
A l'heure de
la révolution numérique,
**une école citoyenne
est-elle possible ?**

Depuis quarante ans, le numérique a pénétré l'enseignement scolaire de deux façons :

- **via les usages pédagogiques.** On entend par là toutes les applications de l'informatique qui modifient, peu ou prou, la façon d'enseigner ou d'apprendre (les tableaux interactifs ou les tablettes sont les exemples pédagogiques les plus connus).
- **via l'enseignement des usages applicatifs de l'informatique.** On inclut ici tout ce qui a pour vocation de permettre aux élèves de mieux maîtriser l'outil informatique. Le Brevet Informatique et Internet, introduit en 2012 et abandonné en 2016, avait ainsi pour objectif de permettre une bonne utilisation des moyens informatiques.

I. Les usages : une promesse coûteuse et non tenue.

La politique éducative en matière de technologie numérique, au sens noble du terme, doit avoir pour but de réduire le décalage entre "la promesse numérique" et l'utilisation réelle, moyenne, statistique, des technologies numériques (aujourd'hui, une catastrophe).

I-1. L'équipement matériel inutile et coûteux des élèves et des écoles.

L'équipement informatique a pénétré l'école de façon massive, d'abord sous forme d'ordinateurs partagés dans des salles dites « multimédia », plus récemment sous forme de tableaux interactifs équipant les salles de classe ou d'ordinateurs personnels donnés aux élèves (années 2000¹) puis de tablettes données aux élèves². On peut résumer ainsi ces différentes pratiques :

- Bien que présentées comme une révolution pédagogique, elles sont inefficaces et n'améliorent pas le niveau des élèves. Tous les plans « Un ordinateur, un élève » ont échoué³.
- elles sont relativement coûteuses⁴.

¹ <http://www.ludovia.com/2013/01/un-collegien-un-ordinateur-portable-12-ans-apres-vu-par-henri-emmanueli/>

² Le « plan tablettes » prévu à la rentrée septembre 2016 doit équiper 175 000 élèves (<http://www.gouvernement.fr/action/l-ecole-numerique>).

³ Voir par exemple ces articles de synthèse (<http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/06/10/AR2010061005522.html> ou <http://www.internetactu.net/2011/09/21/dans-la-salle-de-classe-du-futur-les-resultats-ne-progressent-pas/>). Ce point est corroboré par toutes les études indépendantes, qui ont malheureusement toutes été réalisées à l'étranger. Dans les Landes, après quand même 12 ans et 52 millions d'euros dépensés, Henri Emmanuelli admet benoîtement "avoir quelques difficultés à annoncer des résultats dans leur globalité" ! (Moyennant quoi, le Conseil Général des Landes "souhaite poursuivre sa mission d'équipement dans l'intérêt des collégiens" !).

<http://www.ludovia.com/2013/01/un-collegien-un-ordinateur-portable-12-ans-apres-vu-par-henri-emmanueli/>

Paradoxalement, les études montrent aussi que ces équipements numériques sont appréciés des enseignants, des élèves, des parents et des élus, quoique pour des raisons certainement différentes. Ces équipements sont ressentis comme « valorisants », « ludiques », « modernes », « créatifs ».

Nous interprétons ce décalage entre l'efficacité du moyen et l'engouement pour ce moyen comme un symptôme des difficultés actuelles de l'école, que Bourdieu appelait « la perte de capital scolaire » :

« La logique qui pousse les écoles les plus démunies de capital proprement scolaire [...] trouve un contrepoids qui impose un effort pour accumuler du capital scolaire, fût-ce au prix d'une exhibition ostentatoire des signes extérieurs de l'avant-gardisme pédagogique : par exemple en déployant des trésors d'invention moderniste, tant en matière d'équipements, laboratoires de langues, ressources informatiques, moyens audio-visuels, qu'en matière de techniques pédagogiques, qui se veulent toujours plus actives, plus modernes, plus internationales. »

Bourdieu, La Noblesse d'Etat

I-2. Le foisonnement sauvage des applications scolaires

Les ordinateurs étant des matériels généralistes, les applications logicielles spécifiques foisonnent dans toutes les matières. La plupart sont confidentielles et les recenser tient de l'inventaire à la Prévert. On peut citer pêle-mêle les logiciels de « Carte mentale », censés traduire graphiquement un processus de recherche ou de collaboration, des applications de « Twictée » (dictée faite sur Twitter⁵) ou en mathématiques des logiciels tels que GéoGebra...

L'impact de ces solutions sur le niveau des élèves, et c'est sans doute le seul point commun qu'on peut leur trouver, n'est évidemment jamais évalué.

Il est probable que certaines applications logicielles ont cependant un intérêt pédagogique important⁶.

⁴ Le coût moyen d'un tableau interactif installé est de l'ordre de 3 000 € TTC. Le coût moyen d'une « classe numérique » (30 tablettes ou ordinateurs portables connectés dans une classe) est de l'ordre de 10 000 € TTC. Le tout pour une durée de vie de 3 ans dans le meilleur des cas. Le coût annoncé du nouveau « plan numérique tablettes » est de 1 milliard

⁵ <http://www.twictee.org/twictee/>

⁶ Par exemple, un ordinateur personnel ou une tablette permettent de réaliser à peu de frais un environnement complet de laboratoire de langues, utilisable en classe et en dehors de la classe – ces environnements ont fait leur preuve mais sont, étrangement, peu mis en œuvre via les équipements déjà réalisés en PC ou en tablettes. Le logiciel Montessori permet de démultiplier le temps passé par l'élève à l'apprentissage de la lecture. Les applications de Webconférence ou de vidéoconférence permettent de tenir, à peu de frais, des enseignements à distance qui peuvent s'avérer très utiles pour conserver l'enseignement de certaines matières en zones rurales... ou sur des îles paradisiaques (http://www.tahiti-infos.com/A-Takarua-le-projet-de-tele-college-d-un-groupe-de-benevoles_a129222.html).

Tous ces usages demanderaient certainement à être évalués. Reste qu'à l'heure actuelle, l'introduction des ordinateurs à l'école, quelle que soit leur forme, n'a pas eu d'effet observable sur l'amélioration du niveau des élèves.

II. Les risques induits par les usages du numérique

II-1. L'Education Nationale résiste mal au lobbying des acteurs industriels du numérique

L'Education Nationale représente évidemment un marché important pour les acteurs du numérique. Dans tous les pays du monde, ils ont effectué un lobbying actif pour justifier l'usage de leurs solutions, en mettant en avance, au sens large, la « promesse éducative » contenue dans l'utilisation des technologies numériques, promesse dont on ne voit aujourd'hui, 15 ans après l'introduction des tableaux interactifs à l'école, aucun signe.

Ces actions peuvent prendre diverses formes (simples approches commerciales, financement d'études « orientées », débauche de fonctionnaires en charge des définitions des politiques scolaires, contournement, légal ou non, des procédures normales d'appel d'offres...) ^{7 8}. Les abus constatés sont similaires à ceux qu'on peut observer dans le domaine de la Santé. Mais d'une façon générale, l'Education Nationale est mal protégée contre ces formes agressives de promotion.

 Il nous apparaît nécessaire de revoir tout le processus déontologique du Ministère.

II-2. La distraction

Au-delà des images d'Epinal, l'usage du numérique présente de multiples dangers que seuls comprennent actuellement les milieux les mieux informés. Des écoles d'élite de la Silicon Valley, écoles dans lesquelles étudient les enfants des principaux dirigeants d'Apple, Hewlett-Packard, de Google ont totalement banni l'usage des outils numériques en leur sein⁹.

⁷ Voir par exemple : <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/06/10/AR2010061005522.html>. Au Canada, des enquêtes judiciaires sont en cours sur les conditions d'attribution des principaux appels d'offre numériques (<http://www.ledevoir.com/politique/quebec/409046/cafouillage-autour-des-tableaux-blancs-dans-les-ecoles>).

En France, le rapport Fourgous (2010) n'est qu'une compilation des intérêts des industriels (<http://www.speechi.net/fr/index.php/2010/03/20/les-tice-aux-pays-des-merveilles/>). Autre exemple : les dirigeants des sociétés nommés, en 2013, « chefs de file e-education » par le Ministère du Redressement Productif sont aussi, en 2016, parmi les principaux bénéficiaires des plans d'équipement en tablettes prévus par l'Education Nationale.

⁸ Le partenariat passé entre Microsoft et l'Education Nationale est d'une rare opacité et contourne toute procédure (ce qui ne signifie pas qu'il soit illégal). Voir par exemple <http://www.zdnet.fr/actualites/parteneriat-microsoft-education-nationale-la-grogne-monte-39831982.htm>

⁹ <http://www.vousnousils.fr/2012/02/28/pas-dordi-a-lecole-pour-les-enfants-des-cadres-de-google-ou-debay-522349>.

La principale raison clé qui justifie cet « ostracisme » est la conviction qu'ont les parents que non seulement la technologie n'est pas utile en classe, mais que, de par son côté addictif, elle divertit les élèves, les détourne du savoir.

II-3. Les régies publicitaires transforment l'élève en consommateur.

« Sur le Web, la publicité détourne du contenu. »

Steve Jobs, juin 2010

Alors que l'école a vocation à protéger les enfants contre toutes les tentatives d'influence, les régies publicitaires sont rentrées de façon massive à l'école via les usages de Google, des tablettes et de Twitter.

Un élève qui effectue une recherche sur Google a certes accès à toute la bibliographie dans son domaine, mais il rentre aussi dans une tentative de distraction redoutable, matérialisée par des bandeaux publicitaires sur lesquels, statistiquement, il cliquera au bout de quelques minutes au plus¹⁰.

Ce faisant, il agit en consommateur et non plus en étudiant. L'usage fait par Google des « Big Data » rend les bandeaux publicitaires toujours plus pertinents pour chaque élève et par conséquent ces techniques de détournement « progressent » et deviennent toujours plus efficaces.

Il faut utiliser les nouvelles technologies pour développer le savoir et non pas pour détourner du savoir.

 L'Education Nationale a eu un comportement naïf vis-à-vis des technologies de l'information et doit aujourd'hui adopter une politique efficace en matière de contrôle publicitaire et de contrôle des données fournies par les élèves¹¹, la règle d'or étant « pas de publicité à l'école ».

II-4. La fracture numérique et la sur-utilisation incontrôlée des technologies numériques

« Avec les iPods, Ipads, Xbox et autres Playstations, l'information devient une distraction, un détournement, une forme d'amusement vain, plutôt qu'un outil qui ouvre des possibilités, qui permet une vraie émancipation. »

Barak Obama, 10 mai 2010

¹⁰ Libération, « Comment Google contribue au rétrécissement du savoir », 30/09/2009

¹¹ Voir plus loin les paragraphes concernant les « big data »

L'expression « fracture numérique » a été employée à tort et à travers depuis une dizaine d'années pour justifier des investissements numériques divers et variés (infrastructures haut-débit, cybercentres, divers investissements à l'école, dont les fameux plans « un ordinateur par élève » ou « une tablette par élève »). Les termes employés font évidemment référence à l'expression « fracture sociale ». Certaines populations ou classes sociales auraient accumulé un « retard numérique » qui aurait pour conséquence un certain sous-développement culturel et créerait de multiples difficultés d'insertion professionnelles.

A notre connaissance, cette fracture n'a jamais été réellement caractérisée quant à ces supposés effets et sa réalité même semble démentie par divers indicateurs¹². Telle qu'employée, l'expression « fracture numérique à l'école » constitue plus un stéréotype pompeux qu'une réalité avérée.

Contrairement à ce qu'on pense encore souvent, la vraie fracture numérique n'est pas la conséquence d'un sous-équipement en moyens numériques ou en infrastructures, mais bien d'une sur-utilisation incontrôlée de ces techniques.

Aux Etats-Unis, des études plus rigoureuses – indépendantes à la fois du pouvoir politique et des constructeurs – ont été réalisées. Elles ont permis d'aboutir par exemple à la conclusion que *“L'Etat doit faire preuve de prudence et être réaliste quant à l'efficacité des politiques visant à réduire l'écart digital entre les élèves des familles favorisées et les autres.”*¹³

Les directions actuellement prises par l'Education Nationale sont à la fois coûteuses et préjudiciables aux élèves¹⁴. La prise de conscience de ce phénomène au niveau politique est urgente.

¹² Le taux d'équipement en « smartphones » (téléphones intelligents) atteint aujourd'hui 90% de la population française entre 18 et 24 ans et 87% des 12-17 ans, ce dernier chiffre semble bien être un symptôme de suréquipement. A ce chiffre, il faut rajouter les quelques 42% des 12-25 ans qui disposent d'une tablette. Voir : http://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/CREDOC-Rapport-enquete-diffusion-TIC-France_CGE-ARCEP_nov2015.pdf.

¹³ Par exemple, Experimental Evidence on the Effects of Home Computers on Academic Achievement among Schoolchildren (<http://www.nber.org/papers/w19060>). Voir aussi « A quoi servent les tablettes à l'école ? » (http://www.lemonde.fr/ecole-primaire-et-secondaire/article/2013/06/05/a-quoi-servent-les-tablettes-a-l-ecole_3424237_1473688.html) dans Le Monde du 5 juin 2013.

¹⁴ On en arrive à célébrer l'investissement en tablettes en avançant la fin des « cartables lourds ». On regardera le coût des manuels sur tablette, environ dix fois plus élevés que sur papier, leur accès potentiellement difficile (ou limité par une gestion de droits rigoureuse) sur tablette et on constatera que l'option d'acheter 2 manuels, un pour l'école, un pour la maison était beaucoup plus économique et pratique pour les élèves. Sans parler de l'option qui consisterait à aider l'élève à gérer son cartable, pour un coût nul !

Le numérique éducatif ne contribue pas forcément à la relance : le cas du Royaume-Uni

Un des clichés récurrents est que les efforts d'investissement faits par l'école contribuent à la création d'une industrie française du numérique. Cet argument est non seulement totalement inopérant au regard des objectifs pédagogiques affichés, mais il est aussi inexact.

A la fin des années 2000, le gouvernement anglais a préconisé des investissements numériques massifs dans les écoles, jusqu'à atteindre, aujourd'hui un taux d'équipement de 100% pour les salles de classe¹⁵. Cette politique « exemplaire » a fasciné l'Education Nationale qui n'a cessé d'invoquer le modèle anglais.

Dix ans plus tard, les principales sociétés qui avaient été « boostées » par les investissements numériques ont échoué. La société Promethean, qui était devenue un des principaux leaders en matière de tableau interactif, a été rachetée par la société chinoise NetDragon, au dixième de sa valeur estimée en 2010. La valeur du leader mondial, la société Smart Technologies, a été divisée par 15.

Tous les matériels, ou presque, sont aujourd'hui développés et produits en Asie.

Alors que leur plus-value pédagogique est le plus souvent nulle ou non observable, les sommes dépensées par les états occidentaux au nom de l'école numérique (plans tablettes, écrans interactifs, vidéoprojecteurs interactifs) ont finalement contribué au développement de l'industrie et de la R&D chinoise.

¹⁵ Contre environ 20% en France. Voir <http://www.cafepedagogique.net/lexpresso/Pages/2016/03/01032016Article635924150884400862.aspx>.

III. Passer de la culture du chiffre à celle de l'évaluation

III-1. « Tu n'évalueras pas » : le dévoiement de la politique d'évaluation

Alors que la révolution numérique en cours facilite, en théorie, la prise de données sur les pratiques pédagogiques et leur analyse, l'Education Nationale a, semble-t-il, renoncé à toute politique d'évaluation digne de ce nom¹⁶.

Alors que l'Etat a équipé des dizaines de milliers d'écoles en tableaux interactifs, il n'existe toujours pas, par exemple, d'étude indiscutable (ou simplement sérieuse) qui évalue les réels avantages de ces technologies pour l'enseignement¹⁷. Les seules analyses réellement critiques sont d'origine anglo-saxonnes.

« Plusieurs instances sont chargées en France de l'évaluation du système scolaire (inspections générales et direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance du ministère, Haut conseil de l'éducation), mais leur influence est limitée par plusieurs éléments : le Haut conseil de l'évaluation de l'école a été supprimé ; un refus a pu être parfois opposé à la direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance et aux inspections générales de publier certains résultats; enfin le ministère ne tire pas suffisamment les conséquences des évaluations dont il peut disposer. »

Rapport de la Cour des Comptes, 2010

Dans certains cas¹⁸, non seulement les résultats des évaluations ne sont pas publiés, mais le Ministère leur substitue des résultats jugés plus favorables et mettant mieux en valeur la politique du Ministère¹⁹.

Paradoxalement, l'administration ne cesse d'encombrer les professeurs avec une multitude de demandes tatillonnes et lourdes, dont les objectifs, si tant est qu'ils existent, sont totalement incompris, des enseignants. L'évaluation par compétences, indépendamment de tout autre débat sur sa supposée utilité pédagogique, introduit un degré de complexité et de pédantisme supplémentaire sans espoir d'améliorer en rien la qualité de l'évaluation, tellement ces compétences sont mal définies et absconnes²⁰.

¹⁶ C'est-à-dire non biaisée au départ (conduite de façon indépendante et non pas par la direction qui a en charge la politique évaluée), et respectant un certain cadre scientifique.

¹⁷ <http://www.speechi.net/fr/index.php/2007/07/02/les-tableaux-interactifs-sont-ils-utiles-pour-lenseignement/>

¹⁸ « Des statisticiens accusent l'éducation nationale de faire de la rétention d'information ». Le Monde du 4 novembre 2011. <https://www.speechi.net/fr/wp-content/uploads/2011/11/LeMondeStatistiques.pdf>

¹⁹ Lire, avec les précautions qui s'imposent, ce communiqué syndical (<http://sudeducation84.org/spip.php?article1977>) qui met en évidence une division par deux du nombre des études publiées depuis 2 ans.

²⁰ Un enseignant, Pascal Dupré, a évoqué cette situation dans un très beau texte. <http://www.agoravox.fr/tribune-libre/article/livret-personnel-de-competences-137290>. Ce que Pascal Dupré a écrit avec beaucoup de verve, une autre enseignante, Mara Goyet, l'a fait avec humour. (dans le Monde : http://www.lemonde.fr/idees/article/2012/10/07/a-l-ecole-des-bureaucrates_1771224_3232.html) Ces positions sont évidemment partagées par un grand nombre d'enseignants.

Au final, on récolte actuellement des données inutiles et on n'évalue plus²¹.

Bref, la politique d'évaluation a été dévoyée²². Et cette remarque ne concerne pas seulement l'évaluation des pratiques numériques, mais de l'école en général.

 Il est nécessaire aujourd'hui de créer une capacité d'évaluation indépendante de l'Education Nationale, par exemple sous le contrôle de l'INSEE, organisme qui fait chaque mois preuve de ses compétences et de son indépendance face au pouvoir politique en publiant des données crédibles, bien qu'ayant des conséquences politiques importantes.

III-2. C'est l'évaluation qui crée le progrès

« *Ceux qui ne marchent que fort lentement peuvent avancer beaucoup davantage, s'ils suivent toujours le droit chemin, que ne font ceux qui courent et qui s'en éloignent.* »

Descartes, Discours de la méthode

III-3. La sous-utilisation actuelle des données

Alors que pour l'instant les principales applications numériques utilisées à l'école concernent les usages, l'évaluation à l'école reste un des facteurs les plus importants et les plus méconnus de la révolution numérique en cours.

Une des conséquences de cette révolution numérique : elle permet **la prise massive et facile de données d'évaluation**, via l'activité des élèves sur les périphériques numériques (ordinateurs, tablettes). Ces données peuvent être analysées rapidement et facilement, de façon rapide et agile, par des ordinateurs dotés de logiciels statistiques. C'est ce qu'on appelle les technologies « big data ».

Aujourd'hui, les seules utilisations de ces données sont faites par des sociétés telles que Google ou Facebook, et utilisées pour mieux cibler les bandeaux publicitaires proposés aux élèves...

 Les processus d'évaluation actuels sont massifs, lourds, coûteux, longs et ne peuvent pas influencer les politiques d'éducation²³. Ils ont aussi perdu en crédibilité²⁴.

²¹ Voir par exemple http://www.lemonde.fr/education/article/2015/09/04/rythmes-scolaires-a-quand-un-bilan-scientifique-de-la-reforme_4745811_1473685.html?xtmc=evaluation_ecole&xtcr=4

²² Le summum est sans doute atteint lorsque le Ministre justifie le lundi sa politique à l'aide de données d'études publiées... le dimanche !

²³ Ainsi, l'évaluation d'histoire lancée en 2006 a-t-elle été finalement analysée de façon comparative en 2013, soit 7 années plus tard (http://www.lemonde.fr/ecole-primaire-et-secondaire/article/2013/06/26/une-enquete-inedite-revele-le-faible-niveau-des-eleves-en-histoire-geographie_3436772_1473688.html) . On imagine l'utilité de telles études dans le domaine du numérique, où la puissance des machines double tous les dix-huit mois.

²⁴ De fait, l'étude la plus influente et commentée aujourd'hui est devenue l'étude PISA, qui n'est pas conçue par l'Education Nationale mais par l'OCDE

 En les remplaçant, ou en les complétant, par un grand nombre de micro-évaluations²⁵ statistiques peu coûteuses, rapides à effectuer, bien ciblées, réalisées sur des échantillons plus petits mais cependant significatifs et déterminées avec méthode, on peut disposer d'un outil remarquablement efficace, permettant d'obtenir des premiers résultats en quelques mois, d'infléchir les politiques et de mieux dépenser l'argent public.

La révolution numérique permet de faire rentrer, progressivement, certains domaines de la pédagogie dans le domaine des sciences expérimentales. Face à la multiplicité des nouvelles pratiques et des nouveaux usages proposés, elle permet de dégager facilement et rapidement quels sont ceux qui sont profitables aux élèves.

Elle apparaît aussi comme un moyen de mettre fin au blocage de l'école française, en rendant tranchables par l'expérience des positions actuellement sous-tendues par des choix politiques et idéologiques²⁶.

 La stratégie qui consiste à investir dans les usages est coûteuse et ne fait que reproduire, de façon moutonnaire, les stratégies mises en œuvre dans d'autres pays – ces stratégies ayant en outre échoué la plupart du temps. On ne passe pas devant les autres en les copiant sans réfléchir.

Le pays qui tirera le plus d'avantage de la révolution numérique sera au contraire celui qui aura su au mieux utiliser les nouvelles techniques d'évaluation et d'analyse des données disponibles pour orienter sa pédagogie.

C'est toute une culture qui est à changer. Au lieu de développer de « grandes réformes », complexes, voire impossibles, à mettre en œuvre ex-nihilo et résultant de choix idéologiques sans fondement rationnel réel (rythmes scolaires, réforme du Collège), l'Education Nationale devrait mettre en place des environnements prototypes d'expérimentation sur quelques dizaines ou centaines d'établissements, en tirer rapidement les leçons grâce aux nouvelles techniques d'analyse et décider, ensuite de les généraliser si les résultats sont prometteurs.

III-4. Des écoles numériques pilotes

Sur le modèle de l'école Alsacienne qu'avait inaugurée Jules Ferry, on pourrait créer un nombre importants d'écoles numériques pilotes (peut-être 50) et y rassembler les professeurs qui comprennent le mieux la technologie numérique et qui innent, de façon à pouvoir évaluer un grand nombre de nouveautés pédagogiques induites par la révolution numérique.

²⁵ Nous parlons d'évaluations effectuées sur des échantillons de quelques centaines de classes tout au plus.

²⁶ telles que « Faut-il donner des devoirs à la maison ? », « quelle méthode de lecture fonctionne mieux que l'autre ? ». Ou encore « le samedi matin non travaillé a-t-il une influence sur le résultat des élèves ? ». L'école française est à ce point bloquée aujourd'hui qu'à partir des réponses à ces questions, on peut probablement deviner l'orientation politique de la personne questionnée...

Les innovations pédagogiques pourraient toucher à tous les domaines de la pédagogie, de la société, de l'environnement de l'école. Les enseignants auraient carte blanche à partir du moment où le processus d'évaluation suivi est **rigoureux et agile**.

 Dans cette tâche, ils seraient aidés par des fonctionnaires issus de l'INSEE et de la Direction de l'Évaluation du Ministère de l'Éducation Nationale.

IV. Enseigner la science informatique à l'école plutôt que les usages

IV-1. Qu'est-ce que la révolution numérique ?

Le terme « révolution numérique » est aussi peu compris qu'il est fréquemment employé. On l'interprète souvent comme un gain de productivité lié aux ordinateurs, une amélioration rapide de l'outil informatique... Ce gain, s'il existe bien, ne crée pas à lui seul la révolution numérique.

En réalité, la révolution numérique commence au moment où les capacités de traitement des ordinateurs deviennent comparables à ceux d'un cerveau humain, de telle façon que des tâches complexes qui semblaient caractériser l'être humain, peuvent être réalisées par la machine mieux que par l'Homme.

- **La révolution industrielle** commence au moment où la machine devient plus productive que l'Homme.
- **La révolution numérique** commence au moment où la machine devient plus intelligente que l'Homme – il est important de saisir que cette formulation, aussi choquante qu'elle paraisse, n'est plus inappropriée.

On peut faire remonter le début de la révolution numérique à 1997, année où l'ordinateur Deep Blue bat le champion du monde à un jeu qui jusque-là, semblait caractériser pour tous la supériorité intellectuelle de l'être humain : les échecs²⁷.

La révolution numérique se situe très exactement au moment où le point de vue humaniste qui considère que l'ordinateur n'est qu'un simple outil à caractère mécanique (Descartes, Pascal, Edgar Poe) est infirmé²⁸.

IV-2. L'informatique en tant que nouvelle science fondamentale.

A l'âge de la révolution numérique, l'informatique devient une science indispensable au citoyen, mais sa présence dans le socle scolaire commun est actuellement quasi-nulle.

²⁷ <https://www.speechi.net/fr/2013/07/31/ce-que-le-joueur-dechecs-dedgar-poe-nous-apprend-sur-la-revolution-numerique/>

²⁸ De façon à éviter un débat philosophique qui serait contre-productif à ce stade, nous pouvons adopter la formulation « partiellement infirmé ».

Les investissements visant à faire utiliser les technologies numériques par les élèves se sont multipliés (tableaux interactifs, classes numériques...) mais, avant le niveau du baccalauréat, les formations leur permettant de comprendre comment ces technologies sont développées sont presque absentes– nous parlons de cours de programmation, de génie logiciel, d’algorithmie et d’architecture des ordinateurs, bref, de tout ce que les anglo-saxons recouvrent sous l’appellation “Computer Science”.

La conséquence principale de la révolution numérique en cours est que l’informatique est devenue la science la plus importante pour résoudre les problèmes cruciaux qui se posent à l’humanité, du développement durable à la faim dans le monde²⁹. Elle est devenue un levier peut être plus important encore que les mathématiques³⁰ pour toutes les sciences³¹, de la biologie à la physique, à la chimie et sans doute même pour tout ce qui ne peut pas encore être appelé science et est appelé un jour à le devenir (une bonne partie des sciences humaines).

« La plupart des gens voient la programmation comme un simple savoir-faire technique. Il n’en est rien. La capacité à coder, de même que la lecture ou l’écriture, est en train de devenir essentielle pour contribuer de façon pleine et entière à la société d’aujourd’hui, qui résulte de la révolution numérique »

Mitch Resnick, MIT Lab

De telles formations sont devenues indispensables pour comprendre le monde qui nous entoure. Elles font partie de la culture générale que devrait avoir tout bachelier qui se destine à faire des études supérieures (avec – et non pas contre – le latin, la philosophie, les mathématiques...).

Il ne s’agit pas de créer une génération d’informaticiens, pas plus qu’il ne s’agissait de créer une génération de latinistes ou de mathématiciens. Simplement de créer des citoyens cultivés dans ce domaine, capables de comprendre et, pour les meilleurs, de créer les outils de demain.

On n’obtient pas cet effet en faisant utiliser des IPADs aux élèves ou en leur enseignant, comme cela a été envisagé jusqu’à présent, la simple « maîtrise » de l’outil informatique (B2I) pas plus qu’on ne formerait des cuisiniers en se contentant de leur faire manger des plats ou des ingénieurs en leur achetant des voitures. Il faut expliquer aux élèves comment sont faits les ordinateurs, comment les programmer.

²⁹ <http://www.guardian.co.uk/activate/video/activate-robert-kirkpatrick>

³⁰ dont elle constitue par ailleurs l’une des branches. Voir plus loin.

³¹ http://archives.lesechos.fr/archives/cercle/2013/10/23/cercle_82835.htm

IV-3. Comment enseigner l'informatique ?

L'informatique, au sens anglo-saxon de « Computer Science », est une science qui repose sur des objets abstraits (par exemple, les algorithmes dont le degré d'universalité est du domaine mathématique), mais c'est aussi une technologie puisque ces objets sont destinés à être implémentés au sein de machines et que les effets de la science sont très largement fonction de la qualité de cette implémentation, qui relève du domaine de la technologie.

 Ces deux aspects indissociables devraient être enseignés comme tels à l'école, dès la 6^{ème} dans les filières générales, y compris littéraires, et jusque dans l'enseignement supérieur, toutes filières confondues (y compris les filières non scientifiques telles que Sciences-Po, l'ENA, HEC, pour citer les plus prestigieuses)³².

Pourquoi ne pas avoir préconisé plus tôt l'enseignement de l'informatique à l'école ? Qu'est-ce qui a changé ?

L'informatique aurait pu être enseignée avec profit dès les années 1970, au nom du simple intérêt scientifique de la matière. Des tentatives en ce sens, infructueuses, ont d'ailleurs eu lieu en France dans le cadre du « Plan calcul ». Mais à cette époque, les puissances de calcul étaient trop limitées pour qu'on puisse parler de révolution numérique, au sens où celle-ci met l'intelligence de la machine en concurrence avec le cerveau humain.

Depuis les années 1970, la puissance des ordinateurs a été multipliée par cent millions³³. Du fait de cette évolution technologique, l'informatique est devenue une science fondamentale, d'intérêt général, dont la compréhension est indispensable au citoyen. Certaines publications la présentent aujourd'hui comme « la mère de toutes les sciences³⁴ ».

En 1997, l'ordinateur Deep Blue qui battait Kasparov était une des machines les plus puissantes au monde. Deep Blue était programmé par une équipe de plusieurs dizaines de personnes rassemblant certains des meilleurs développeurs de la planète et plusieurs grand-maîtres, le tout sur une durée de 10 ans. Mais dans quinze ans, tout élève de Terminale scientifique sera probablement capable de battre le champion du monde d'échecs en développant son propre programme pendant un mois ou deux.

³² Nous rappelons qu'aux USA, l'informatique fait aujourd'hui partie du cursus des filières supérieures littéraires. <https://www.speechi.net/fr/2013/12/11/dans-les-universites-americaines-linformatique-fait-partie-du-cursus-des-etudiants-litteraires/>

³³ Loi de Moore https://fr.wikipedia.org/wiki/Loi_de_Moore

³⁴ <http://www.wired.com/2008/06/pb-theory/>

IV-4. « Il est urgent de ne plus attendre » (rapport de l'académie des sciences)

Publié en 2013, le rapport de l'Académie des sciences sur l'enseignement de l'informatique à l'école³⁵ est à l'Education Nationale ce que « Vers l'armée de métier » a été, en 1934, à l'armée française.

Ce texte unique d'une trentaine de pages constitue une analyse d'une exceptionnelle ampleur et contient la plupart des solutions politiques à adopter.

Il est à craindre cependant que, comme le livre du général de Gaulle, cette analyse ne soit jamais mise en œuvre.

Nous rappelons ci-dessous tout simplement les différentes recommandations de ce rapport, vers lequel nous renvoyons les lecteurs intéressés³⁶.

IV-5. La formation des enseignants

La formation des enseignants est une priorité absolue. La feuille de route du gouvernement propose une formation massive d'enseignants aux usages du numérique, mais ne précise encore rien sur leur formation à l'informatique (pris au sens de « Computer Science »). Ce chantier doit être défini et entrepris au plus tôt.

Inclure l'informatique dans la formation initiale des professeurs des écoles, et former les professeurs en activité par un développement professionnel volontariste afin que tous puissent initier leurs élèves à cette discipline.[...] Sur ce point, il est important de noter que les solutions existantes qui permettent de former quelques dizaines de professeurs par an sont largement insuffisantes. Nous avons besoin d'un véritable plan de formation national si nous voulons sortir notre pays de l'illettrisme informatique dans lequel il se trouve aujourd'hui.

IV-6. Privilégier l'introduction de l'informatique via les mathématiques.

Transdisciplinaire par nature, l'enseignement de l'informatique peut-être introduit via les mathématiques ou via la technologie. Dans le contexte français où les mathématiques sont une matière traditionnellement importante, **l'inclusion de l'informatique dans les programmes de mathématiques, dès la 6^{ème}, est à privilégier.** Ceci signifie évidemment que les temps d'enseignement dédiés aux mathématiques doivent augmenter.

Une forte dose d'informatique doit être introduite dans les formations mathématiques de tous les enseignants en mathématiques (CAPES, Agrégation). Pour une grande proportion des enseignants scientifiques (y compris les enseignants en mathématiques), **une spécialisation informatique doit en outre être proposée et suivie par au moins la moitié d'entre eux.**

³⁵ http://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/rads_0513.pdf

³⁶ http://www.academie-sciences.fr/activite/rapport/rads_0513.pdf. Citations directes ou synthétiques ci-dessous, en italiques.

IV-7. Apprendre à lire, écrire, compter... et programmer.

Le rapport de l'Académie des Sciences contient la première ébauche étayée sur le contenu des programmes à enseigner, de la maternelle au supérieur. La présentation déroulée et les arguments employés sont d'une exceptionnelle qualité et constituent sans doute la partie la plus intéressante du rapport.

Contrairement à une idée encore trop répandue, un enseignement de l'informatique ne peut en aucune façon se résumer à celui de ses usages – traitement de texte, tableur, navigateur, etc. – pour la même raison qu'un enseignement de la thermodynamique ne peut se limiter à l'apprentissage de la lecture d'un thermomètre et d'un baromètre, ou celui de la mécanique à la validation du permis de conduire

Primaire :

- Dans les programmes de l'école primaire, inclure une initiation aux concepts de l'informatique. Mêler dès ce niveau des activités branchées et débranchées.
- Enseigner des langages de programmation simples dès le primaire
- Le mot d'ordre n'est plus "Apprendre à lire, écrire et compter" mais "Apprendre à lire, écrire, compter et programmer"

Collège :

- Introduire un véritable enseignement d'informatique, qui ne soit pas noyé dans les autres enseignements scientifiques et techniques, mais développe des coopérations avec ceux-ci dans une volonté d'interdisciplinarité.

Lycée :

- Proposer un enseignement obligatoire d'informatique en seconde.
- Rendre obligatoire l'enseignement d'informatique en première et en terminale S, sans exclure une option de spécialité plus approfondie en terminale.
- Proposer un enseignement facultatif d'informatique en première et terminale L et ES (à notre avis, cet enseignement doit être obligatoire sous peine de renforcer les écarts sociaux créés par les filières)

Supérieur :

- Pour les classes préparatoires aux grandes écoles, augmenter le volume horaire dédié à l'enseignement d'informatique. Le volume actuellement proposé de deux heures en première année et une heure en seconde année ne saurait suffire à couvrir les besoins culturels et professionnels des étudiants de ces classes (à notre avis, donner à la matière informatique un coefficient égal à au moins 50% de celui des maths aux différents concours est nécessaire).

Il y a un manque de compréhension des enjeux de l'industrie informatique par nos élites et nos ingénieurs, qui n'ont souvent pas bénéficié d'une formation à l'informatique satisfaisante.

Quelle que soit la qualité de ces recommandations, nous préconisons une mise en place progressive et raisonnée, en utilisant en particulier les techniques agiles d'évaluation préconisées plus haut ainsi que l'outil « collège numérique », qui reste à créer.

V. Conclusion

Depuis trente ans, l'Education Nationale a utilisé, en matière de numérique comme en d'autres matières, des méthodes coûteuses, lourdes, inefficaces et souvent destructrices.

Les mesures que nous préconisons sont infiniment moins coûteuses et plus simples à mettre en place mais reposent sur une meilleure compréhension des enjeux et des objectifs. Nous pensons qu'elles auront pour effet de transformer profondément l'école numérique et, pour ce qui est de l'introduction de la culture de l'évaluation, l'école tout court.

Comment ouvrir une noix ?

« Je vois deux approches extrêmes pour s'y prendre. L'une est celle du marteau et du burin, quand le problème posé est vu comme une grosse noix, dure et lisse, dont il s'agit d'atteindre l'intérieur, la chair nourricière protégée par la coque. Le principe est simple : on pose le tranchant du burin contre la coque, et on tape fort. Au besoin, on recommence en plusieurs endroits différents, jusqu'à ce que la coque se casse – et on est content.

Je pourrais illustrer la deuxième approche, en gardant l'image de la noix qu'il s'agit d'ouvrir. La première parabole qui m'est venue à l'esprit tantôt, c'est qu'on plonge la noix dans un liquide émoullent, de l'eau simplement pourquoi pas, de temps en temps on frotte pour qu'elle pénètre mieux, pour le reste on laisse faire le temps. La coque s'assouplit au fil des semaines et des mois – quand le temps est mûr, une pression de la main suffit, la coque s'ouvre comme celle d'un avocat mûr à point ! Ou encore, on laisse mûrir la noix sous le soleil et sous la pluie et peut-être aussi sous les gelées de l'hiver.

Quand le temps est mûr c'est une pousse délicate sortie de la substantifique chair qui aura percé la coque, comme en se jouant – ou pour mieux dire, la coque se sera ouverte d'elle-même, pour lui laisser passage. »

Alexandre Grothendieck

L'auteur

*Thierry Klein est diplômé de l'Ecole Centrale de Paris et de l'Université de Stanford en Informatique (Computer Science) et en génie électrique. Il est le fondateur de la société **Speechi** (<http://www.speechi.net/fr/>) qui a pour mission d'améliorer la transmission du savoir grâce aux nouvelles technologies numériques. Il est à ce jour dirigeant de cette société.*

Déclaration d'intérêts

Cette étude est divisée en trois parties : les usages, l'évaluation et l'introduction de l'informatique à l'école en tant que science. L'auteur a sincèrement tenté d'utiliser son expertise technique et professionnelle pour dégager des propositions d'intérêt général non partisans mais il tient cependant à signaler les potentiels conflits d'intérêt énoncés ci-dessous :

Concernant la partie « Les usages », les idées énoncées dans le présent exposé sont susceptibles de nuire aux intérêts économiques de la société Speechi, celle-ci étant active sur le marché de l'équipement informatique des établissements scolaires, qui représente l'essentiel de son chiffre d'affaires.

En revanche, pour ce qui est du chapitre concernant l'évaluation, les points de vue abordés par l'auteur sont susceptibles de favoriser le développement de la société Speechi, celle-ci ayant mis au point un logiciel dont le but est précisément de favoriser la mise en œuvre des politiques d'évaluation.

Concernant l'introduction de l'informatique à l'école, la politique préconisée dans ce rapport n'a aucun impact, positif ou négatif, sur l'activité de la société Speechi.