

## **Technologies de l'information et de la communication dans l'éducation : Quelles compétences pour les enseignants ?**

Georges-Louis Baron, INRP-TECNE  
Eric Bruillard, IUFM de Créteil

10 janvier 2000

Cet article s'intéresse à la question des compétences nécessaires aux enseignants pour faire un usage professionnel des technologies de l'information et de la communication. Il en distingue différents types (technique, disciplinaire, didactique, pédagogique) et s'intéresse aux formations nécessaires pour les acquérir ainsi qu'à la question de leur évaluation. Si les modèles classiques sont plus ou moins adaptés à l'acquisition de compétences techniques, qui tendent à se banaliser parmi les futurs enseignants, en revanche, ils ne parviennent guère à prendre en compte les autres types de compétences, pour lesquels des modalités pouvant conjuguer mutualisation, assistance et conseil sont nécessaires.

### **1. Introduction**

Le domaine des technologies de l'information et de la communication (TIC) évolue vite et les expressions employées pour le désigner ont varié au cours du temps. Conformément à un usage assez répandu, nous utiliserons ici le terme "technologies", en considérant qu'il s'applique à un ensemble de dispositifs techniques, outils et instruments nouveaux dont le dénominateur commun est de traiter par logiciel de l'information numérisée située localement ou à distance. Nous faisons donc l'hypothèse d'un rapport privilégié à l'informatique et à ses outils.

Ces derniers, qui sont encore inégalement partagés dans la société, y ont déjà une emprise importante et leur développement est porteur de changements sociaux, à la fois dans le travail et dans la vie quotidienne. Dans le domaine éducatif, leur diffusion se produit à un moment où les visions dominantes de l'apprentissage et du développement cognitif des élèves font une large place aux vues constructivistes et où l'idée que l'élève est au centre du système éducatif a reçu un affichage institutionnel fort. Il n'est donc pas étonnant que les technologies ne soient plus tellement vues comme un substitut de l'enseignant et qu'on les conçoive maintenant plutôt comme un ensemble d'outils et d'instruments pouvant être mis au service d'activités aussi diverses que l'écriture d'un texte, une recherche d'information, une expérimentation assistée par ordinateur, une construction de figure géométrique, un montage virtuel de film, une procédure de fabrication...

On sait maintenant qu'il est possible par leur intermédiaire de poser des problèmes ayant du sens pour les apprenants, de mettre en œuvre des pédagogies de projet, de favoriser l'appropriation par la pratique d'un certain nombre de notions et de concepts que l'on retrouve dans différentes disciplines sous des formes proches, de faciliter la mise en évidence

de similitudes d'approches entre champs aux frontières souvent étanches dans l'esprit des élèves...

On a parlé à leur sujet de prothèses intellectuelles, d'auxiliaires pour la pensée et l'action, voire d'amplificateurs cognitifs [7]. On trouve également l'idée, depuis quelques années, que les technologies peuvent être un levier de réforme aidant les enseignants à adopter une pédagogie plus constructiviste et centrée sur l'élève [6], [16]...

Cependant, personne ne pourrait soutenir sérieusement qu'elles agissent de leur propre mouvement. En milieu scolaire, l'histoire récente nous enseigne au contraire que, lorsqu'il s'agit non plus d'introduction mais d'intégration de leur usage dans des pratiques quotidiennes, des obstacles nombreux surgissent, tenant à la disponibilité et à la fiabilité des équipements (matériels et logiciels), à l'organisation des établissements et des enseignements, à l'intérêt inégal des disciplines envers les questions d'instrumentation, ainsi qu'à l'opinion et aux compétences des enseignants [1].

L'usage des technologies en classe est en effet normalement prescrit aux élèves par les enseignants. Pourrait-il d'ailleurs en être autrement sans que ces derniers soient dépossédés d'une partie leur responsabilité pédagogique ? Ils sont des acteurs clés du changement ; mais ce sont des prescripteurs en bout de chaîne, travaillant en situation très contrainte.

Les études menées sur l'intégration dans les pratiques pédagogiques d'activités utilisant des instruments de traitement de l'information montrent bien que leur utilisation commence par complexifier la situation didactique. L'acquisition d'une expertise prend du temps et ne se déroule pas selon un processus d'augmentation continue d'un degré de maîtrise, mais de manière hésitante et avec des paliers et des reculs [11], [10].

Nous allons aborder dans cet article, en nous fondant sur des recherches menées à l'INRP depuis plusieurs années, cette question des compétences nécessaires de la part des enseignants pour intégrer (et non pas seulement introduire) dans leur pratique professionnelle des technologies de l'information et de la communication. Quelles sont-elles ? Comment les acquérir, notamment par quels types de formation ? Comment les évaluer ?

## **2. Plusieurs types de compétences**

La notion de compétence recouvre à la fois un ensemble de schèmes d'action contextualisés permettant de traiter un ensemble de tâches et un processus social d'attribution de caractéristiques à un individu (dans le système actuel, les seules qui sont *garanties* par l'Etat à un enseignant sont celles, au reste plus ou moins bien définies, qui correspondent au grade de l'intéressé). Au premier plan de celles-ci, traditionnellement, figurent des connaissances disciplinaires, spécialisées pour les enseignants de second degré et généralistes pour les professeurs d'école.

Dans le champ de pratiques que nous considérons ici, qui n'est pas une discipline, plusieurs types de compétences (au premier sens) peuvent être distingués pour les enseignants et les formateurs. Le premier correspond à des compétences plutôt techniques liées à un instrument

particulier ou à une classe d'instruments. Le deuxième type, didactique, est lié à la conception de situations d'enseignement et d'apprentissage dans des disciplines scolaires. Le troisième, plus proprement pédagogique, est relatif à la gestion pratique en temps contraint des activités des élèves, aux modes d'intervention et aux gestes professionnels nécessaires en fonction des contextes.

Cette typologie suppose implicitement que des compétences d'un autre ordre ne posent pas de problèmes (mais est-ce toujours le cas ?) : celles qui sont directement liées à la ou aux disciplines de référence, qui ont pu être remises en question par la diffusion des systèmes logiciels depuis la période de formation initiale (par exemple pour ce qui concerne le calcul formel en mathématiques, la modélisation informatique en sciences expérimentales, la linguistique...). Le problème est compliqué par le fait que l'usage efficace de tel instrument dans une discipline peut supposer l'appropriation préalable de notions dans une autre discipline : c'est ce qu'a par exemple bien étudié Daniel Beaufils à propos d'expérimentation assistée par ordinateur en sciences physiques [2], [3]. Il est donc important que les enseignants puissent avoir une idée assez précise de la multiplicité des applications possibles et de ce qu'elles représentent dans les disciplines voisines. Sinon, la prise en compte des technologies risque d'être fractionnée et partielle, certaines des démarches les plus fructueuses étant impossibles à mettre en œuvre.

S'approprier des outils avant d'en inventer des modes d'usage est un préliminaire obligé ; tout le monde sera à peu près d'accord pour affirmer que la technique doit être au service de la pédagogie et non l'inverse. Cependant, il existe un problème d'amorçage : les technologies actuelles permettent d'instrumenter de manière nouvelle des activités professionnelles, qu'elles modifient. Ces dernières utilisaient généralement des techniques anciennement introduites, reconnues comme légitimes, dont on pourrait dire qu'elles ont été "naturalisées", sans doute parce qu'il n'y a pas de doute qu'elles facilitent le travail professionnel de l'enseignant et permettent de renforcer son contrôle sur la classe.

Dès lors, *l'invention* par des chercheurs et des innovateurs de nouvelles pratiques instrumentées ne suffit pas ; encore faut-il qu'elles soient compatibles avec le système institutionnel tel qu'il existe, qu'elles aient été éprouvées et que la profession soit convaincue de leur pertinence. Un tel processus de légitimation prend du temps.

S'agissant des technologies, il faut bien reconnaître que l'on est encore à un stade précoce de ce processus, puisqu'il n'y a même pas de consensus bien établi sur la détermination d'un socle de compétences techniques indispensables.

Une opinion parfois entendue depuis une dizaine d'années, souvent inspirée de la métaphore de la voiture, pour laquelle il n'y aurait pas lieu de savoir comment fonctionne la mécanique, est que les machines vont en se simplifiant, tandis que le niveau de connivence avec elles augmente, ce qui fait que la question des compétences techniques ne devrait rapidement plus se poser relativement à un "outil informatique" supposé devenu convivial et transparent.

Le problème, c'est que l'outil informatique n'existe pas en général, qu'il y a en revanche plusieurs catégories d'outils logiciels, plus ou moins spécialisés, servant à des activités très diverses et qu'aucun n'est simple à mettre en œuvre de manière experte : chacun suppose, pour être utilisé, non seulement la compréhension des différentes fonctions du logiciel (qui peuvent varier d'une version à la suivante), mais aussi une compréhension plus générale de ce que sont les objets manipulés, les contraintes générales qui pèsent sur le produit... Cela est particulièrement critique lorsqu'il s'agit de traitement d'images ou de communication en réseau.

De plus, même si les informations provenant de la presse relativement au "bogue de l'an 2000" sont, à la date de rédaction de cet article, plutôt rassurantes, l'existence - incontestable - du problème nous invite à réfléchir sur le fait que la convivialité des produits n'est pas tout et que le traitement de l'information numérisée repose toujours sur des choix de formats de codage pour des données dont les conséquences à long terme peuvent être considérables.

Bref, une forme de culture est généralement reconnue comme nécessaire, au delà de la connaissance de quelques fonctions d'un produit singulier. Mais la question de savoir de quoi cette culture est constituée est encore en débat, notamment concernant les connaissances proprement informatiques qui lui correspondent. Un accord général peut facilement être trouvé sur des *capacités* techniques élémentaires liées à la pratique d'un système d'exploitation, au traitement de textes ou d'images. À la demande de leur tutelle, beaucoup d'IUFM testent ainsi leurs stagiaires au début de leur formation professionnelle. Mais les compétences sont par nature spécifiques à des types d'activités et varient en fonction des usages, des disciplines et des niveaux d'enseignement.

Une chose, par exemple, est de pratiquer une instrumentation informatique à distance des élèves, une bureautique professorale où les aléas peuvent être affrontés à tête reposée, sans pression particulière et autre chose est de conduire en classe avec les élèves des activités instrumentées prenant sens dans une progression pédagogique.

La notion de *registres de technicité*, introduite par Jean-Louis Martinand fournit un cadre d'analyse intéressant, qu'il serait fructueux d'appliquer en fonction des disciplines et des niveaux. Cet auteur, qui remarque que la culture apparaît comme une technicité partagée, en distingue ainsi quatre, qui interviennent tous à des titres divers dans l'intégration des technologies : la *maîtrise*, la *participation* ("capacité à tenir un rôle mais sans maîtrise, donc avec aide et contrôle dans une pratique"), *l'interprétation* ("celui qui fonctionne lorsque, sans être forcément capable de faire soi-même, on a la capacité de "lire" et d'analyser, d'expliquer une pratique") et la *modification* (qui permet de "changer une pratique et vraisemblablement suppose que la maîtrise ne soit pas trop importante et consolidée") [14].

Nous allons maintenant aborder la question de l'acquisition des compétences en explicitant les contraintes qui pèsent sur les formations professionnelles, qu'elles soient initiales ou continues, et en explorant les dispositifs complémentaires mis en œuvre.

### **3. L'acquisition des compétences**

Une idée tenace veut que les enseignants, compétents pour enseigner, sauront inventer des usages pédagogiques des technologies une fois qu'ils auront reçu une formation de nature technique ou scientifique. Cela est d'ailleurs incontestablement vrai dans les situations de défrichage premier, lors de l'exploration de domaines nouveaux, quand il n'y a pas de références validées. Cependant, il s'agit d'enseignants particuliers, motivés par le sujet et acceptant d'y investir personnellement beaucoup de leur temps. Le contexte de l'innovation n'est pas du tout celui de la diffusion et de l'intégration de nouvelles approches dans les pratiques scolaires. L'enjeu, alors, est bien de parvenir à une légitimation de connaissances pédagogiques. À défaut, il n'est pas possible d'organiser des formations didactiques et pédagogiques et la technique peut être perçue comme faisant écran à la pédagogie.

#### **3.1. Les formations continues**

Pendant longtemps, la formation aux usages éducatifs des technologies a relevé dans notre pays de la formation continue (qui était en fait une formation initiale différée). Il convient d'ailleurs de rappeler que la France est un des pays industrialisés où l'investissement dans ce domaine a été le plus important. Cette formation, organisée grâce à la persistance d'une volonté politique a rencontré des problèmes considérables.

Dans les années quatre-vingt, un des reproches les plus courants à l'encontre des formations en informatique (à l'exception de celles qui étaient spécifiques à l'option informatique, où les contenus avaient une forte légitimité scientifique) a été leur focalisation, au reste indéniable, sur des considérations techniques, au détriment des aspects pédagogiques. Cet état de fait reflétait une nécessité (il fallait donner aux enseignants des éléments qu'ils n'avaient pas et qui conditionnent toute utilisation), ainsi que le caractère rudimentaire et controversé des modèles concernant les usages pédagogiques des logiciels.

Depuis, la situation a sans doute relativement peu évolué. La demande porte toujours prioritairement sur des questions techniques (mais pas les mêmes que dix ans auparavant) et la question des modèles de référence sous tendant les formations pédagogiques se pose encore.

Les formations centrées sur l'acquisition d'une certaine maîtrise technique sont le plus souvent d'une durée assez courte. Elles répondent à des demandes de transfert immédiat et ne permettent pas, sans autres compléments, de développer la culture requise. Par ailleurs, il est difficile de créer des parcours de formation à partir de stages successifs.

S'il faut que les enseignants puissent développer des compétences didactiques et pédagogiques, le problème de la mise en place de formations adaptées est loin d'être entièrement résolu. Un point critique est notamment qu'ils prennent conscience des difficultés rencontrées par les élèves dans l'interprétation des résultats renvoyés sur écran par un logiciel. En effet, les chaînes de traitement informatisées produisent souvent des résultats sous forme de graphiques ou de tableaux. Leur interprétation requiert une forme d'expertise qu'a acquise l'enseignant mais que n'ont pas encore en général les élèves. L'instrumentation informatique

induit une complexité nouvelle qui doit être prise en compte, ce qui amène à l'acquisition de connaissances didactiques nouvelles.

Probablement, un enjeu serait que les enseignants puissent, dans le cours de leur formation, avoir l'occasion de prendre conscience des problèmes spécifiques posés par l'utilisation des technologies dans des disciplines autres que la leur, ce qui aurait l'avantage de les rendre plus attentifs aux problèmes rencontrés par les élèves. C'est une solution que nous avons mise en œuvre lors d'une université d'été autour de la simulation, de la modélisation et de la conception en mathématiques, sciences physiques, sciences de la vie et de la Terre, technologie au collège [12].

### **3.2. La formation initiale**

Depuis leur origine, les instituts universitaires de formation des maîtres (IUFM) ont mis en place des formations dans le domaine des technologies orientées vers la maîtrise des techniques. L'acquisition de compétences didactiques et pédagogiques liées aux TIC est un défi difficile à relever. En effet, il y a là une tension entre ce que peut offrir l'institut de formation et l'image retournée par le terrain. Apprendre les gestes professionnels dans un milieu où les personnes sont souvent très isolées, alors qu'il n'y a pas de modèle auquel se raccrocher, complique l'utilisation éducative. La formation professionnelle est très courte (1 an), a un enjeu fort pour la carrière des futurs enseignants (certains pouvant ne pas être titularisés), ce qui ne facilite pas l'invention de pratiques nouvelles.

Nous observons depuis 1992 le point de vue, les attentes et les compétences des futurs enseignants à l'égard de l'informatique, en adoptant une approche longitudinale. Ces études se sont focalisées sur l'IUFM de Créteil, situé dans la banlieue de Paris, mais les résultats obtenus sont sans doute extrapolables à d'autres régions.

Tout d'abord, les taux d'équipement personnel des futurs enseignants ont considérablement augmenté au cours du temps. En 1992, un quart des répondants au questionnaire à l'entrée à l'IUFM disait posséder un ordinateur personnel (et 16 % disaient s'en servir). En 1998, ce pourcentage était en moyenne de 60 % à l'entrée à l'IUFM et de plus de 75 % en fin de formation (plus de 90 % dans les disciplines techniques). Entre 10 % et 15 % des futurs professeurs de lycée et de collège déclaraient avoir une adresse Internet, cette proportion atteignant 25 % dans les domaines scientifiques et techniques.

Ces chiffres sont à comparer aux taux moyens de possession d'ordinateurs par les élèves à la même époque : une étude menée en 1997 auprès de jeunes de 8 à 17 ans estimait qu'environ 50 % des jeunes interrogés avaient accès à un ordinateur à leur domicile, 70 % pour ceux de milieux favorisés ; 40 % pour ceux de milieux défavorisés [13].

Les futurs enseignants ne sont donc sans doute pas "en retard" par rapport à leurs élèves s'agissant de la possession d'ordinateurs. Mais chacun sait que la possession d'un équipement ne préjuge pas des types d'usage qui en sont faits. Une enquête, effectuée en mars 1998 auprès des stagiaires de second degré, indiquait que trois quarts des répondants estimaient qu'ils

savaient bien ou très bien copier des fichiers, seule une minorité citant correctement un nom de système d'exploitation.

Le traitement de texte était fortement utilisé. Mais moins d'un répondant sur deux déclaraient savoir insérer des objets et gérer des styles. Les pourcentages pour un bon maniement du tableur étaient de l'ordre de 40 % (sauf pour les enseignants de secteurs techniques, où ils étaient très élevés) et d'environ 25 % seulement pour les bases de données. Il n'est donc pas encore possible de considérer que tous les futurs enseignants possèdent un degré de technicité suffisant pour être à l'aise dans le maniement des instruments de bureautique.

Sans doute, avec le temps, les jeunes vont-ils être davantage à l'aise dans le maniement personnel ces instruments informatiques. Les effets sur les pratiques professionnelles de cette pratique personnelle ne sont certainement pas négligeables, notamment en ce qui concerne les préparations de cours et les documents remis aux élèves. Mais cela ne préjuge que faiblement de la compétence à mettre en œuvre en classe des activités utilisant les technologies. Une étude américaine récente [8] indique par exemple que l'utilisation en classe de contenus informatisés n'est pas corrélée à l'ancienneté des enseignants, ce qui suggère que les plus jeunes ne feront pas nécessairement un meilleur usage des technologies que les plus anciens par le simple fait qu'ils ont grandi avec.

Là aussi, un des obstacles principaux est lié au manque de culture commune relativement aux conditions d'emploi en classe de ces dernières ; Entre 10 % et 15 % seulement des stagiaires second degré de deuxième année indiquaient en 1998 avoir assisté pendant leur formation pratique à la mise en œuvre de séquences utilisant les TIC (avec, là encore, des différences entre les disciplines : 1 % en langues, 50 % en technologie collège).

### **3.3. Mutualisation, assistance et conseil**

Qu'il s'agisse de formation initiale ou continue, les modèles de formation les plus courants ainsi que leur organisation globale sont sans doute peu adaptés à l'acquisition de compétences autres que techniques. En effet, l'échange des pratiques (associations d'enseignants, réseaux d'échanges, listes de diffusion, etc.), activité essentielle dans la perspective d'une accumulation primitive d'expertise pédagogique, n'y trouve pas facilement sa place. Une approche du type de l'enseignement clinique des médecins, ou plus généralement à base d'études de cas, pourrait être opportune, mais serait-elle suffisante ?

Au-delà des technologies elles-mêmes, l'enjeu est le développement d'une culture plus collective et coopérative du métier d'enseignant et d'une vision plus collective des compétences. C'est ce qui sous tendait l'idée d'ingénierie éducative, développée par le CNDP au début des années quatre-vingt-dix [4] et que l'on voit se développer dans les publications américaines récentes [5].

Des formations à la carte (sur mesure, au niveau de l'établissement scolaire ou au niveau du district) peuvent se développer selon le modèle du compagnonnage. Elles peuvent être complétées par des dispositifs de conseil de proximité et d'expertise. Cela suppose toutefois

des structures suffisamment réactives et une souplesse d'organisation de la formation qu'il semble encore difficile de mettre en place.

Le recours à des personnes ressources (aides éducateurs dans les établissements scolaires, jeunes docteurs en IUFM...) fournit une aide indéniable au plan pratique, surtout pour résoudre les aléas techniques et faciliter la préparation des machines. À moyen terme, il existe néanmoins le risque de conforter ces personnes dans un rôle exclusivement technique ou de pérenniser des solutions de substitution, revenant à simplement déplacer les problèmes.

#### **4. L'évaluation des compétences**

Dans un système fortement codifié comme le système éducatif, la question de l'évaluation des compétences sous ses diverses formes est centrale. Dans une visée sommative, c'est elle qui conditionne l'acquisition d'un grade de titulaire de l'enseignement. Dans une visée plus formative, il est nécessaire que les personnels puissent faire le point sur leurs compétences, que ce soit à l'entrée en formation initiale ou plus tard dans la carrière.

S'agissant d'évaluation sommative, on retrouve les mêmes difficultés que pour la formation : le registre technique seul semble facile à évaluer. Un référentiel de compétences est un outil commode pour harmoniser ce qui est attendu. Mais sa constitution est ardue. S'il est trop détaillé, il devient un catalogue de capacités élémentaires essentiellement techniques et s'il est trop général, il n'est pas opérationnel.

S'il s'agit de s'auto-évaluer pour se situer dans une perspective d'acquisition, des guides structurés incluant des grilles peuvent être utiles pour analyser et faire évoluer les situations. En France, les IUFM produisent des QCM d'autoévaluation, dont le traitement conduit à la constitution de groupes de formation. Aux États-Unis, Coughlin et Lemke [5] ont récemment proposé un document consacré aux habiletés professionnelles dans la classe informatisée utile pour les administrateurs scolaires comme pour les enseignants eux-mêmes, qui distingue cinq dimensions : savoir faire de base (core technology skills) ; curriculum, apprentissage et évaluation (curriculum, learning and assessment) ; pratique professionnelle (professional practice) ; gestion de la classe (classroom and instructional management) ; compétences administratives.

Les concours de recrutement des enseignants font encore peu, si ce n'est aucune place aux technologies dans leurs épreuves. Une fois le grade acquis, le système a du mal à prendre en compte de manière satisfaisante le cas des personnes ayant ensuite acquis des compétences complémentaires.

Dans le cas de l'audio visuel ou de l'informatique, une partie des personnes ayant reçu une formation de longue durée en sont progressivement venues, à cause d'une demande non satisfaite par les cadres traditionnels de l'éducation nationale, à occuper, mais de manière temporaire, des fonctions ne correspondant pas à la définition de leur grade (formateurs, conseillers des recteurs, enseignants de l'option informatique). Mais cette reconnaissance est fragile, elle s'évanouit lorsque l'action disparaît. Comment ensuite, la personne peut-elle capitaliser l'expérience acquise ? Le seul choix possible, en pratique est de changer de corps,

en acquérant un autre grade. Il serait d'ailleurs intéressant d'étudier dans quelle mesure des corps administratifs comme ceux de chef d'établissement ou d'inspecteur de l'éducation nationale ont accueilli des personnes ayant acquis une compétence en informatique.

## 5. Perspectives

Au contraire des connaissances techniques, qui sont générales, les compétences didactiques et pédagogiques sont fortement contextualisées et peu codifiées, surtout quand elles ne correspondent pas à une discipline instituée. Il n'est pas surprenant que des difficultés existent pour les enseigner (et que, donc, l'autoformation et la formation par les pairs, jouent un grand rôle).

Mais nous sommes encore dans une phase de transition ; l'environnement de travail des enseignants comme des élèves est en train de changer. Il est peu douteux qu'il soit largement informatisé, au sens où l'accès à l'information sera largement médiatisé par des dispositifs techniques. Les informations à traiter directement par les personnes seront plus nombreuses et en partie automatiquement retraitées par les logiciels, permettant d'enrichir, mais en les complexifiant, les relations entre les enseignants et les élèves.

Dès lors, nous sommes bien dans un cadre de création de schèmes d'action collective instrumentée, comme le dit par exemple Pierre Rabardel [15], dont il est prématuré de savoir ce qu'elles seront, parce qu'il s'agit de mouvements de construction sociale qui se déroulent lentement.

## 6. Références

- [1] BARON, Georges-Louis, BRUILLARD, Eric (1996). - L'informatique et ses usagers dans l'éducation. - Paris : PUF. - 312 p. - (L'éducateur).
- [2] BEAUFILS, Daniel (1995). - Propositions pour une introduction d'outils informatisés dans l'enseignement secondaire de physique-chimie : proposition de contribution aux programmes des classes de lycée et propositions d'éléments de formation initiale des maîtres. - Paris : Rapport INRP. - 37 p.
- [3] BEAUFILS, Daniel, RICHOUX, Hélène, CAMGUILHEM, Chantal (1999). - Savoirs et savoir-faire associés à l'utilisation d'instruments informatisés dans des activités de travaux pratiques de physique. - In : Aster n° 28, 1999. - Paris : INRP. - p. 131-147.
- [4] CHAPTAL, Alain (1995). - L'informatique au CDI.- Médialog, n° 23, février 1995. - p. 22-35.
- [5] COUGHLIN Edward C., LEMKE Cheryl (1999). Professional Competency Continuum. Professional skills for the digital age classroom. Milken exchange on education technology. Milken Family Foundation, Santa Monica ([www.milkenexchange.org](http://www.milkenexchange.org))
- [6] DEDE Chris (1998). " Apprendre à enseigner et vice-versa ". Keynote Address, *SITE 98*, AACE, Washington DC, 10-14 march 1988.
- [7] ENGELBART D. C., ENGLISH W. K. (1968). "A Research Center for Augmenting Human Intellect". *AFIPS Conf. Proc.*, 33, 1, Thompson Books, Wash., p. 395-407.

- [8] FATEMI Erick (1999). Building the digital curriculum : summary, in *Technology Counts'99*, Education week, 23/09/99 ([www.edweek.org/sreports/tc99/articles/summary.htm](http://www.edweek.org/sreports/tc99/articles/summary.htm))
- [9] FULTON Kathleen (1997). *Learning in a digital age : insights into the issues. The skills students need for technological fluency*. Publication of the Milken Exchange on Education Technology, Milken Family Foundation, 58 p. (disponible à l'adresse : [www.mff.org](http://www.mff.org))
- [10] GOLDMAN Shelly, COLE Karen and SYER Christina (1999). The Technology/Content dilemma. The Secretary's National Conference on Educational Technology : *Evaluating the Effectiveness of Technology*, July 12-13, US Department of Education, Office of Educational Technology.  
<http://www.ed.gov/Technology/TechConf/1999/whitepapers.html>
- [11] HAYMORE SANDHOLTZ, Judith, RINGSTAFF, Cathy, OWYER, David C. (1997). - La classe branchée : enseigner à l'ère des technologies. - Paris : CNDP. - 210 p. - (La collection de l'Ingénierie éducative- hors série Les dossiers).
- [12] INRP, ENS DE CACHAN (1998). - Les Technologies de l'information et de la communication et l'actualisation des enseignements scientifiques et technologiques au lycée d'enseignement général et au collège : Actes de l'Université d'été, ENS de Cachan, 6 - 10 juillet 1998. - Paris : INRP. - <http://www.inrp.fr/Tecne/Rencontre/Univete/TIC/TIC.htm>
- [13] JOUET, Josiane et PASQUIER, Dominique (1999). - Les jeunes et la culture de l'écran ; enquête nationale auprès des 6-17 ans. - Réseaux, n° 92-93 - CNET-HERMES science publications, p. 25-102.
- [14] MARTINAND Jean-Louis (1994). La didactique des sciences et de la technologie et la formation des enseignants in *La didactique des sciences en Europe*, Aster n° 19, Paris, INRP, p. 61-75.
- [15] RABARDEL, Pierre (1995). - Les hommes et les technologies : approche cognitive des instruments contemporains. - Paris : Armand Colin. - 239 p. - (Série Psychologie).
- [16] TARDIF Jacques (1998). *Intégrer les nouvelles technologies de l'information. Quel cadre pédagogique ?* Collection Pratiques et enjeux pédagogiques, n° 19, ESF éditeur, Paris, 128 p.