

**Cours de « Sociologie et politique de l'éducation » et de
« Recherche en éducation » — M^{me} C. OLIVIER
Travail d'examen : « Technologie et éducation »
Eric Kirsch**

Table

1. INTRODUCTION.....	2
1.1. CHOIX METHODOLOGIQUES.....	3
1.2. POURQUOI LES INVENTIONS TECHNOLOGIQUES ?	4
2. CE QUE LES TECHNOLOGIES ONT APORTE A L'EDUCATION	6
2.1. LA PERIODE GRECO-ROMAINE : ECOLE ET CADRAN SOLAIRE	6
2.2. LE MOYEN-ÂGE OU PAPIER + HORLOGE = ECOLE.....	7
2.3. LA RENAISSANCE : IMPRIME & HORLOGE POUR UNE ECOLE UNIFORMISEE... ..	9
2.4. LE XVII ^E SIECLE OU L'EDUCATION SE PROFESSIONNALISE	11
2.5. LE XVIII ^E SIECLE OU LES « LUMIERES » VONT FAIRE LA REVOLUTION... ..	13
2.6. LE XIX ^E SIECLE : PEDAGOGIE DE MASSE ET PRESSE ROTATIVE... ..	15
2.7. LE XX ^E SIECLE OU L'EMERGENCE DE LA PENSEE « MAGIQUE ».....	17
3. FUTURIBLES : LE XXI^E SIECLE DE LA PEDAGOGIE MULTIMEDIA.....	23
3.1. ETAT DES LIEUX AUJOURD'HUI.....	23
3.2. AVANTAGES DE LA VISIOCONFERENCE	25
3.3. L'AVENIR A COURT TERME	26
3.4. SCENARIO A LONG TERME	27
4. CONCLUSION.....	30
5. BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE	32
5.1. GENERALE.....	32
5.2. CONCERNANT LA VISIOCONFERENCE.....	32
5.3. CONCERNANT L'E-TRAINING	33
5.4. CONCERNANT LES NANOTECHNOLOGIES	33

1. Introduction

Le but du présent travail est de démontrer que les technologies de masse, c'est-à-dire les technologies qui ont été massivement utilisées quelques temps après leur apparition par la société, sont étroitement corrélées à des changements parfois profonds dans les méthodes éducatives.

Nous verrons également que, plus qu'une étroite corrélation, cette relation sociologique est orientée dans le sens où les grandes inventions techniques, celles qui ont marqué la société de leur temps, ont induit, sinon provoqué les changements dans les méthodes éducatives. Et non l'inverse. Accessoirement, nous verrons que l'éducation freine, sinon inhibe les inventions technologiques, alors qu'elle stimule les découvertes scientifiques.

Car, comme nous l'avons déjà signalé dans d'autres travaux (cf. résumé et critiques des cinq pièges de Petrella), les sciences et les techniques constituent deux mondes très différents : les sciences représentent le monde des savants alors que les inventions constituent le monde particulier des inventeurs, lesquels sont rarement des scientifiques, plutôt des ingénieurs, sinon des autodidactes. Nous y reviendrons au point 1.2. ci-dessous.

Enfin, fort de cette relation orientée entre découvertes techniques et changements pédagogiques, comme les secondes apparaissent systématiquement après la découverte des premières, est-il alors possible de s'exercer à l'art délicat des prédictions.

Notre époque a raccourci les délais entre invention technique et utilisation de cette technique. Il est donc de plus en plus réaliste d'imaginer sans trop d'erreur le futur possible à moyen terme du monde de l'enseignement (des sociétés technologiques).

Mieux encore, mais alors avec une bien plus grande marge d'erreur, il est possible de prédire le futur à long terme de l'enseignement en prenant pour principe celui de Mac Luhan, qui prétendait que l'art anticipe le futur, notamment technologique. Partant de cela, par effet de transition (art → invention technologique → modification des habitudes pédagogiques), il serait possible de s'amuser à créer des futuribles relatifs à l'éducation.

Il existe une autre manière de procéder (que nous expliquerons en détail ultérieurement) : en se basant cette fois sur les découvertes scientifiques, on peut imaginer les inventions technologiques probables, et de là les répercussions qui en résulteront sur l'éducation (science → invention technologique → modification des habitudes pédagogiques). Comme Mc Luhan avait développé la première approche (art → société), nous avons pensé utile de développer la seconde (science → société éducative).

La suite de la présente introduction décrit brièvement les méthodologies appliquées à chaque moment du travail. La deuxième partie reprend chronologiquement, et par section, tous les appariements " invention technologique – innovation pédagogique " trouvés, en les replaçant dans leur contexte historique, culturel et politique, et en décrivant les liens de causalité entre la technologie et la pédagogie.

La troisième partie traitera du futur, tantôt à moyen terme, tantôt à plus long terme. Nous clôturerons le travail par une conclusion.

1.1. Choix méthodologiques

Nous examinerons ci-après cinq méthodes de travail. Chacune d'elle correspond à une étape du travail mené :

1. sélection des inventions technologiques sociologiquement pertinentes,
2. identification des changements probants et durables en matière de pédagogie,
3. appariement des inventions technologiques avec les découvertes pédagogiques,
4. prospective de la pédagogie dans le futur à moyen terme,
5. futurible sur l'avenir à long terme de la pédagogie grâce à la science.

Comme le montre les différentes listes des inventions techniques (par exemple : <http://a.bouque.free.fr/invent/>), toutes n'ont pas nécessairement eu des répercussions sociologiques. Le feu d'artifice, par exemple, inventé vers 700 A.C., n'a eu aucune répercussion dans la société, si ce n'est bien plus tard, quand elle a été combinée quelques 1 300 ans plus tard avec de la poudre à canon...

D'autres inventions, par contre, comme l'usage du papyrus, ont eu des conséquences considérables sur l'organisation d'une société (notamment romaine), du fait que des ordres, des règlements, des actes de propriété ou autres documents officiels pouvaient désormais être conservés en dehors de toute mémoire biologique (le cerveau humain). Mais étant donné la faible offre de papyrus dans le monde, cette invention ne fut jamais en usage qu'auprès des élites, exceptionnellement dans le peuple.

Ainsi, comme notre étude porte sur les influences qu'auraient sur l'éducation des inventions que presque toute une société utilise, des découvertes comme le feu d'artifice et le papyrus (comme support à l'écriture) ne seront pas retenues¹.

Par contre, le cadran solaire, qui fut utilisé par tous quelques années après son invention, entrera (d'ailleurs en première place) dans notre petite étude. Il en sera de même, pour prendre un exemple plus moderne, pour le téléphone portable.

Voilà pour nos critères de sélection des inventions techniques. Passons à présent à ce qui a retenu notre attention dans le domaine de l'éducation.

Tout changement notable, durable et concret (laissant des traces matérielles) en matière de pédagogie sera retenu. Ainsi le préceptorat itinérant des Sophistes fera partie de notre étude, au même titre que la nouvelle école du XVII^e siècle, par exemple.

Nous laisserons par contre de côté des apports parfois fort importants sur le plan des idées, mais qui n'ont pu se concrétiser réellement que plus tard. Nous songeons par exemple aux idées de Rousseau, qui ont trouvé des applications pratiques durables dans l'enseignement de type Decroly par exemple.

¹ Le parchemin, qui apparaîtra au 1^{er} siècle P.C. ne sera pas non plus diffusé massivement. Lui et le codex qui en résulta connurent une renommée mondiale (c'est notamment grâce à lui que l'empire romain retrouva un peu de vigueur : la communication des informations s'en trouva facilitée et accélérée, ce qui permit une meilleure cohérence politique et militaire d'un bout à l'autre de ce gigantesque empire) mais ne faisaient pas partie du quotidien des habitants.

Troisième axe méthodologique : l'appariement. Compte tenu des choix effectués dans les inventions techniques et des choix faits dans les innovations pédagogiques, nous avons rangé les uns et les autres par ordre chronologique. Puis, quand une innovation pédagogique surgissait peu de temps après la vulgarisation d'une invention technique, nous l'avons appariée à l'invention correspondante. Bien évidemment, à cette étape du travail, il convient de tenir compte des moyens de communication et de transmission de l'époque pour évaluer le moment où l'on peut raisonnablement affirmer que l'invention technologique a eu un impact social, autrement dit quand elle est entrée dans les mœurs.

L'appariement une fois effectué, restait alors à clarifier, s'il existait, le lien de cause à effet entre l'invention technologique et l'innovation pédagogique. C'est assurément là que se situe la partie la plus importante de la valeur ajoutée du présent travail. À ce titre, c'est aussi la partie la plus critiquable de l'étude, ainsi que la partie réservée aux futurs possibles en éducation.

Après avoir fait la démonstration de causalité étroite entre les grandes innovations techniques ayant eu un impact social de masse et les grandes innovations dans les méthodes d'éducation à travers quelques 2 500 ans de notre histoire, surgissait la question : " Compte tenu des récentes vulgarisations technologiques, comme le téléphone portable, l'Internet, les consoles de jeu vidéo, la télévision par satellite, etc., que peut-on raisonnablement prédire ? Quelles seront les répercussions de ces technologies sur nos écoles ? "

Pour répondre à ces questions, nous avons utilisé la méthode d'analyse des tendances. C'est-à-dire qu'à la lumière des explications des causalités entre la technologie et la pédagogie proposées à l'étape précédente, quels sont les éventuelles lois, règles ou mécanismes que l'on peut dégager ?

Armés de ces prémisses de lois, appliquons-les aux technologies d'aujourd'hui et voyons ce que cela donne. Telle est la méthodologie appliquée dans cette partie.

Enfin, dans à la dernière étape du travail nous utiliserons la méthode précédemment mentionnée : quelles sont les grandes découvertes scientifiques qui vont provoquer des innovations techniques ? Ensuite, dans un deuxième temps, nous avons à nouveau usé de la méthode prospective décrite il y a un instant, de manière à s'amuser à inventer les futurs à long terme de notre système éducatif à partir des innovations techniques probables dégagées dans le premier temps.

1.2. Pourquoi les inventions technologiques ?

Et pourquoi pas les inventions scientifiques (sauf dans l'avant-dernier chapitre, comme nous venons de la souligner) ? Pour une raison que nous avons déjà citée dans un de nos travaux (" Résumé et critique des cinq pièges de Petrella ") mais que nous allons reprendre ici.

L'idée est la suivante : il ne faut pas confondre, comme on le fait trop souvent, progrès scientifique et progrès technologique. Ils n'ont rien à voir l'un avec l'autre. Au contraire : la science (et l'éducation) tend à démontrer que les choses sont impossibles alors que la technologie prouve le contraire...

Autrement dit, ne pas confondre savant (aujourd'hui "docteur en...") et inventeur (aujourd'hui plutôt "ingénieur en...").

Rappelons quelques impossibilités scientifiquement attestées :

- " Il n'y aura pas deux Newton, parce qu'il n'y a pas deux mondes à découvrir. " Simon de Laplace, XVIII^e siècle.
- " Le voyage en train à grande vitesse est impossible parce que les passagers mourront d'asphyxie. " D. Lardner, professeur à l'université de Londres, 1850.
- " L'univers est désormais sans mystère. " Marcelin Berthelot, 1887.
- " Il est impossible de faire voler des objets plus lourds que l'air. " Lord Kelvin, président de la Royal Society, 1895.
- " La bourse donne l'impression de devoir rester à ce niveau élevé. " Irvin Fischer, professeur en sciences économiques appliquées à l'université de Yale. 17 octobre 1929².

Les inventions techniques, par contre, proviennent non pas des savants, qui appartiennent à la science, mais d'inventeurs (souvent isolés) pas toujours instruits, mais plutôt bricoleurs de génie butés :

- Thomas Edison (1847 - 1931) était un autodidacte, dépositaire de quelques deux mille brevets (phonographe, lampe à incandescence, télégraphe duplex, perfectionnement du téléphone, microphone, kinétoscope [ancêtre du cinéma], ...)
- Nicéphore Niépce (1765 - 1833), mécanicien génial, n'est pas seulement l'inventeur de la photographie, mais de nombreuses améliorations et autres inventions, tel que l'ancêtre du moteur à explosion.
- Sir William Petty (1623 - 1687), fut marin, chirurgien, homme politique et homme d'affaires. Il inventa l' "arithmétique politique".
- Louis Renault (1877 - 1944), bricoleur passionné, crée à 21 ans sa première voiture.

Autrement dit, contrairement à une idée reçue, la science apporte beaucoup à notre société, mais la technologie beaucoup plus. La science nous influence indirectement et des années après les découvertes, alors que les innovations technologiques sont diffusées rapidement et, si elles réussissent, massivement.

Autrement dit, notre petite étude aurait nécessité plusieurs années de recherche pour établir les corrélations éventuelles entre découvertes scientifiques et répercussions pédagogiques. Alors que ces rapprochements sont beaucoup plus significatifs entre la technologie et les changements en éducation.

² Pour rappel, le plus grand krach boursier de tous les temps a eu lieu le 19 octobre 1929.

2. Ce que les technologies ont apporté à l'éducation

2.1. La période gréco-romaine : école et cadran solaire

Vers 550 A.C., Anaximandre (Grèce) invente le cadran solaire. On peut raisonnablement affirmer que quelques cinquante années plus tard cette invention est utilisée dans tout le monde grec.

Qu'a-t-elle apporté ? En quoi la société de l'époque a-t-elle changé vers 500 A.C. grâce ou à cause de cet outil pour mesurer le temps ? Cette invention, et surtout la vulgarisation de son usage, a permis au monde grec de se synchroniser. Certes il ne s'agit pas encore de l'horloge qui va découper le temps en morceaux discontinus (le tic-tac) de secondes, de minutes et d'heures. C'est un outil analogique qui permet de mesurer le temps diurne précisément, partout où il fait soleil. Autrement dit, il ne faut plus vivre dans le même village ou dans la même ville pour pouvoir se donner rendez-vous sans erreur : on peut désormais fixer une date et un moment précis de la journée pour se rencontrer d'une ville à l'autre, d'un village à l'autre.

Ainsi le cadran solaire a-t-il considérablement amélioré les échanges entre les habitants du monde grec. Echanges commerciaux, assurément, et, partant de là, prospection au-delà des limites connues du monde grec.

Une des causes principales des trois grandes guerres médiques qui se succéderont justement à partir de 493 A.C., jusque 480 A.C. vient de ces frictions provoquées au-delà des frontières. Les Grecs auraient probablement gagné plus vite, grâce, notamment, au cadran solaire, si cette précieuse invention n'avait pas été rapidement utilisée aussi par l'ennemi. Car l'art de la guerre a également été transformé par cette invention : des attaques combinées d'endroits différents pouvaient dès lors avoir lieu sans échange de messagers, en stipulant un moment précis dans le futur. La victoire navale finale de Salamine est un exemple, presque un chef-d'œuvre de synchronisme.

Mais ces guerres du début du V^e siècle A.C. vont faire comprendre aux Grecs l'importance de préserver davantage les troupes. A l'art de la guerre pure et dure se greffe peu à peu l'art de la diplomatie, plus payant, en tout cas moins coûteux.

Or cet art ne s'invente pas. Il faut ainsi former des diplomates. Ce sera le travail des Sophistes, précepteurs itinérants, professeurs de politique et de tout le bagage nécessaire pour faire de la politique, dont le bien parler (assorti du raisonnement, de l'argumentation et de l'éloquence).

Oui, mais des guerres, il y en eut bien avant les guerres médiques. Plusieurs fois dans le passé les royaumes ont eu besoin de diplomates. D'accord, mais l'organisation méthodique de l'enseignement, sur un territoire aussi immense que la Grèce Antique, ne s'improvise pas. Il faut une intendance, une planification, une logistique. Lesquelles n'auraient jamais pu voir le jour sans le synchronisme offert par le cadran solaire.

Grâce à lui les Sophistes peuvent organiser leurs voyages, proposer des cours à tel moment de la journée, rendre compte à tel autre moment aux politiques qui les ont commandités.

Ce que le cadran solaire a donc apporté à l'éducation antique, c'est une plus grande efficacité de l'enseignement, accompagnée d'un usage plus scientifique du temps d'enseignement, sans compter une notable augmentation des personnes éduquées (toujours dans le milieu aristocratique, certes, puisque cet enseignement reste payant).

Est-ce à dire que Socrate et Platon n'ont rien apporté d'important par la suite ? Fondamentalement, non : ils se sont adaptés à leur époque. Socrate, né et élevé sous la période faste dite de " l'hégémonie d'Athènes ", au siècle de Périclès, peut se permettre la maïeutique (qui prend du temps, et qui ne peut s'appliquer à de grands auditoires).

Puis Platon, certes admirateur de Socrate, grâce à qui, d'ailleurs, nous connaissons Socrate, est un homme issu d'une nouvelle période de guerres (Guerre du Péloponnèse, puis contre Syracuse, puis contre les Perses). Aussi reviendra-t-on avec lui à un enseignement plus « sophiste », du moins dans sa forme, puisque effectivement, grâce à Socrate, Platon préconise une sorte de Sophisme auquel s'ajouterait la maïeutique (" se ressouvenir ") et, puisque les temps sont durs, l'effort et le mérite. Autrement dit, on assiste à un quasi retour à la case départ.

Nous maintenons donc que le cadran solaire a révolutionné l'enseignement grâce à l'apport des Sophistes (commandités par les efforts de guerre), certes nuancés par un peu de maïeutique et beaucoup de méritocratie...

2.2. Le Moyen-Âge ou papier + horloge = école

Vers l'an 105 apparaît en Chine le papier. Pendant 1 300 ans cette technologie va peu à peu remplacer le parchemin, coûteux et lent à fabriquer. Petit à petit, le papier, denrée de luxe au début, va entrer dans les mœurs. Bien sûr, il faudra que ce média soit associé à la presse à imprimer de Gutenberg pour la diffusion de masse s'opère en un petit siècle (de 1450 à 1550 à peu près). Nous reviendrons aux caractères imprimés de Gutenberg plus tard.

Notons simplement à ce niveau-ci que les détenteurs du savoir, inscrit dans les manuscrits laborieusement recopiés par les élites intellectuelles d'alors, le clergé de la chrétienté, vont coûte que coûte tout mettre en œuvre pour conserver précieusement, et transmettre ce savoir essentiellement livresque.

Une autre technologie vient se greffer sur celle du papier : l'horloge, héritière du cadran solaire déjà cité, de la clepsydre et du sablier. Presque toutes les innovations, tous les perfectionnements des horloges sont dus aux moines du Moyen Âge, jusqu'à la sacralisation du temps qui ne s'écoulera plus, mais qui deviendra une succession de moments, avec l'apparition de l'horloge mécanique en 1215.

Ou pourrait presque dire que tout le Moyen Âge intellectuel fut l'apprentissage de la linéarité apportée par le temps qui passe dans l'horloge et par la succession des lettres (les mots séparés par des espaces ou des caractères de ponctuation n'existent pas encore, le papier coûte bien trop cher...) et des pages.

Les deux technologies sont liées : après avoir lu x pages d'un livre, on sait qu'on aura passé y heures. Inversement, si y heures passent à l'horloge, on sait qu'on aurait pu lire x pages d'un livre, ou en recopier x'. Les pages égrainent le temps comme l'horloge rythme la vie de la communauté religieuse.

Ainsi ces deux technologies associées vont-elles, de jour en jour, d'année en année, conditionner, rythmer avons-nous dit, planifier la vie religieuse et sociale. Chaque moment de la journée (repas, messes, études, copies, prières, tâches domestiques et administratives, sommeil) est parfaitement codifié, généralement de manière immuable, dans chaque lieu religieux. Le caractère immuable et cyclique rend sociologiquement parlant le moine totalement étranger à la notion de progrès. Chaque jour, outre les saisons, va ressembler aux autres. Chaque livre recopié doit ressembler à l'original.

Comme le clergé domine presque totalement (avec les seigneurs guerriers) tout le monde moyenâgeux, peut-être faut-il trouver dans cette éternité figée la cause de ces presque 1 000 ans d'immobilisme technique, scientifique, philosophique et religieux, de 500 à 1500.

Sans les guerres – et notamment les croisades – qui nous mettront face à d'autres peuples, à d'autres cultures, le Moyen Âge aurait pu durer encore longtemps.

Toujours est-il que les salles au silence *religieux*, pleines de bancs (contenant tout le matériel nécessaire) à disposition des copistes, alignés et rangés dans le même sens, avec l'estrade du père administrant et planifiant les ouvrages à copier, vont servir à enseigner également, par le livre exclusivement. Les premières écoles datent du Moyen Âge. Les premières classes vont ressembler à s'y méprendre aux salles de copistes.

Et ces mêmes classes, où doivent régner le silence pour l'écoute attentive ou pour la lecture (difficile à cause de l'absence de ponctuation), où les bancs sont disposés face à l'estrade du moine professeur (ou précepteur quand il va dans le siècle), seront à peu de choses près celles que nous connaissons également, y compris avec la cloche faisant écho à l'horloge, y compris avec les récréations et les repas de midi à la cantine. Tout cela a été mis en place au Moyen Âge.

Seule différence avec aujourd'hui, si on veut être juste un peu de mauvaise fois, c'est que l'élève du Moyen Âge, s'il n'était pas voué au clergé, ne pouvait généralement pas écrire plus que son nom : le papier trop cher reste le luxe du pouvoir monacal et, plus que tout, la diffusion du savoir doit être maîtrisée, contrôlée par ce même clergé.

Si les gens du peuple avaient eu la possibilité d'écrire (à supposer qu'ils aient eu du papier en suffisance), qu'aurait-il diffusé comme information ? Pas de la littérature religieuse, probablement. Autrement dit des savoirs mettant potentiellement, sinon directement, l'église en danger.

Finalement, ne fût-ce que pour son combat contre le paganisme, l'église a fait preuve, dans sa logique, de beaucoup d'intelligence en ne livrant qu'à compte-gouttes l'art de l'écriture.

Une des meilleures, sinon une des plus belles approches de ce constat reste le roman de la rose d'Umberto Eco.

Autre conséquence du papier rare et de l'horloge qui mécanise la vie : le latin reste la langue véhiculaire, la langue internationale comme l'anglais l'est à notre époque. (À ce sujet notons que jusque dans les années 1970, certains colloques internationaux en mathématiques avaient encore lieu en latin...)

Autrement dit, l'église, par son système mécanique imposé par l'horloge et par les pages des livres maintes fois recopiés, a permis une cohésion culturelle, linguistique et (presque) politique, devançant ainsi la notion de nation à une époque de guerre de villages, en tout cas entre châteaux, donc entre domaines plus qu'entre pays.

Pour revenir à la pédagogie, insistons à nouveau sur l'école, au sens le plus classique, qu'indurent l'horloge et le papier, leur assurant pendant presque deux mille ans une pérennité rarement égalée.

Si les guerres et, surtout, les épidémies à répétition du Moyen Âge n'avaient pas eu lieu avec tant de rage, il est très probable que l'éducation de masse qui apparaîtra progressivement dès le XVII^e siècle aurait pu avoir lieu presque mille ans plus tôt.

Il est amusant d'imaginer alors comment les contributions de Erasme, Rabelais et Montaigne auraient été perçues...

Signalons encore que l'apport de Charlemagne, en rendant l'enseignement un peu moins religieux, s'est vite estompé dès le partage de son empire. Le pouvoir religieux a très rapidement repris le pouvoir au sein de ses écoles du Palais, des Cathédrales et des Paroisses.

2.3. La Renaissance : imprimé & horloge pour une école uniformisée...

En 1315, les lunettes correctrices sont inventées par Armati. Elles complètent l'invention, cent ans plus tôt, de la loupe. Ces innovations vont permettre aux copistes de travailler mieux et plus longtemps. Mais l'agrandissement et la précision qui résultent de ces technologies vont également apporter un regard différent sur le livre : les lecteurs professionnels, c'est-à-dire les moines en général, vont distinguer des détails jusqu'au-delà du caractère. L'enluminure va donc se perfectionner, devenir un véritable art. Et la lettre va devenir une entité artistique indivisible également.

Le papier est devenu moins cher (on l'importe de moins en moins puisqu'on le fabrique de plus en plus localement) et on peut donc se permettre d'utiliser plus d'espace. De plus, le latin est de moins en moins parlé, en tout cas de plus en plus mal, et les moines éprouvent de plus en plus de difficultés à déchiffrer les textes copiés par leurs prédécesseurs. La fin du Moyen Âge va donc produire des manuscrits dont les mots sont séparés par des espaces ou d'autres signes distinctifs.

Le chemin est donc tracé pour l'innovation la plus marquante de notre histoire : la presse à imprimer des caractères mobiles, en 1440, par Gutenberg.

Cette invention, qui cristallise la mécanisation du Moyen Âge due, rappelons-le, au papier et à l'horloge, va se propager très rapidement (n'oublions pas que le papier est désormais disponible à un prix raisonnable), en quelques dizaines d'années, dans toute l'Europe, puis au-delà. Cela nous mène à la fin du XV^e

siècle, date à laquelle Erasme et Rabelais sont devenus adultes et sont au sommet de leur art, leurs idées s'étant forgées au rythme de la diffusion du livre imprimé.

À nouveau, il est étonnant de constater que l'imprimerie (inventée aussi par Gutenberg, en 1452) est née en parallèle avec la technologie de l'échappement en horlogerie, qui a permis de fabriquer les horloges mécaniques à balancier que nous connaissons.

Ainsi le temps devient-il cette fois réellement une succession d'unités de base que sont les secondes, associées au tic-tac de l'horloge. De même l'écrit devient une succession d'éléments discrets que sont les caractères, alors que jusqu'ici l'écrit était un fluide continu et manuscrit (originellement sans signes typographiques, souvenons-nous, permettant de distinguer les mots).

Le temps et les idées acquièrent une linéarité, une homogénéité sans égale, partout dans le monde civilisé. L'imprimé va permettre d'unifier les nations, grâce à la propagation des livres imprimés et des horloges à balancier. Certes, les horloges ne sont pas encore synchronisées : chaque village a pour ainsi dire son propre temps. Mais le nombre d'heures, de minutes et de secondes dans une journée est identique partout.

Ces deux technologies, mais surtout le livre imprimé, vont unifier les mentalités, ponctuer la vie des gens à l'unisson. Ça, la religion aime bien. Par contre les livres sont désormais édités par des non religieux, et en de nombreux exemplaires distribués à plein de monde : ça, le clergé va moins aimer... Aussi, dès le début de l'imprimerie, toutes les publications seront-elles préalablement soumises à l'approbation du clergé. Rabelais lui-même aura d'ailleurs des ennuis.

Si le clergé, un peu endormi par mille ans de stabilité intellectuelle, ne perçoit pas tout de suite le bouleversement gigantesque que va apporter l'imprimerie, des jeunes gens comme Erasme et Rabelais vont le sentir et l'utiliser autant qu'ils le peuvent, un peu comme un jeune d'aujourd'hui disjoncterait avec sa console de jeux vidéos.

Car il faut bien se rendre compte que la révolution sociologique de l'imprimé est du même ordre de grandeur que la révolution des médias aujourd'hui.

Voilà pourquoi, enthousiasmés par le livre imprimé, parce que nés avec lui, Erasme et Rabelais, chacun à leur manière, vont proposer le livre imprimé partout, pour tout le monde. Voilà pourquoi ils le veulent en remplacement de la méthode scolastique du Moyen Âge, qui utilisait le livre manuscrit (quasi uniquement pour le maître).

Le livre imprimé va ainsi devenir un outil indispensable de la pédagogie. Les élèves pourront désormais l'utiliser également. Mieux, chacun pourra bientôt disposer du sien. Par le livre imprimé, de plus en plus de gens vont pouvoir non seulement lire, mais la Renaissance sera aussi l'époque du début de la vulgarisation de l'écriture.

Comme Erasme et Rabelais voient le livre partout et pour tout, ils vont jusqu'à extrapoler : pourquoi ne pas imprimer des auteurs maudits, ou inconnus. Les auteurs païens seront "revisités", comme on dit aujourd'hui. Les langues autres que le latin seront imprimées également. On va donc redécouvrir le monde grec, notamment.

Il est très probable que Erasme et Rabelais ont usé et abusé du livre, lisant tout ce qui passait à leur portée. Ainsi, comme tout joueur moderne saturé de plus de 4 heures de jeux vidéos, ils ont dû connaître ou sentir les limites de l'abus de lecture. Tous les deux préconisent donc l'alternance avec les activités manuelles, en tout cas plus naturelles (cf. Rabelais : abandonner le livre pour y revenir ensuite).

Comme tous les découvreurs d'une nouvelle technologie, ils proposent de tout lire. L'un dans son courant littéraire anthologique, l'autre carrément dans son courant encyclopédique. C'est évidemment un abus qui sera vite rectifié, par exemple par Montaigne, qui est un peu le Socrate de ces deux nouveaux Sophistes. On ne peut cependant blâmer l'enthousiasme de Erasme et de Rabelais : quel fou d'ordinateur personnel, quand il apparut dans les années 1980 en Europe, n'a-t-il pas proclamé à toute sa famille que l'ordinateur serait la panacée universelle, que tout allait pouvoir se faire plus vite et mieux grâce à lui ?

Evidemment, toute cette masse d'information nouvelle répandue dans le peuple par le livre imprimé, aura de fâcheuses conséquences pour le clergé. Les idées nouvelles réunissent les hommes mais rendent plus critique. Les guerres de religion vont battre leur plein, Réforme et, plus tard, Contre-Réforme vont diviser la chrétienté.

L'église, quelle que soit l'obéissance, restera encore présente de nombreux siècles, mais le pouvoir va changer de bord grâce à l'imprimé : il passera de plus en plus du clergé au politique. L'éducation ne servira donc plus exclusivement le clergé mais aussi le monde profane. Ce monde en a besoin de plus en plus, car il s'internationalise et, surtout, se commercialise terriblement : la boussole (1090), le gouvernail (1180), la poudre à canon (1000), le canon (1280), etc. se sont finalement imposés, rendant les communications plus fiables, plus professionnelles.

Pour une fois, deux technologies, celle de l'imprimé et celle de l'horloge mécanique, vont entrer presque instantanément dans le monde de l'éducation. Comme nous le verrons, c'est un phénomène très rare, d'où le retard apocalyptique aujourd'hui entre l'enseignement et le monde réel. Car après le livre, quelle autre technologie est-elle entrée dans nos pédagogies à part, timidement, le rétroprojecteur et, parfois, l'ordinateur ?

Cette entrée rapide du livre imprimé et de la sonnerie dans les écoles a toutefois été facilitée par le fait que les horloges ponctuaient déjà les classes depuis mille ans, tout comme le livre manuscrit servait déjà de support pédagogique.

Les classes étant en place, il ne reste plus qu'à y ajouter davantage d'élèves. Ce sera l'œuvre du XVII^e siècle. Et la nécessité d'une réelle pédagogie se fera alors sentir.

2.4. Le XVII^e siècle où l'éducation se professionnalise ...

Ce siècle peut être caractérisé par l'apparition d'une réelle pédagogie digne de ce nom, malgré les nombreuses tentatives ayant eu lieu dans les siècles

précédents. Cristallisée par des réformateurs tels que Comenius, l'éducation se professionnalise. Nous référant aux deux images présentées au cours oral, l'une symbolisant une classe d'avant le XVII^e siècle, l'autre une classe en plein XVII^e, où tout est dit, on constate les caractéristiques suivantes : uniforme tant pour les élèves que pour les professeurs, professionnalisation du corps enseignant, les classes sont adaptées à l'enseignement (estrade, bancs, livres, tableaux didactiques, etc.), travail en équipe (tout au moins pour les enseignants), etc.

Du point de vue technologique, que constate-t-on ? Une première tendance se dégage : l'accélération des découvertes. En particulier, à quatre ans d'intervalle, deux inventions hollandaises majeures, qui vont considérablement étendre le sens de la vue : le microscope (Janssen, 1604), et la lunette astronomique (Lippershey, 1608).

L'espace visuel ainsi étendu grâce à ces deux découvertes, les méthodes classiques d'analyse, manuelles, ne suffisent plus. Aussi, comme par enchantement, arrivent la règle à calcul (Hunter, 1620) et la fameuse machine à additionner de Pascal (1642).

Parallèlement à cet ensemble cohérent d'inventions groupées, surgit toute la technologie de la vapeur : la turbine à vapeur (Branca, 1629), la machine à vapeur de Papin (1680) et la pompe à vapeur (Saveri, 1698), sans compter la cocotte minute (Papin, 1680)...

Signalons encore deux inventions dans le domaine de l'équilibre : un nouveau balancier pour les horloges (Huygens, 1656) et la balance à plateaux (Gilles Personne de Roberval, 1670).

Quels liens pouvons-nous tisser entre ces technologies nouvelles et la pédagogie professionnelle naissante ?

Maîtres et élèves doivent désormais « voir » plus loin : dans l'infiniment petit (microscope) et dans l'infiniment grand (téléscope) ; autrement dit, ils doivent étendre leurs connaissances en développant davantage qu'aux siècles précédents l'esprit d'analyse issu du microscope et l'esprit de synthèse provenant du télescope. Les activités des étudiants et des professeurs ne peuvent désormais plus s'improviser, elles deviennent des métiers : comme tous les autres métiers, ils recevront un uniforme (un pour les élèves, un pour les enseignants), des signes distinctifs et des grades.

Mais comment, avec quelles méthodes ? Face à tant de savoirs en plus, il faut de nouveaux outils pour apprendre et pour « ranger » ce surcroît de connaissances. A l'instar de la règle et de la machine à calcul, l'élève et le professeur vont user du livre et de l'ardoise (un par personne à l'époque) et des tableaux didactiques.

Quant à l'emploi du temps, il est présent rythmé (cf. le nouveau balancier), pondéré (cf. la balance à plateaux) et mécanisé (cf. les machines utilisant la vapeur) plus encore qu'il ne l'était grâce à l'imprimé.

On constate une fois de plus combien la technologie s'imisce rapidement dans les esprits au point de vouloir inconsciemment reproduire les dernières innovations technologiques dans toutes les activités humaines, en l'occurrence dans l'éducation.

La pédagogie professionnelle est donc née du besoin de méthodologie créé par l'étendue soudaine des savoirs apportés par le microscope et le télescope, et

s'est largement développée un tant que réponse adéquate à la question du « comment transmettre les connaissances ? », en imitation de la règle et de la machine à calculer, véritables outils de traitement de l'information de l'infiniment petit et de l'infiniment grand. Imitation puisque la pédagogie, en tant qu'outil, permet d'augmenter quantitativement et qualitativement l'échange de savoirs, de connaissances et de compétences, des petits (enfants) au grands (adolescents).

Il n'est dès lors pas étonnant que face à ce bouleversement éducatif s'insurgent certains, comme le fera avec succès Rousseau qui, écologiste éducatif avant l'heure, s'inscrit en total contre-courant progressiste.

2.5. Le XVIII^e siècle où les « lumières » vont faire la révolution...

A présent que nous sommes entrés de plein pied dans l'ère industrielle, le nombre d'inventions technologiques ne va cesser de s'accroître, pour prendre des allures exponentielles. Des 14 inventions majeures au XVII^e, on passe à 38 au XVIII^e !

Nous en avons retenues 6 au siècle précédent, voyons les découvertes essentielles du XVIII^e :

Il y a tout d'abord une série d'inventions qui complètent celles du XVII^e, comme la machine à vapeur de Papin. Nous n'y reviendrons pas.

En parallèle avec le microscope et le télescope qui ont étendu notre sens de la vue, apparaissent en ce siècle des Lumières des inventions qui vont étendre notre sens du toucher dans les mêmes proportions : des machines nous permettent désormais d'aller sous l'eau (le sous-marin), sur l'eau (le bateau à vapeur), sur terre (l'automobile, la batteuse), sous terre (le sismographe) et dans les airs (l'aérostat, le parachute, le paratonnerre). Ajoutons à cela toute une série d'inventions du même type en médecine. Du même type si l'on considère le corps humain comme la terre : inventions relatives à l'épiderme (thermomètre) et à l'intérieur du corps (vaccins, homéopathie, anesthésie).

Mais les inventions les plus intéressantes, sinon majeures, dans le cadre de notre petite étude, sont parfois les plus anodines, du moins à l'époque :

- Le gaz d'éclairage (Minckeleers, 1783 & Murdock, 1792).
- Le métier à tisser (Cartwright, 1785).
- Le crayon à mine de graphite (Conté, 1794).
- La boîte de conserve (Appert, 1795).
- La lithographie (Senefelder, 1796).

Paradoxalement, le gaz d'éclairage et les boîtes de conserve constituent deux inventions ayant la même finalité, en tout cas, qui auront des effets identiques sur la vie de toute la population : offrir du temps en plus ! Le gaz d'éclairage augmente la durée des journées, facilite et sécurise notablement les déplacements urbains ; la boîte de conserve réduit également le temps passé à la cuisine. Cette dernière innovation, loin d'être accessoire, est au contraire précurseur de l'entrée de la femme dans le circuit économique industriel.

D'autre part, si l'on combine le crayon et le métier à tisser, on obtient l'ordinateur. Ce dernier eût pu apparaître en ce siècle si l'énergie avait été l'électricité à la place de la vapeur. Pourquoi ? D'abord parce que la mine de crayon apporte la mémoire : elle remplacera rapidement l'ardoise où l'écrit reste éphémère. On pourra désormais conserver ce que l'on écrit. Ensuite parce que le métier à tisser est une véritable réplique mécanique des cartes de programmation Hollerith qui apparaîtront 150 ans plus tard.

Enfin, la lithographie est également une invention majeure : elle est à l'image ce que l'imprimerie de Gutenberg fut au caractère manuscrit, elle va démultiplier, comme l'a permis le livre, la diffusion des images, en préambule à ce que feront massivement, également quelques 150 ans plus tard, la télévision puis l'ordinateur.

Quels liens pouvons-nous établir entre les inventions technologiques qui ont retenu notre attention et la pédagogie du XVIII^e ?

Tout comme une bonne partie des inventions du XVIII^e siècle complètent celles du XVII^e, le mouvement de professionnalisation de l'éducation va se confirmer, s'étoffer d'outils, comme l'apparition des écoles pour enseignants.

La véritable révolution suivante en éducation apparaîtra lors de la démocratisation de la lithographie et des crayons (et des indispensables cahiers) : ces innovations vont apporter deux dimensions supplémentaires à l'éducation. Le crayon apporte en effet la dimension de temps, de continuité qui n'existait pas un niveau créatif et individuel de l'élève (le livre bien, mais au niveau de la réception des savoirs, pas celui de la restitution ou de la création de savoirs). L'effet mémoire que le crayon induit permet aux élèves et professeurs de libérer la mémoire du cerveau, ou plus exactement de l'étendre à l'extérieur de celui-ci, sur papier notamment.

Quant à la lithographie, elle donne une dimension supplémentaire aux connaissances, en les libérant de la dimension linéaire de l'écrit. L'image permet de libérer l'esprit de la linéarité, de la logique, de la dialectique de la cause et de l'effet.

Ainsi augmentée de deux dimensions d'un seul coup, pour ainsi dire, l'éducation va véritablement éclater, de nouveaux modes de pensée vont apparaître grâce à l'image, qui permet des associations d'idées que l'écrit n'autorise pas. Le journalisme et l'esprit révolutionnaire n'auraient jamais pu apparaître à cette époque sans la lithographie et l'éclairage public, qui facilite et sécurise les déplacements de nuit.

Mais l'éclairage public offre également du temps supplémentaire puisqu'il augmente la durée des jours, ce qui arrive à point pour remplir cet espace désormais tridimensionnel de l'éducation comblé de myriades d'informations nouvelles.

Le livre est désormais vendu à prix démocratique. Chaque élève en a un. Mais l'image n'est pas encore proposée à un prix accessible par tous. Il n'est donc pas étonnant que l'image fasse son apparition timidement dans les classes, comme le livre à ses débuts, quelques siècles plus tôt. L'image apparaît dans les classes via les tableaux didactiques.

L'esprit « image » de la lithographie naissante va entrer rapidement en

opposition avec l'esprit « linéaire » du livre imprimé désormais séculaire. C'est le prélude à la « révolution française de l'éducation » qui naîtra au XIX^e, bien après la révolution sociale et politique de 1789. Puisque c'est bien la France, jalouse de l'industrialisation réussie de l'Angleterre, qui va amorcer l'éducation « nouvelle » en opposition à l'éducation « traditionnelle ».

Autrement dit, l'éclatement tridimensionnel du savoir va évidemment d'abord toucher les élèves, esprits plus malléables. Quand ceux-ci deviendront plus grands et, certains d'entre eux, professeurs, ils appliqueront leur pensée « lithographique » naturelle à la pédagogie, qui elle aussi va alors sortir de sa linéarité pour découvrir de nouvelles dimensions, alimentant elle aussi l'esprit de « l'éducation nouvelle » à venir.

2.6. Le XIX^e siècle : pédagogie de masse et presse rotative...

Cette fois, de 38 innovations technologiques, on passe à... plus de 200 inventions au XIX^e siècle ! Un des premiers effets de l'éclatement des dimensions de l'éducation, notamment de cette pensée lithographique est bien cette pléthore de technologies nouvelles, dans tous les domaines.

Que retenir ? En premier lieu l'essor des **moyens de communication** (bateaux, sous-marins, ballons, dirigeables, avions, planeurs, bicyclettes, voitures, trains, ascenseurs, moteurs à essence, à combustion, Diesel, camions, pneus, escaliers roulants, etc.) et des **moyens de communiquer** : le télégraphe en 1820, la machine à écrire et l'alphabet Braille en 1829, la télégraphie sans fil en 1837, le code Morse en 1838, la machine à couper le papier en 1840, le téléphone en 1854 et 1861, le stylo en 1864, la presse rotative continue en 1871, le gramophone et le microphone en 1877, l'appareil photographique (1888), le cinéma en 1894, le magnétophone en 1999, etc.

Ensuite, toute une série d'inventions qui vont compléter l'éclairage public et les boîtes de conserve du siècle dernier, c'est-à-dire des inventions qui permettent de **créer plus de temps, plus de durée** : la machine à coudre (1830), la moissonneuse (1831), la fermeture éclair (1851), la poubelle (1884), la bouteille thermos (1892), etc.

Enfin, **les inventions qui prolongent notre corps**, la peau en particulier (avec le vêtement), la médecine, l'habitation ou l'action de la main (avec les armes). Citons en particulier : la machine à coudre (1830), la fermeture éclair (1859) déjà citée, le béton armé (1851), la pasteurisation (1865), le revolver (1815), le pistolet (1835) et la mitrailleuse (1860).

Quelles seraient les **inventions révélatrices** pour l'éducation en ce XIX^e siècle, parmi toutes celles que nous avons sélectionnées ci-dessus ? A notre avis celles-ci :

- le téléphone,
- la machine à écrire,
- la vulgarisation du papier (grâce aux rotatives continues et aux machines à couper).

Toutes les autres inventions complètent celles des siècles précédents mais elles vont contribuer à cette gigantesque accélération d'échange d'informations, grâce aux innovations en matière de déplacement physique (les moyens de

transports) et de déplacement virtuel (les moyens de communication), grâce aussi au gain de temps engendré par les innovations qui font gagner de la durée.

Les conditions sont ainsi en place pour passer encore à la vitesse supérieure, avec le téléphone, la machine à écrire et le papier démocratique (tant attendu par le crayon du siècle précédent...)

A quoi servent alors les inventions qui prolongent notre corps, comme les vêtements, l'habitat, les armes ? Elles nous affranchissent de la confection ou de la réparation des vêtements (gain de temps), nous libèrent de la recherche et de la construction d'abris (gain de temps et gain en sécurité), et nous permettent de mieux nous défendre (gain en sécurité). Ces gains en temps et en sécurité contribuent également à nous concentrer vers cette sorte de destin amorcé au XVII^e : créer, collectionner, mémoriser, échanger et combiner de l'information.

Sous cet éclairage, on constate effectivement en éducation une massification énorme de l'enseignement, sous la pression de l'industrialisation grandissante (surtout, et d'abord, en Angleterre). Le hasard des inventions énumérées ci-dessus, allié à la nécessité industrielle, va ainsi obligatoirement mettre fin à l'éducation traditionnelle.

L'éducation passera d'abord par l'enseignement mutuel au cours duquel la pédagogie de masse va émerger (avec moniteurs, hiérarchisation des matières, groupes et sous-groupes d'élèves, système de récompenses et de sanctions, enseignements en parallèle, classes d'asile, un livre et un professeur pour minimum 250 élèves, panneaux didactiques, chronométrage serré des activités, etc.)

S'ensuivront alors deux vagues de pédagogies « nouvelles », l'une à cheval sur 1900, l'autre, plus tard, après 1945. Il est à noter une caractéristique sociologique récurrente dans le couple technologie-éducation : si les professeurs utilisent une technologie relativement nouvelle, comme ici la machine à écrire, la même technologie met bien plus de temps à être autorisée dans les classes : n'est-ce pas Freinet qui, presque 100 ans plus tard après son invention, va utiliser la machine à écrire pour faire éditer des journaux par ses classes ? Une des réponses possibles est bien entendu le coût de l'instauration des technologies dans les classes (cf. l'ordinateur aujourd'hui). Mais il y en a une autre à ne pas négliger : la maîtrise d'une technologie offre aussi un supplément de pouvoir non négligeable... Pour s'en convaincre, il suffit de se rappeler ce qui s'est passé avec les calculatrices, les ordinateurs et, aujourd'hui, les GSM : toujours d'abord interdits, puis ensuite timidement et lentement admis, comme si l'on voulait inconsciemment donner à (au moins) une génération d'enseignants le temps de se familiariser avec une nouvelle technologie...

Si la machine à écrire et la vulgarisation du papier expliquent l'avènement de telles pédagogies promises par le XVII^e siècle, qu'est-ce que le téléphone à voir là-dedans ? Rien : il n'est pas encore vulgarisé ! Il est en train de subir, en cette fin de XIX^e siècle, ce que nous avons connu plus tard avec le fax : qu'une masse critique d'utilisateurs le possède pour devenir utile... Ce sera le cas au début du prochain siècle. Mais pour que cette massification ait lieu, il fallait qu'apparaissent l'électricité dans les foyers.

2.7. Le XX^e siècle ou l'émergence de la pensée « magique »

L'examen attentif de la liste exhaustive, si tant est qu'elle puisse exister, des inventions du XX^e siècle relève de la folie. L'allure exponentielle du nombre de découvertes se confirme.

Que retenir dans ces conditions ? Tout d'abord que la tendance constatée aux siècles précédents persiste : beaucoup d'innovations viennent compléter celles des siècles précédents. Que ce soit en médecine, dans les moyens de transports ou de communication, des petites et des grandes inventions viennent corroborer les constats sociologiques précédemment mentionnés : le corps étend ses cinq sens. On voit de plus en plus loin (les instruments d'observation se développent), on entend de plus en plus (magnétophones et platines se perfectionnent), on parle de plus en plus loin (microphones associés à la radio et l'électricité), on touche au-delà des limites du corps (commandes à distance, processus automatiques).

Seuls le goût et l'odorat, malgré quelques expériences avortées, restent technologiquement atrophiés.

Les réelles innovations sociologiquement déterminantes et donc révélatrices d'un changement de fond dans l'éducation viennent de la démocratisation de l'électricité et du magnétisme.

En tant que tels, l'électricité et le magnétisme ne sont pas des innovations. Les Grecs connaissaient déjà l'électricité. Et de l'électricité découle l'électromagnétisme, l'un n'allant pas sans l'autre. Ce qu'il y a de neuf au XX^e siècle, c'est l'émergence d'innovations qui vont amener l'un et l'autre dans les foyers.

Trois inventions majeures sont à retenir dans ce contexte : la radio (qui prolonge le téléphone), la télévision (qui ajoute l'image à la radio) et l'ordinateur (qui permet de traiter ce surplus d'informations nouvelles provenant des deux inventions précédentes).

Il est amusant de constater la symétrie entre la situation de ce XX^e siècle et de celle rencontrée au XVII^e : au XVII^e aussi, des inventions comme le télescope et le microscope ont prolongé notre perception de manière telle qu'un outil devenait nécessaire aux traitements de cette masse d'informations nouvelles, comme ce fut le cas de la règle à calcul et de la machine à calculer. Nous nous retrouvons donc au XX^e siècle dans une situation analogue. Analogue seulement car l'afflux d'informations nouvelles provient de sources multiples (trois au moins de nos sens démultipliés) et un effet de masse est à ajouter : quantitativement les informations qui nous viennent sont plus nombreuses que ce qu'un être humain peut gérer.

A ce titre, rappelons les conclusions d'une étude rapportée par Science & Vie (1996) à ce sujet : un habitant du XVII^e siècle emmagasinait dans sa vie autant d'information que nous, aujourd'hui, ... en une journée !

Avant d'examiner l'influence de ces trois innovations sur la société, et sur l'éducation en particulier, citons tout de même une de ces inventions qui complètent les précédentes, en l'occurrence une qui complète la lithographie, elle-même complétée au siècle dernier par la photographie : la photocopieuse ! Sans aucun succès lors de son apparition vers 1940, promise à aucun avenir par les meilleurs spécialistes, elle revint en force fin des années 60, avec tout le

succès qu'on lui connaît aujourd'hui.

Rappelons-nous que nous avons laissé le XIX^e siècle avec le téléphone, mais, n'étant pas vulgarisé, son influence sociologique fut nulle. Le téléphone, autant décrié encore au début 1900 que le GSM aujourd'hui quant à son intérêt (phénomène récurrent que l'on peut appliquer à presque toutes les inventions), n'est véritablement né que quand les entreprises y ont trouvé leur intérêt. Son usage s'est alors répandu comme une traînée de poudre, jusqu'à finalement apparaître dans les foyers dans les années 1920.

Le téléphone prolonge terriblement l'ouïe et le toucher (quand on parle, la voix se transmet par ondes sonores), jusqu'à des milliers de kilomètres de distance. La voix est déformée et il n'y a pas (encore) d'image, voilà pourquoi, comme le dit Mc Luhan, c'est un médium froid : il faut terriblement compléter le peu d'information reçue (en plus de l'effort consenti pour retrouver le timbre exact de la voix, il faut aussi imaginer physiquement l'interlocuteur, l'endroit où il se trouve, les objets autour de lui, etc.). Ce n'est pas du tout le cas, par exemple, pour le cinéma parlant, qui est un médium chaud : la haute définition tant du son que de l'image ne demande à l'utilisateur aucun effort pour compléter l'information reçue. Elle se suffit à elle-même.

Nous avons rappelé cette distinction entre médias chauds et froids de Mc Luhan, non seulement parce qu'elle nous servira par la suite, mais aussi pour expliquer les réticences vis-à-vis d'une innovation technologique par certaines couches sociales. En effet, on constate généralement que les intellectuels, tout au moins avant l'apparition de l'ordinateur dans les foyers, sont drillés par l'imprimé, et associent le savoir au livre et aux quotidiens. Or ces médias sont éminemment chauds (alors qu'une écriture manuscrite, par contre, qui nécessite un effort pour être décryptée, est un médium froid). Cela explique en partie pourquoi les intellectuels détestent les médias froids comme le téléphone ou la télévision. C'est depuis peu de temps que la télévision haute définition, associée à la technologie du son haute définition du *Home Théâtre* et au DVD, a commencé à séduire les intellectuels.

Voilà pourquoi, par voie de conséquence, les médias froids sont d'abord prisés par les gens moins instruits. Les premiers GSM, pourtant fort coûteux, furent d'abord achetés par les gens peu instruits.

Mais revenons au téléphone : il a complètement révolutionné la structure pyramidale des entreprises à partir du moment où les employés ont pu l'utiliser. Le sacro-saint dogme selon lequel il fallait passer toute information par le chef avant qu'elle soit transmise au destinataire final, est bafouée par le téléphone. L'apparition du téléphone dans les entreprises a été lente et assortie de règles drastiques d'utilisation. Encore aujourd'hui subsistent des relents de cette époque car il n'est pas rare de voir dans les entreprises actuelles la plupart des téléphones verrouillés aux appels internationaux. Le même syndrome est apparu avec l'e-mail en entreprise.

Ainsi, grâce au téléphone, les structures historiquement militaires, hiérarchiques et pyramidales, vont laisser la place à des structures plus adaptées au monde moderne, comme les structures orientées clientèle ou les structures matricielles dynamiques.

Le coup fatal apporté aux structures hiérarchiques a été donné par le « supertéléphone » qu'est l'e-mail. Nous y reviendrons.

La radio, médium froid devenu chaud avec la stéréophonie et la modulation d'amplitude (comme le téléphone l'est devenu avec les GSM haut de gamme), a eu d'abord un succès populaire, puis après seulement un succès auprès des intellectuels. La radio permet d'écouter le monde instantanément (ou presque, puisque depuis le débarquement sur la lune, nous avons découvert la relativité d'Einstein grâce au décalage temporel causé par la vitesse de la lumière, qui est aussi celle des ondes magnétiques de la radio).

La radio, qui ne fonctionne que dans un sens (on ne peut pas répondre à l'interlocuteur), est donc avant tout un instrument politique, comme le sera plus tard la télévision. Certains politiques doivent leur carrière à la radio, comme De Gaulle ou Hitler. Avec la télévision, une nouvelle vague de politiciens est apparue, qui n'aurait pas du tout convenu à la radio, mais qui ont parfaitement compris comment utiliser la télévision.

La radio fut au début du XX^e siècle ce que la télévision et l'ordinateur furent à la seconde moitié de ce siècle.

Quelle différence y a-t-il entre la radio et la télévision ? La radio entretient la pensée linéaire usant de la logique des causes et des effets, alors que la télévision, qui est à l'électricité ce que la lithographie était au papier, stimule une pensée agissant en parallèle sur plusieurs plans, en un mot, elle fait émerger la pensée simultanée caractéristique de l'image.

En Europe, les premières générations télévisuelles de masse datent de 1970 (+/- 20 ans après l'apparition des télévisions dans les foyers).

L'ordinateur, qui n'est autre que la télévision plus l'interactivité, va considérablement amplifier le phénomène de pensée simultanée (appelée aussi pensée « magique » ou pensée nexialiste). Les premières générations de masse issues de ce média datent de 2000 (+/- 20 ans après l'apparition des ordinateurs dans les foyers européens).

L'ordinateur sonne ainsi le glas de la pensée linéaire, dite aussi pensée critique, qui est plutôt celle avec laquelle ont grandi les adultes contemporains.

Venons-en alors aux conséquences que ces bouleversements sociologiques auront sur l'éducation, et la pédagogie en particulier.

Comme le souligne Rey, l'école, encore de nos jours, est essentiellement caractérisée par le texte. C'est un lieu où même l'enseignant verbalise du texte.

Or, depuis les années 1970 (générations télévision) et certainement 2000 (générations ordinateur), les enseignants ont en face d'eux des êtres qui leur sont aussi étrangers que ne pouvaient l'être les Indiens des Amériques accueillant Christophe Colomb !

Ces nouvelles générations ne pensent plus du tout de manière linéaire, séquentielle, en termes de causes et d'effets, en articulant une argumentation sur l'imprimé. Elles raisonnent – et encore, le terme est très mal choisi – de manière simultanée, traitant plusieurs sujets en parallèle, associant des pensées disposées en réseaux multidimensionnels, stimulant la pensée dite nexialiste, qui apparaît comme « magique » aux penseurs critiques linéaires.

Ces deux modes de pensée ne se comprennent absolument pas. Qui plus est, l'un et l'autre n'ont généralement pas appris, ni su qu'il existait une autre manière de penser. Si les adultes d'aujourd'hui, aussi linéaires et amoureux de l'imprimé qu'ils soient, n'ont pas au moins suivi les technologies de la télévision et, surtout, de l'ordinateur, jamais plus ils ne pourront communiquer avec leurs enfants. Car ceux-ci, nés et baignés dans le visuel icônique de la

télévision, de l'ordinateur et des bandes dessinées, ne peuvent facilement accéder à la pensée linéaire qui les rebute, les ralentit et les dégoûte parfois. Si l'enfant n'a pas été habitué dès son plus jeune âge au livre et aux plaisirs qu'il est possible d'en retirer, il n'aura jamais, au stade adulte, l'envie d'accéder à l'imprimé.

Il n'est donc pas étonnant que l'un des profonds malaises de l'école aujourd'hui provienne de cette terrible incompréhension, l'un restant persuadé que l'autre est dans l'erreur. On a en réalité affaire ici à l'opposition de deux *habitus de réflexion* très différents (au sens de Bourdieu).

Pour qu'un dialogue soit néanmoins possible, c'est paradoxalement l'enseignant qui doit faire la route vers l'étudiant. Mais à l'inverse, c'est aux parents, comme nous l'avons vu il y a un instant, à commencer le travail d'apprentissage de la pensée linéaire de leurs enfants. Car après, quand l'enseignant prendra le relais, il sera déjà trop tard (cf. les stades de conservation de Piaget).

Au fond, l'une des deux pensées l'emporte-t-elle sur l'autre ? En réalité elles se complètent. Mais une autre de leurs caractéristiques, qui les rend antinomiques, est que la **pensée magique mobilise l'hémisphère droit du cerveau**, alors que la **pensée critique fait appel à l'hémisphère gauche**. Autrement dit, un même humain est physiologiquement incapable de penser selon les deux modes en même temps. Il est possible de passer d'un mode de pensée à l'autre, mais pas de les utiliser simultanément.

Nuançons à présent cette notion de complémentarité. Comme il a été dit dans un de nos travaux pour M. Cobut « Le langage et la technologie chez l'adolescent », en réalité la pensée magique englobe la pensée linéaire, parce que par nature, elle est plus vaste et englobe davantage de dimensions que la pensée linéaire. En exagérant à peine, on pourrait même dire que la pensée critique va disparaître, faute de participants, mais qu'elle sera (devra) être réinventée à partir de la pensée icônique, en tant que substrat.

Car il est un fait certain : la pensée magique est plus adaptée au monde moderne, plus efficace en terme d'adaptation, plus performante en terme de vitesse de résolution des problèmes.

Ces jeunes générations sont par exemple beaucoup mieux adaptées aux structures matricielles émergentes des entreprises, où le travail en projet domine de plus en plus et où, assurément, les structures pyramidales de type OBS³ et WBS⁴ disparaissent au profit de structures plus souples et mieux adaptées que sont les réseaux d'affectation de responsabilités (RAM⁵). Car ces structures leur sont naturelles, alors que des adultes ferrés à la pensée critique s'y sentent profondément mal à l'aise, car ne correspondant plus du tout à leurs repères où à ce qu'ils ont connu.

³ **Organization Breakdown Structure**, ou structure hiérarchique par services.

⁴ **Work Breakdown Structure**, ou structure hiérarchique par tâches.

⁵ **Responsability Assignment Matrix**.

Tableau synthétique comparatif	
Pensée critique	Pensée magique
linéaire	nexialiste
une seule dimension	dimensions multiples
causes ==> effets	traitement en parallèle
une idée à la fois	idées simultanées
basée sur l'imprimé	basée sur l'image
uniforme	multiforme
monomédia	multimedia
standardisée	non standardisée
hémisphère gauche	hémisphère droit
analytique	synthétique
déductive	inductive

L'école a raté plusieurs technologies : elle n'a jamais travaillé réellement avec la radio ni avec la télévision, mises à part quelques timides incursions de la radio et de la télévision scolaire des années 1970.

L'école est en train de rater également la technologie de l'ordinateur. Ce ne sont pas les ordinateurs désuets de certaines classes qui freinent l'enseignement des compétences spécifiques qu'attendent les entreprises, ce sont les enseignants. Car ceux-ci, en grande majorité, n'y connaissent rien, pour la simple raison que le monde des entreprises leur est totalement étranger...

Mais on peut aller plus loin dans ce triste constat : l'école a-t-elle intégré le téléphone dans ses pédagogies ? Le téléphone portable ? Non, l'école découvre seulement, aujourd'hui, la photocopieuse et le rétroprojecteur... Seule la calculatrice, apparemment, est lentement devenue un instrument pédagogique quelques trente années après son apparition (n'oublions pas qu'à cette époque elle était interdite dans toutes les classes). Rappelons néanmoins des expériences intéressantes comme celle commencée par Freinet avec la machine à écrire, qui perdure fort heureusement aujourd'hui en s'adaptant à la technologie moderne (cf. notre travail sur Freinet en « Pédagogie générale »).

On pourra rétorquer que l'une des multiples louables fonctions de l'enseignement est sa **fonction conservatrice**. D'accord, mais quand celle-ci devient un obstacle à la fabrication de réservoirs de compétences pour la société qu'elle est sensée servir, et qui par ailleurs la paie, il y a là de quoi s'inquiéter.

Or, pour reprendre le thème du présent travail, nous avons jusqu'à présent constaté au cours des siècles cette étonnante corrélation entre les innovations technologiques de masse et les méthodes d'éducation.

Comment se fait-il donc qu'à la sortie de ce XX^e siècle nous soyons obligés d'acter un démenti pour la première fois dans l'histoire de l'éducation et de la technologie ? Notre théorie serait-elle fautive ? Ou alors, étonnamment, les délais seraient-ils cette fois exceptionnellement longs entre la découverte et ses répercussions sur l'éducation ?

Aucune de ces hypothèses n'est correcte. **Contrairement aux apparences, l'éducation a bel et bien déjà bénéficié des innovations technologiques que sont le téléphone, la radio, la télévision et l'ordinateur !**

Oui, l'éducation moderne jouit du transfert instantané que sont la

radio et la télévision ; oui les pédagogies adaptées à l'ordinateur et à la télétransmission existent ; oui le téléphone (notamment portable), comme la calculatrice (avec laquelle le GSM ne fait d'ailleurs plus qu'un) ont trouvé leur place, en tant qu'outils pédagogiques dans l'éducation de masse dont a besoin notre société !

Mais cette éducation et ces pédagogies ont désormais changé de camp : quittant progressivement la société publique, elles font à présent partie des sociétés privées !

Toute grosse entreprise possède depuis les années 1970-80 sa propre académie ou université, qui désert bien mieux, bien plus rapidement, bien plus efficacement, ses besoins en compétences.

Les entreprises ont en effet très bien compris, depuis 1968, qu'elles avaient intérêt à prendre le relais de l'enseignement officiel désuet, manquant de moyens et, surtout, dramatiquement inadapté aux besoins modernes.

3. Futuribles : le XXI^e siècle de la pédagogie multimédia

Cette partie fait suite à la partie précédente, que nous avons abandonné à l'aube du XXI^e siècle. Reprenons ici cette éducation par les entreprises, pour les entreprises.

Le début de ce futurible n'est pas de la fiction : nous commencerons par relater ce qui existe en ce domaine amorcé dans les années 1970.

Compte tenu des délais d'intégration des technologies dans la société (et dans les sociétés), nous nous baserons dans un deuxième temps sur les objets technologiques d'aujourd'hui pour prédire un futur possible à court terme.

Enfin, nous terminerons par un scénario futuriste s'inscrivant dans le long terme.

3.1. Etat des lieux aujourd'hui

Les « classes » en entreprises utilisent et intègrent aujourd'hui toutes les technologies existantes. Plusieurs systèmes existent, mais elles acceptent toutes le même vocable : la **visioconférence**.

La visioconférence est une technologie qui permet, depuis un micro-ordinateur, de parler avec un ou plusieurs interlocuteurs distants et de les voir en temps réel (par le biais d'une retransmission vidéo) dans une fenêtre virtuelle à l'écran. Elle permet aussi de travailler en commun sur des documents. Tout dispositif de visioconférence se compose d'une petite caméra vidéo, d'un microphone/écouteur et de cartes d'extension, pour la vidéo et la communication.

Née en 1972 en France (un peu plus tôt aux Etats-Unis et un peu plus tard en Belgique), ce sont d'abord les sociétés nationales de télécommunication qui les mettent en place. Aujourd'hui, grâce notamment à Internet et aux technologies de la vidéo et du son rendues accessibles, cette technique est non seulement accessible aux entreprises mais également aux particuliers.

Les applications de la visioconférence sortent d'ailleurs du cadre de l'enseignement, puisque la visioconférence permet d'aborder les domaines suivants :

- formations à effectifs réduits ou dispersés cohabilités par plusieurs sites,
- soutien pédagogique,
- soutien aux projets d'entreprise pour les élèves,
- réunions de travail,
- séminaires pour entreprises et pour la formation professionnelle,
- conférences, colloques à distance,
- jurys,
- support pour l'information des étudiants.

Pratiquement, voici comment cela se présente⁶ :

⁶ Extrait de <http://www.europole.u-nancy.fr/structures/nte/biv.html>



Le **Studio professeur** : C'est le “ poste de pilotage ” du système. Equipé du logiciel de gestion des visio-formations, il permet l'émission de contenus vers les différents sites distants connectés (possibilité de connecter jusqu'à quatre [amphithéâtres interactifs](#)).



Le professeur est assis derrière un bureau, dispose d'une surface de travail, d'un microphone, d'un écran tactile d'ordinateur où des icônes représentent chaque binôme étudiant des sites distants ainsi que des auxiliaires pédagogiques dont il a souhaité se servir pour dispenser son cours.



L'intervenant peut sélectionner soit l'image de la caméra “ face professeur ”, l'image des documents de son plan de travail fournie par une caméra banc-titre (transparents, photos, livres,...) ou toute autre information, image ou son, provenant de l'un des auxiliaires : le projecteur de diapositives, le téléphone, le lecteur de CD-ROM, le lecteur de vidéodisques, le micro-ordinateur, les informations provenant du réseau Internet, les images issues de la télévision par câble ou satellite.



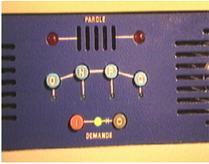
Pour contrôler sa prestation, l'intervenant dispose d'un écran de télévision de régie finale restituant l'image reçue par les étudiants et d'un écran de télévision montrant successivement l'image des publics dans les différents sites.



L'Amphithéâtre Interactif de Visio-formation : Il s'agit d'un amphithéâtre classique avec, en équipement complémentaire, un vidéo-projecteur, des haut-parleurs,



une caméra "amphi" sur tourelle en champ large face au public,



pour chaque binôme étudiant un boîtier de dialogue équipé de boutons et d'un microphone.

Ce dispositif permet de suivre des cours "multimédia" dispensés par un enseignant délocalisé avec une interactivité son + image entre l'intervenant et les apprenants.



Quand un étudiant souhaite prendre la parole, il presse un bouton "requête de question"



un signal sonore et la modification de l'icône correspondant au binôme avertissent le professeur.

Quand celui-ci décide d'écouter la question, il touche l'icône du doigt, ce qui entraîne :

- l'activation du micro de l'étudiant ;
- le passage de la caméra "plan large" en champ serré sur le binôme (la valeur de plan et la position de la caméra sont préalablement mémorisées) ;
- le transfert de cette image sur la régie finale.

Tout en écoutant les questions et les commentaires de l'étudiant, le professeur envoie sur la régie finale toute image à sa disposition.

Une fois l'échange terminé, le dialogue est interrompu, soit sur l'initiative du professeur, soit à celle de l'étudiant grâce à un bouton annulation, ce qui entraîne la coupure du microphone de l'étudiant et un retour en position vue d'ensemble de la caméra.

3.2. Avantages de la visioconférence

Selon l'UCL⁷, ils sont les suivants :

Economies de temps

⁷ <http://www.ipm.ucl.ac.be/EnseiDist/VC2.html#avantages>

La durée des réunions traditionnelles est le plus souvent de deux heures, rarement plus de quatre. Il en résulte que les participants passent généralement plus de temps en déplacement qu'en réunions. Au temps du déplacement lui-même s'ajoute encore le temps nécessaire à l'arrangement des horaires, les réservations, les paiements et les remboursements de frais occasionnés par les déplacements.

Economies d'argent

Une ou deux heures de visioconférence coûtent beaucoup moins cher que les dépenses résultant des déplacements de chacun des participants, surtout si l'on compte les frais d'hôtel (inévitables au-delà d'une certaine distance) et les coûts indirects (temps de travail perdu en déplacement, en formalités administratives, etc.).

Participation accrue

Les réunions ou formations par visioconférence augmentent le nombre de leurs participants, car on compte parmi eux un bon nombre de personnes qui n'auraient pas eu le temps ou l'argent nécessaire à un déplacement. La visioconférence augmente donc considérablement l'impact des réunions et formations.

Fréquence accrue

L'économie de déplacement offerte par la visioconférence a aussi pour effet de permettre l'organisation de réunions plus fréquentes de personnes coopérant de façon durable, non seulement en raison du moindre coût, mais aussi de l'économie du temps de déplacement : on est plus facilement et rapidement disponible pour une visioconférence de 2 heures que pour un déplacement de 2 jours. Les réunions ou formations par visioconférence peuvent donc être organisées plus fréquemment et dans des délais beaucoup plus brefs que des réunions traditionnelles nécessitant un déplacement.

3.3. L'avenir à court terme

Nous l'avons dit : pour appréhender les futurs possibles des décennies à venir, il suffit d'examiner les technologies qui risquent de se répandre dans le grand public.

Le premier de ces objets est sans contexte le GSM dernière génération, équipé des technologies MMS, GPRS, de l'i-mode (éventuellement du Wap agonisant), de l'écran couleur à haute définition, acceptant une mini caméra et servant également de console de jeu comme aujourd'hui la Game Boy Advance. Rappelons que cet objet intègre également des possibilités de gérer des mémos, des rendez-vous, etc. et est donc compatible avec Outlook.

Un tel objet « tout en un », permettant de communiquer sans fil en mode *Bluetooth* ou autre, est à l'ordinateur personnel ce que l'ordinateur personnel était à la télévision : un pas de plus vers le tout numérique, le multimédia et, surtout, la transportabilité, de manière à devenir une véritable prothèse de nos corps ainsi démultipliés dans presque tous leurs sens, sinon tous les *sens*...

En quoi la pédagogie en sera-t-elle affectée ?

Il est indéniable qu'à moyen terme de tels objets (et leurs successeurs) feront partie intégrante du matériel de l'apprenant, comme le sont aujourd'hui sa calculatrice ou son stylo à bille. Mais comme ces objets sont essentiellement communicants, il est à parier que les contrôles, interrogations, tests et autres examens d'aujourd'hui seront remplacés par des épreuves ou, certes, la communication sera acceptée, mais où surtout la pertinence et la rapidité des réponses primeront (puisque tricher au sens où nous l'entendons aujourd'hui est possible et indétectable). Attitude qui fait déplacer les pôles de compétences d'un point de vue strictement individuel vers des pôles de compétences partagés entre réseaux, entre participants.

La pédagogie devra donc s'adapter en conséquence. Elle devra en l'occurrence intégrer les outils qui font cruellement défaut encore aujourd'hui. Prenons un exemple contemporain : face à un problème d'arithmétique, par exemple, les étudiants doivent se débrouiller avec leurs calculatrices. Le professeur n'a pas le temps, et, surtout, ne connaît pas le maniement de chaque calculatrice. A l'avenir, une telle attitude sera impossible : l'enseignant ne pourra plus dispenser ses disciplines sans en même temps faire apprendre l'usage des outils qui accompagnent ces disciplines (calculatrices, dictionnaires numériques, cartes de géographie, tableaux partagés, etc.)

De tels objets existent déjà aujourd'hui : ils permettent non seulement de calculer (numériquement ou de manière symbolique), mais également de partager des résultats ou des idées entre élèves et avec le professeur⁸.

3.4. Scénario à long terme

Abordons finalement l'avenir à long terme, mettons vers les années 2050.

Pour imaginer ce qui pourrait se passer, revenons aux corrélations dégagées dans la deuxième partie du présent travail.

Chaque fois, l'avenir à court terme est prévisible en examinant les objets inventés quelques années avant. Mais sans eux, sur quoi pourrions-nous nous baser ? Réponse : sur les grandes tendances scientifiques antérieures.

Prenons un exemple : nous pouvons prévoir l'enseignement d'aujourd'hui sur base de la radio, de la télévision et de l'ordinateur. Ça c'est une prospective à court terme a posteriori.

Sans ces trois inventions, comment aurions-nous pu prévoir malgré tout les grandes tendances pédagogiques contemporaines ? Comme nous l'avons déjà mentionné, en constatant que dès le XIX^e siècle allaient émerger l'électricité et la radio. Ces deux inventions de fond, qui prolongent notre système nerveux central (Mc Luhan, 1964) expliquent l'avènement prochain de la pensée magique que ces médias ont forgée en nous faisant utiliser autrement notre cerveau (hémisphère droit plutôt qu'hémisphère gauche).

Utilisons cette même technique de prospection à long terme sur base, cette fois, non plus des objets technologiques d'aujourd'hui – ils ne nous servent qu'à prévoir, comme nous l'avons fait, le futur à court terme -, mais des découvertes scientifiques d'aujourd'hui, comme l'était l'électromagnétisme il y a un siècle.

Or, aujourd'hui, dans les laboratoires, deux tendances allient l'informatique, la

⁸ Comme par exemple le bien nommé *ClassPad 300* de Casio : <http://www.classpad.de/euro/>

physique, les mathématiques et la biologie : les **nanotechnologies** et les **biotechnologies**. Elles pourraient même converger un jour en une technologie unifiée.

La biotechnologie étant encore trop tabou, nous ne l'aborderons pas. Signalons tout au plus que la modification du code génétique est aujourd'hui techniquement possible et que, considérations éthiques ou pas, nous arriverons tôt ou tard à admettre que nous serons modifiés génétiquement, avec toutes les conséquences que chacune de nos technologies a toujours eues : des bons et des mauvais côtés.

Il en sera de même avec les promesses colossales de la nanotechnologie. Rappelons que les nanotechnologies couvrent toutes les techniques et technologies qui permettent de construire des machines intelligentes (en tout cas équipées d'un minimum de logiciels) de la taille de l'ordre du nanomètre, c'est-à-dire 10^{-9} m, soit 0,0000000001 cm.

Les prototypes actuellement existants laissent présager des applications dans tous les domaines, notamment en médecine⁹.

Vers quoi donc allons-nous ?

Le XVII^e siècle, par la masse d'informations nouvelles provenant de l'étendue de la vue octroyée par le télescope et par le microscope, a obligé l'éducation à devenir une profession : être étudiant, comme être enseignant, ne s'improvise plus, ce sont deux métiers distincts.

Le XVIII^e siècle poursuit l'œuvre entreprise par le siècle précédent tout en s'octroyant du temps (éclairage public et boîtes de conserve) et, surtout, le concours d'un nouvel outil pour le cerveau : l'image, qui vient compléter, parfois remplacer, le texte imprimé.

Le XIX^e siècle nous aura fabriqué davantage de machines qui prolongent nos cinq sens (en tout cas trois d'entre eux), tout en nous offrant des outils pour « digérer » cet afflux d'informations nouvelles : la machine à calculer et la règle à calcul ; sans oublier le crayon qui dispose enfin du papier « de masse ».

Enfin, le XX^e siècle confirme les tendances précédentes : prolongation continue de nos sens, y compris notre système nerveux central (grâce à l'électromagnétisme) ; rapprochement de nos prothèses (l'ordinateur devient de plus en plus petit, de plus en plus transportable) vers notre corps, proche de notre peau ; fusion de diverses prothèses en objets hybrides multifonctionnels (cf. les derniers GSM-agendas électronique- consoles de jeu-etc.).

Poursuivant cette tendance toujours exponentielle, les nanotechnologies vont permettre :

- à tous nos objets technologiques, prothèses de nos sens, de s'intégrer davantage ;
- à toutes nos prothèses de se miniaturiser à outrance ;
- à tel point qu'elles feront partie intégrante de nous, c'est-à-dire qu'elles seront en nous, dans notre corps, circulant dans notre sang, voyageant dans notre cerveau, s'organisant selon les besoins en appareils de réception ou d'émission¹⁰ sans que plus aucune pesante interface ne soit nécessaire (plus

⁹ <http://perso.wanadoo.fr/nanotechnologie/>

¹⁰ Car une des caractéristiques fondamentales des nanotechnologies est le suivant : ce n'est jamais une nanomachine que l'on crée, mais des centaines, voire des milliers de nanomachines identiques, s'organisant en réseau, de manière à adopter des comportements intelligents comme le fait une fourmilière.

besoin de clavier, d'écran, d'oreillette, etc.)

Le quidam de 2050 vivra « naturellement » avec toutes ces nanotechnologies en lui, probablement depuis sa naissance. Il sera « normal », pour lui, d'être connecté quand il le souhaite au *Superinternet* de son temps, branché sur les banques de données qu'ils souhaitent, ou auxquelles il a accès...

Privé, pour une raison ou une autre, de ses nanotechnologies-prothèses intégrées, ce quidam sera aussi malheureux que peut l'être un intellectuel d'aujourd'hui privé de ses livres et quotidiens, de ses lunettes, de son ordinateur, du papier, du crayon, de la télévision, etc.

L'éducation migrera donc du « quoi ? » vers le « comment ? ». C'est-à-dire du souci de transmettre des savoirs, des connaissances et des compétences vers la nécessité d'apprendre à apprendre, c'est-à-dire apprendre à comment accéder à l'information.

L'éducation, dans ce sens, risque donc de ne plus devenir **que pédagogie**.
Mais n'est-ce finalement pas déjà le cas maintenant ?...

4. Conclusion

Très modestement, cette courte étude a permis de montrer l'étroite corrélation entre innovations technologiques et attitudes éducatives.

Sans être évidemment une démonstration mathématique de cette « théorie », le présent travail constitue néanmoins une première approche, qui aura au moins eu le mérite de proposer quelques méthodes de travail en terme de recherche en éducation et quelques associations d'idées dans le domaine de la sociologie de l'éducation.

Partant du cadran solaire pour terminer avec les nanotechnologies, nous avons ainsi parcouru l'éducation depuis les sophistes jusqu'à l'école continue et intégrée à l'organisme, comme le résume le tableau suivant :

Innovation technologique	Type d'enseignement	Type de classe
Cadran solaire (-500)	Sophisme « politique »	Informelle et itinérante
Papier (105) & horloge mécanique (1215)	Scholastique du livre manuscrit	Improvisée et généralement fixe
Lunettes correctrices (1315), caractères mobiles (1440) et imprimerie (1452)	Renaissance de l'enseignement par la scolastique encyclopédique et littéraire du livre imprimé	Organisée en collèges, premières universités (Erasme)
Microscope (1604), télescope (1608), règle à calcul (1620), machine à calculer (1642), balancier des horloges (1656)	Professionnalisation de l'éducation, réforme scolaire (Comenius), pédagogie	Structurée dans le temps et dans l'espace + écoles pour former les enseignants
Gaz d'éclairage (1783 & 1792), crayon (1794), lithographie (1796)	Prolifération des disciplines enseignées, prolifération des « lumières » (ou penseurs critiques et innovants), naissance de l'éducation fonctionnelle (et « négative ») à la Rousseau	De plus en plus assortie d'outils et de supports pédagogiques
Téléphone (1854 & 1861), machine à écrire (1829),	Education de masse, éducations nouvelles,	Structurée de manière industrielle

vulgarisation du papier (1840 & 1871)	naissance timide de la pensée « magique », apport des sciences en pédagogie.	et mécanique, devient une usine à savoirs
Radio (1896), télévision en couleur (1950), ordinateur personnel (1971)	Education (supérieure et universitaire) multimédia, transdisciplinaire et technologique d'entreprise, émergence de l'éducation selon la pensée magique, apparition de l'e-learning	Éclatée, diversifiée et délocalisée ; classe virtuelle ; classe permanente ; classe multimédia ; classe itinérante
« Tout-en-un » (gms + agenda + gprs + i-mode + jeux + office + bluetooth + etc.) (2003)	Education et pédagogie « magiques » dominantes, indissociables des outils technologiques (visioconférence et objets pédagogiques type ClassPad300 de Casio)	Devenue lieu multifonctionnel, amphithéâtre multimedia interactif d'apprentissage (à la maison avec le PC et des logiciels de type Netmeeting, ou en entreprise dans des locaux aménagés, ou dans des lieux publics)
Nanomachines personnalisées intégrées au corps humain (2050)	Education nexialiste du « comment ? » : enseignement non plus des savoirs mais des savoir-faire, du comment accéder à l'information et du comment utiliser les outils technologiques intégrés à l'organisme	Individualisée, intégrée à l'organisme, permettant de se relier aux autres (dont l'enseignant et les éventuels autres élèves) à la demande.

Enfin, ne sommes-nous pas revenus au début du cycle ? Socrate, en effet, n'affirmait-il pas que le savoir était en nous, qu'il suffisait de poser les bonnes questions pour le faire surgir ? Les réseaux de nanomachines communicantes que nos corps humains hébergeront peut-être dans une cinquantaine d'années permettront d'affirmer qu'effectivement, tout le savoir de l'humanité sera en nous, en tout cas potentiellement accessible...

5. Bibliographie sommaire

5.1. Générale

- BOUQUET, A., **La Chronologie des inventions**, <http://a.bouque.free.fr/invent/>
- ENCYCLOPÆDIA UNIVERSALIS, thème sur **la pédagogie**, éd. française sur cd-rom, 1997.
- GAUDIN, Thierry (ouvrage collectif), **2100 – Récit du prochain siècle**, Payot, Paris, 1990, 600 p.
- GAUTHIER, Clermont, TARDIF, Maurice (dir.), **La pédagogie. Théories et pratiques de l'Antiquité à nos jours**, Gaëtan Morin, Montréal, 1996.
- MAC LUHAN, Marshall, **Pour comprendre les médias**, Éd. Du Seuil, Coll. Points, Paris, 1968 (rééd. 1977, éd. originale 1964), 404 p.
- OLIVIER, Christine, **syllabus de pédagogie générale** (chapitre sur l'histoire de la pédagogie), Inst. F. Ferrer – Cooremans, Bruxelles, 2003-2004.
- OLIVIER, Christine, **syllabus de sociologie et politique de l'éducation**, Inst. F. Ferrer – Cooremans, Bruxelles, 2003-2004.

5.2. Concernant la visioconférence

- **Rapport de Gemme** (juin 2000) disponible à l'adresse <http://gemme.univ-lyon1.fr/rapports.html>
- **L'expérience lorraine** : <http://www.europole.u-nancy.fr/structures/nte/visio.html> et <http://www.univ-nancy2.fr/VIDEOSCOP/ACTIVITE/visio.html>
- **Des cours** : <http://www.artemis.jussieu.fr/visioconf/homevisi.html> (excellent, technique) et <http://www.ipm.ucl.ac.be/EnseiDist/VC2.html>
- **Un outil de formation à la pratique de la visioconférence** : <http://www.savie.com/> (un manuel très pratique)
- **Ingénierie Éducative** : notes techniques sur la visioconférence CNDP (<http://www.cndp.fr/DOSSIERSIE/>)
- **Des informations sur les équipements disponibles** : <http://www.hypcom.com> (bien documenté)

- **Les logiciels de visioconférence sur IP :**
<http://zenon.inria.fr:8003/rodeo/personnel/Thierry.Turletti/ivs.html>

5.3. Concernant l'e-training

- E-training en Belgique : <http://www.belgiantrainings.com/>

5.4. Concernant les nanotechnologies

- CRICHTON, Michael, **La proie**, Ed. Robert Laffont, Paris, 2002, 685 p.
- DE GRAVE, Arnaud, **La nanotechnologie et ses applications commerciales**, HEFF/IC (Bruxelles), TFE d'ingénieur commercial, 2002
- <http://perso.wanadoo.fr/nanotechnologie/>