de faire des liens avec l'écriture.

**Une écriture numérique autonome.** Le numérique a une caractéristique essentielle : le découplage entre l'écriture et un support matériel ouvrant à de multiples matérialisations et traitements. Alors que l'écriture est une trace sur un support (sable, tablette d'argile, papyrus, papier...), elle ne peut pas en général être séparée de ce support. Avec le numérique, si un support d'inscription est toujours nécessaire (un écran, du papier, un disque dur, une clé, etc.), le fait de pouvoir passer quasi-immédiatement d'un support à l'autre a des conséquences importantes. Cette malléabilité de l'écriture permet de garder trace du processus même d'écriture et d'écrire à plusieurs. On peut voir, rejouer ce processus, ce qui permet de l'étudier, invitant à des postures réflexives, permettant d'expérimenter, de simuler... facilitant les travaux collectifs.

**Une écriture informatique performative.** L'informatique introduit des *formes d'écriture* avec des caractéristiques nouvelles relevant de la programmation ou plus largement de la manipulation de données : la lecture de cette écriture conduit à des actions (exécution effectuée par les machines).

**Une écriture électronique quasi-ubiquitaire.** Le déploiement des infrastructures de réseaux permet des diffusions et des échanges quasi instantanés dans une grande partie du monde.

En raison de ces caractéristiques nouvelles au plan de l'écriture, l'informatique change les modes de construction, d'écriture, de conservation et de diffusion des savoirs.

---

<sup>6</sup> <http://www.nytimes.com/1999/07/27/science/a-conversation-with-john-maeda-when-mit-artist-shouts-his-painting-listens.html> Propos repris par Kenya Hara puis dans le livre de Stéphane Vial (2010, p. 90) sur le design.

<sup>7</sup> Traduction française : <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/usr/wing/www/ct-french.pdf>

Ce qui est en jeu, c'est l'acquisition des compétences nécessaires pour articuler ces différentes écritures mais surtout pour tirer parti de toute l'étendue des modes de traitement de l'information offerts par l'informatique. En ce sens, on se trouve dans un champ de réflexion cherchant à conjuguer l'éducation aux médias, à l'information et à l'informatique (autour du concept de translittératie).<sup>8</sup>

## **Instrumenter de nouvelles formes d'organisation des informations et de travail**

Les analyses classiques de Jack Goody<sup>9</sup> ont souligné l'importance des listes et des tableaux, dans les cultures de l'écrit. Ainsi, le tableau à double entrée est très important et on passe du temps avec les élèves pour qu'ils en acquièrent une certaine maîtrise dès la maternelle. Instrument d'organisation de l'information, il faut apprendre à se repérer, se déplacer, dénombrer, etc. L'informatique permet d'aller plus loin sur ces tableaux : il est possible de trier, de lancer des opérations et des calculs... Le tableur, renommé comme outil comptable, offre un spectre d'activités beaucoup plus large, le premier d'entre eux Visicalc était une sorte de calcul visuel sur un tableau.<sup>10</sup> Ainsi, l'informatique propose des structures encore plus avancées que le tableau et la liste : du tableau en deux dimensions (surface de la page) au tableau à un nombre quelconque de dimensions, qui peut également être dynamique, mais surtout du tableau au graphe et à la table.

Dans sa thèse sur les écrits de lycéens<sup>11</sup>, Elisabeth Schneider décrit un objet très utilisé nommé le trieur, « objet passe-partout en plastique mais singularisé au moins sur sa couverture », collection d'écrits portables, regroupant des feuilles de formats et natures divers, les disciplines rassemblées, dans un mélange à la fois privé et scolaire (page 339). Même s'il est très utile de manipuler les formes d'organisation à l'aide de fiches, d'intercalaires et de couleurs, ce sont des modes de classement et d'organisation qui ne prennent pas en compte les potentialités de l'informatique. L'école apprend les technologies d'organisation et de travail du début du 20<sup>e</sup> siècle (papier, fiches, cahiers, classeurs, intercalaires...)<sup>12</sup>. Elle n'apprend pas encore à maîtriser ces nouvelles technologies de travail, qui pourraient ensuite prendre toute leur place comme technologie d'éducation.<sup>13</sup>

---

<sup>8</sup> La translittératie s'intéresse au fait que les humains vont, dans leurs activités, articuler les éléments propres à la culture écrite « papier » avec ceux qui se construisent autour du numérique et de l'informatique. Dans le cadre du projet ANR Translit, s'appuyant sur la convergence de l'éducation aux médias, à l'information et à l'informatique, la translittératie est vue comme un des axes importants de transformation de la « culture de l'information ». Sa définition se situe à deux niveaux, pour appréhender la complexité des modes d'interaction avec l'information désormais disponibles pour l'utilisateur : (1) l'agencement multi-médias qui impose d'être capable de lire, écrire et compter avec tous les outils à disposition (de l'écrit à l'image, du livre au wiki) ; (2) la maîtrise multi-domaines qui exige d'être capable de chercher, évaluer, valider, modifier l'information selon ses contextes d'usage (le code, l'actualité, le document, etc.)

<sup>9</sup> *La raison graphique, la domestication de la pensée sauvage*, Éditions de Minuit, 1979.

<sup>10</sup> Bruillard Éric, Blondel François-Marie (2007). Histoire de la construction de l'objet tableur. pré-publication. hal-00180912, version 1. 32 p.

<sup>11</sup> Elisabeth Schneider (2013). Économie scripturale des adolescents : enquête sur les usages de l'écrit de lycéens. Doctorat de l'université de Caen. En ligne : [http://tel.archives-ouvertes.fr/view\\_by\\_stamp.php?label=UNIV-ANGERS-THESE&action\\_todo=view&langue=en&id=tel-00911228&version=1](http://tel.archives-ouvertes.fr/view_by_stamp.php?label=UNIV-ANGERS-THESE&action_todo=view&langue=en&id=tel-00911228&version=1)

<sup>12</sup> Voir Gardey (2008) pour une présentation des transformations de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle jusqu'aux années 1940, où « les sociétés occidentales connaissent un intense « moment mécanique » de production de l'information, une révolution matérielle de l'écrit et du calcul, qui va de pair avec la tertiarisation des économies.

<sup>13</sup> Notons que les différents dispositifs (ordinateurs, tablettes, smartphones) et leurs différents systèmes d'exploitation n'offrent pas les mêmes fonctionnalités pour l'organisation des informations.

## **École, indigènes numériques et apprentissage**

Les jeunes « baignent » dans un environnement numérique, mais les études montrent que les compétences qu'ils développent (de manière très inégale) sont peu transférables pour les apprentissages scolaires. Si une tension demeure entre instruments pour apprendre et instruments pour jouer et communiquer, c'est sans doute que l'école n'aide pas à la maîtrise des instruments pour apprendre. Un enjeu essentiel, pour lequel l'école a des responsabilités importantes, est justement d'aider les jeunes à s'approprier les instruments du travail intellectuel, notamment les tables (tableaux et bases de données) et les graphes, puisque l'informatique permet de les traiter.

Feenberg (2011) développe une analogie entre l'environnement technique dans lequel nous « baignons » et l'eau pour le poisson. Comment mettre à distance l'environnement pour le comprendre ? Comment comprendre l'interaction avec les objets informatisés qui nous entourent, ceux qui sont visibles (ordinateurs, smartphones, tablettes) et ceux qui ne le sont pas ou peu, que l'on porte sur nous ou qui sont associés aux objets de notre environnement quotidien. Prendre du recul sur ces objets et sur leur fonctionnement nécessite qu'ils soient identifiés et que l'on puisse « travailler dessus ».

Dans le cadre d'un projet européen au début des années 2000, nous avons fait des enquêtes sur la représentation d'Internet et des ordinateurs chez des élèves de fin d'école élémentaire (Dansac *et al.*, 2000). Un résultat important était leur incapacité à penser les traitements opérés par les ordinateurs. Si les organes visibles étaient connus, les processus sous-jacents étaient peu perçus et par exemple, l'imprimante était souvent appelée « photocopieuse ».

On parle d'interfaces ou de dispositifs intuitifs, mais cette intuition s'est construite au long des utilisations. Des manipulations répétées conduisent à la mise en place d'automatismes, de gestes, mais comment garantir que ces gestes sont performants ?

Tout indique la nécessité d'un travail de formation précoce des élèves, d'une durée longue, associant les dispositifs techniques dans des activités finalisées, vers une certaine maîtrise de technologies intellectuelles. Plus simplement, apprendre à organiser son espace de travail avec les technologies ; apprendre à travailler en groupe avec des instruments, des calendriers partagés, des espaces communs, des écrits, des rôles, etc. , apprendre à maîtriser une nouvelle écriture, parfois performative, parfois collective...

## **Transmettre une culture informatique dès le primaire**

La culture informatique, comme toute culture, a pour fondement une technicité partagée et valorisée. Cette technicité informatique devrait commencer à s'acquérir en primaire. Une des missions confiées aux enseignements d'informatique pourrait être de faire acquérir aux élèves les rudiments d'organisation du travail dans le monde actuel qualifié de numérique.

L'enjeu est de s'inscrire dans des visées larges, allant bien au-delà d'activités d'écriture de programmes (« coder ») dans l'objectif de commencer à maîtriser une technologie de travail : développer également des capacités d'action sur le monde et de compréhension de ce monde, des valeurs autour du travail individuel et collectif.

Cette approche est complémentaire de la technologie éducative, qui est au service des différentes disciplines scolaires, comme ensemble de moyens de faciliter l'enseignement et l'apprentissage des notions étudiées dans ces disciplines et fournissant une partie de l'instrumentation des activités menées. Leur utilisation est importante et sera d'autant mieux réalisée qu'une culture informatique aura été construite, que des instruments pour apprendre seront rendus disponibles.

## Remerciements

Françoise Tort, Béatrice Drot-Delange et Georges-Louis Baron ont considérablement amélioré ce texte par leurs critiques constructives sur les versions successives.

## Références

- Baron, G. L., Bruillard, É. (2011). L'informatique et son enseignement dans l'enseignement scolaire général français : enjeux de pouvoirs et de savoirs. In *Lebeaume Joël, Hasni Abdelkrim et Harlé Isabelle (dir.), Recherches et expertises pour l'enseignement scientifique*. Bruxelles : De Boeck, p. 79-90. [http://www.stef.ens-cachan.fr/annur/bruillard/2010\\_B&B\\_DeBoeck.pdf](http://www.stef.ens-cachan.fr/annur/bruillard/2010_B&B_DeBoeck.pdf)
- Bruillard, É. (2010). Acteurs et territoires de l'éducation à l'information : un point de vue « informatique ». In *Chapron F. et Delamotte E. (dir.), L'éducation à la culture informationnelle*. Villeurbanne : Presses de l'ENSSIB, p. 68-75.
- Bruillard É. & Lepennec Loïc (1989) Concevoir, programmer, découper : le filcoupeur, *Actes du 1er congrès francophone de robotique pédagogique*, Le Mans.
- Dansac Christophe, Baron Georges-Louis et Bruillard Éric (2000). Pupils' "representations" of ICT. A preliminary study in six European countries, *ICEUT 2000, 16th World Computer Congress, IFIP, Beijing 21-25 august 2000*. [http://www.stef.ens-cachan.fr/annur/bruillard/dansac\\_baron\\_bruillard..pdf](http://www.stef.ens-cachan.fr/annur/bruillard/dansac_baron_bruillard..pdf)
- Dittert Nadine, Katterfeldt Eva-Sophie, and Wilske Sabrina (2014). Programming Jewelry: Revealing Models behind Digital Fabrication. In *FabLearn Europe. Key Challenges in Digital Fabrication for 21st Century Education*, [http://fablearn.eu/wp-content/uploads/fablearn14\\_submission\\_82.pdf](http://fablearn.eu/wp-content/uploads/fablearn14_submission_82.pdf)
- Dowek Gilles (2011). Les quatre concepts de l'informatique . <https://who.rocq.inria.fr/Gilles.Dowek/Publi/quatre.pdf>
- Drot-Delange Béatrice, Bruillard Éric (2012). Éducation aux TIC, cultures informatique et du numérique : quelques repères historiques. *Études de communication*, 38, p. 69-80.
- Feenberg Andrew (2011). Les dix paradoxes de la technologie, in *Lesourne Jacques et Denis Randet (eds.), La Recherche et l'Innovation en France, FutuRIS 2011*, chapitre 12, <http://www.sfu.ca/~andrewf/lesdixparadoxes.pdf>.
- Gardey Delphine (2008). *Écrire, calculer, classer. Comment une révolution de papier a transformé les sociétés contemporaines (1800-1900)*. La Découverte. 320 p.
- Nicolle Anne (2003). Nicolle, A. (2003). Étude préliminaire à une théorie des processus interactifs infinis. *Cahiers du Greyc*, Caen.
- Rapport de l'Académie des sciences (2013). L'enseignement de l'informatique en France. Il est urgent de ne plus attendre. Mai 2013, 35 pages. En ligne : [http://www.academie-sciences.fr/activite/rapport/rads\\_0513.pdf](http://www.academie-sciences.fr/activite/rapport/rads_0513.pdf)
- Vial Stéphane (2010). *Court traité du design*. Paris : PUF.

## **Annexe : quelques propositions**

Les propositions qui suivent ne sont que des pistes possibles qu'il faudrait discuter dans des collectifs plus larges et expérimenter dans des classes. Leur intérêt est avant tout indicatif, en tant que prémisse à des préconisations plus abouties, concrétisant des alliances possibles, encore à préciser, avec d'autres enseignements en primaire (sciences, mathématiques, français...).

La multiplication actuelle des objets informatisés avec des fonctions simples rappelle les formes d'informatique proposées à l'école dans les années 80 et la quatrième approche (informatique comme matériau) nous ramène finalement à la première (démarche intellectuelle et algorithmique), plongée en quelque sorte dans les suivantes (interaction avec des objets qui sont également interconnectés). Apprendre à programmer et à utiliser ces objets devient un objectif à la fois réalisable (les objets peuvent être simples et les programmes faciles à tester et ils sont beaucoup plus diversifiés maintenant) et important dans la formation intellectuelle des élèves, dans la construction d'une culture technique nécessaire.

Les objets informatisés peuvent fournir aide et support pour des activités de découverte et d'apprentissage menées à l'école maternelle et au primaire, parfois diversifier les expériences des enfants. Ils peuvent favoriser les liens entre oralité et écriture, par exemple dans des activités de construction d'histoires illustrées.

Des activités de programmation peuvent être menées avec pour principes sous-jacents : (1) de produire des résultats (objets construits, déplacements) et que les élèves puissent juger eux-mêmes de l'adéquation entre l'attendu et le résultat ; (2) que les programmes ou instructions (le processus) puissent être matérialisés, afin qu'il soient visibles et manipulables.

- faire faire des actions à un objet (un robot, une « voiture », une construction qui peut se déplacer, etc.) par différents intermédiaires (voix, fiches, cartes, commandes écrites...), associer ainsi un trajet à une suite d'actions (un programme) matérialisée par une série de cartes par exemple ;
- réaliser des dessins qui peuvent être imprimés et conduire également à des découpes (impression sur du papier fort ou du carton), puis à des objets 3D, par collage et pliage ;
- manipuler des tableaux simples sur ordinateur ou tablette, trouver un item, faire des tris en sélectionnant une colonne, compléter des tableaux de données, interroger une base de données à partir de critères imagés que l'on peut sélectionner (choisir un livre d'images par exemple).

Les activités précédentes peuvent être étendues au cours de la scolarité et ajoutant des activités liées à des traitements de données :

- interroger des bases de données (pas d'opérateurs logiques en primaire)
- faire des recherches en texte intégral
- utiliser des graphes, manipuler des cartes de concepts, en n'oubliant pas de préciser la nature des liens (privilégier les cartes de concepts aux cartes dites heuristiques, qui ne peuvent représenter que des arbres, façon datée d'organiser les choses) ; faire des parcours dans des graphes
- indexer des documents : par exemple les documents de la classe, les ranger autrement (travailler simultanément sur des supports matériels type papier et des documents numérisés)
- programmer des objets simples, des sondes, des capteurs, etc., assurant un lien avec les sciences

Dans certains projets, amener les élèves à paramétrer des systèmes ou des objets (comprendre la nature et les impacts des paramétrages est essentiel), également modifier la programmation de certains objets ou systèmes (ne pas toujours partir de rien), dans des projets de groupe, avec répartition de rôles (créer, coopérer, partager).