

<https://adjectif.net.shs.parisdescartes.fr/spip.php?article178>



# TIC pour l'enseignement de la physique chimie au lycée : quelles formations pour quelles utilisations ? Réalités, représentations et perspectives. Une étude contrastive réalisée en France et à Madagascar

Date de mise en ligne : dimanche 2 septembre 2012



**RECH**

Copyright © Adjectif - Tous droits réservés

- Etat des recherches - Didactiques, pédagogies et TICE -

**En 2008, un volet TIC a été intégré à la formation initiale des futurs enseignants de physique chimie de l'ENS d'Antananarivo, Madagascar. La question qui s'est posée fut alors : « comment préparer au mieux des enseignants de physique chimie à utiliser les TIC dans les activités d'enseignement ? ». Répondre à cette question dans le cadre d'une recherche-action fut un enjeu principal de cette thèse. Cette recherche-action a été réalisée sur les premières promotions ayant bénéficié du volet TIC au sein de l'ENS d'Antananarivo. Parallèlement, nous nous sommes intéressées à la formation des enseignants à l'utilisation effective des TIC en classe à travers les différents rapports internationaux et articles de recherche. La France étant un pays historiquement lié à Madagascar, malgré les contrastes dus aux différences de culture des deux pays et aux différences d'équipement, il nous a semblé utile d'analyser la formation des enseignants de physique chimie à l'utilisation des TIC dans ce pays, afin de trouver des éléments pour alimenter notre recherche-action. Les résultats nous ont amenée à réaliser une autre recherche au niveau d'enseignants de physique chimie utilisateurs en France, afin d'analyser les processus les ayant amenés à le devenir.**

Mots clés : TIC, Formation initiale, Enseignant, Physique, chimie, Usage éducatif, Enseignement secondaire, Trajectoire d'usage

## Les apports de la recherche

Après avoir fait un point sur les confusions terminologiques que sous-entend l'acronyme TIC (Hornung-Prahaser & Geser, 2010. Dawson, Forster & Reidd, 2006) signalé par Baron et Bruillard (2008), les utilisations des TIC spécifiques à l'enseignement de la physique chimie (Cox, 2012 ; Beaufils, 2005 ; Bryan, 2006) ont été classées en 3 catégories : les utilisations du type ExAO au laboratoire, la modélisation, le traitement des données.

La physique chimie étant considérée comme une science expérimentale, les ExAO ont été les premières utilisations des TIC en physique chimie : les instruments informatiques ont servi à réaliser plus facilement des mesures répétées dans le temps au cours d'expériences réelles ou filmées. Elles permettent ainsi de contrôler les expériences de laboratoire de façon quasi automatique, et de comprendre les erreurs et incertitudes de mesure liées aux valeurs expérimentales obtenues. La modélisation peut être classée en quatre sous catégories :

- La modélisation « conceptualisation » (Bryan, 2006) : il s'agit de disséquer et simplifier au maximum les phénomènes physiques pour en dégager plus facilement les concepts (conceptual models), afin d'aider les élèves à construire une représentation mentale du concept. En effet, une des premières origines du développement de la modélisation a été d'aider les élèves à surmonter leurs problèmes d'incompréhension.
- La modélisation « simulation informatique » (Cox, 2012) a été basée au départ sur des expérimentations réelles au-delà de la portée des possibilités au laboratoire : prédateur-proie, mouvement des satellites, réchauffement climatique, flux des rivières, trafic, etc. Ils ne nécessitent pas l'utilisation d'outils mathématiques avancés, et peuvent remplacer les expériences réelles, avec l'avantage de la possibilité de répétition, du changement instantané de certains paramètres en vue de leur analyse.
- La modélisation « investigation autonome » est réalisée par l'apprenant lui-même à partir d'un logiciel lui permettant de construire lui-même ses modèles (Bryan, 2006 ; Cox, 2012) et de vérifier ainsi leurs propres idées et hypothèses, d'ajouter de nouvelles variables pour approfondir leur compréhension (Mellar et al., 1994). Des notions de programmation peuvent alors être utiles aux apprenants.

- La modélisation mathématique est une des activités TIC non négligeable dans l'enseignement de la physique chimie. Selon Beaufils (2010), c'est le niveau le plus élevé de l'utilisation des instruments informatiques par les enseignants, et qui nécessite que ces derniers puissent fonctionner sur un registre un peu mathématique, de transposition informatique, puis intégrer ses connaissances informatico-mathématiques à la physique. Ces utilisations aboutissent généralement au traitement des données, réalisées généralement à l'aide de tableurs spécifiques ou non à l'enseignement scientifique.  
D'autres aspects des TIC peuvent être utilisés par toutes les disciplines : les tutoriels (drill and practice) qui constituent le premier type de logiciel utilisé pour l'enseignement (Cox, 2012 ; Leinonen, 2005 ; Pelgrum et al., 2004) ; les logiciels de présentation utilisables en présentiel ou à travers les sites web ; les instruments informatiques comme les TNI, la réalité augmentée ou la réalité virtuelle, les clickers, les jeux de programmation etc.

Étant donné les avantages de ces utilisations pour l'enseignement, beaucoup de pays ont investi dans l'équipement des établissements scolaires. Cependant, les rapports statistiques obtenus au cours de la précédente décennie dans les pays de l'OCDE montrent que l'utilisation effective des TIC pour l'enseignement se heurte à quelques difficultés. Ceci n'est pas un cas particulier et concerne beaucoup de pays (Cuban, 2001 ; Alev, 2003) : l'utilisation des TIC dans l'éducation est jugée insuffisante et décevante. Les résultats de la recherche montrent l'existence de plusieurs obstacles à l'utilisation des TIC en classe. Il s'agit des facteurs externes comme l'accessibilité et les conditions de travail qu'il s'agisse de problèmes logistiques, organisationnels ou de surcharge de travail (Baron & Bruillard, 2007 ; Dawson et al., 2006 ; Alev, 2003 ; Hebenstreit, 1989), et parmi les raisons invoquées figurent les compétences insuffisantes des enseignants.

Des facteurs propres à l'enseignant sont aussi mis en cause, des facteurs personnels ou psychologiques reliés à leur perception de l'enseignement et des changements apportés par les TIC dans leur travail (Young, 2011 ; Alev, 2003). Des facteurs hybrides concernent à la fois l'enseignant et les facteurs externes : l'incompréhension des avantages des TIC, les difficultés techniques et ceux rencontrés au cours de la gestion de classe. Un des paramètres permettant de surmonter les obstacles cités ci-dessus est la formation des enseignants. Des exemples internationaux de formation des enseignants sont donc relatés dans la thèse.

L'analyse de résultats de recherche les concernant a permis de faire ressortir de nombreux éléments de formation à l'utilisation des TIC, allant de l'apprentissage des notions d'informatique de base à l'utilisation des progiciels et des instruments informatiques spécifiques ou non à la physique chimie en contexte d'enseignement, en passant par la réflexion sur l'utilisation des TIC au cours de pratiques innovatrices, les échanges à partir de présentation de groupe ou de travaux individuels sur la planification de séances TIC, la conception et la réalisation d'outils TIC ou de chefs-d'oeuvre multimédias.

L'efficacité de ces activités en termes d'utilisation effective des TIC pour l'enseignement après la formation dépend de divers facteurs selon les chercheurs : l'accessibilité, déjà mentionnée parmi les obstacles externes, et la conformité des ressources utilisées pendant la formation et le stage, la formation des encadreurs, le caractère obligatoire ou volontaire de cette utilisation, et le vécu des enseignants eux-mêmes. Parmi les recommandations formulées figurent le va-et-vient entre théorie et pratique (stage) au cours de la formation, le partenariat entre l'établissement de formation et l'établissement de stage et l'intégration et l'équilibre entre le contenu informatique et didactique.

## Les travaux de terrain

Nos investigations ont donc été conduites alternativement à Madagascar et en France.

## À Madagascar

Les entretiens réalisés auprès des responsables du ministère de l'éducation et du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique ont permis de mieux comprendre le contexte Malagasy : l'accès aux TIC a été facilité pour l'ensemble de la population, par une loi stipulant la détaxation lors de l'importation des outils informatiques durant deux ans à partir de septembre 2003, la mise en place des fibres optiques a débuté en 2010 ; les établissements d'enseignement secondaire ont été progressivement équipés d'ordinateurs destinés à l'enseignement, et les TNI commencent à faire leur apparition dans les institutions de formation des maîtres depuis 2010. Les TIC sont mentionnées explicitement dans nouveaux programmes de la réforme du primaire.

L'analyse des documents officiels, les entretiens auprès du directeur et des responsables de formation à l'ENS d'Antananarivo ont permis d'établir un état des lieux de la place des TIC à l'ENS d'Antananarivo au début 2008 : les TIC ne sont pas explicitement mentionnées dans les curriculums de formation, mais l'ordinateur était présent dans les curriculums de formation du CER physique chimie à travers un module intitulé Analyse numérique et programmation depuis la création de l'ENS, en 1980 ; de plus, des enseignants de ce CER ont depuis longtemps encadré des étudiants ayant choisi comme thème de leur mémoire les TIC (24 en 2008), dont la fabrication de simulations informatiques (21), la fabrication d'ExAO (2) et l'exploitation d'un film pédagogique (1). Les étudiants du CER PC ont une salle d'informatique depuis 2008, un cybercafé connecté existe au sein de l'ENS, qui depuis 2012, dispose d'une connexion wifi haut débit. L'informatique fait partie des modules de formation proposés aux étudiants du CER PC depuis 2008.

Nous avons choisi de centrer notre étude sur les 36 étudiants entrés à l'ENS en 2006 et en 2007, étant donné que nous avons la possibilité de réaliser leur suivi jusqu'à leur sortie de l'ENS pendant la durée de notre thèse. L'objectif était d'identifier les utilisations des TIC en situation d'enseignement (au cours des simulations de cours du module didactique ou du stage en responsabilité) qui pourraient être imputées à la formation. Un questionnaire leur a été administré avant le commencement du module informatique pour connaître leur niveau en TIC et leur représentation à propos des utilisations des TIC pour l'enseignement : 5 parmi eux possèdent un ordinateur à domicile, et 6 une adresse électronique. La majorité se représente les TIC comme des instruments permettant la saisie de texte et la recherche sur internet, et ne connaissent aucune autre utilisation pour l'enseignement (2 étudiants sur 36 connaissent l'existence des simulations). Il semble donc que les TIC ne font pas encore partie du quotidien de ces étudiants.

Après une année de formation à l'utilisation des logiciels de traitement de texte et d'images, sans exemples concernant les utilisations spécifiques à l'enseignement, un questionnaire leur a été de nouveau administré, dont les réponses ont permis de constater l'inexistence d'évolution en ce qui concerne les utilisations des TIC pour l'enseignement connues par ces étudiants. Pour eux, l'ordinateur est un « ensemble de périphériques et de logiciels » dont l'utilité reste floue ; aucune utilisation en situation d'enseignement n'a été enregistrée.

Ceci nous a amenée à réaliser une action de formation complémentaire au cours de l'année universitaire suivante : une mini-conférence fut réalisée à leur intention, au cours de laquelle furent présentées les principales utilisations de l'ordinateur pour l'enseignement. À la suite de cette action, l'une des promotions étudiées (E2006) réalisa quelques utilisations en situation d'enseignement pendant le cours de didactique et le stage en responsabilité. De plus, les logiciels disponibles dans les lycées ont été mis à disposition au cybercafé à leur intention, mais très peu d'étudiants les ont consultés.

## En France

Étant donné les revers rencontrés lors de la mise en place de la formation TIC à Madagascar, nous avons essayé de comprendre comment se fait la préparation des futurs professeurs de physique chimie à l'utilisation des TIC pour

l'enseignement en France, à la veille de la réforme en 2009, et dans quelle mesure cette préparation a produit les résultats attendus, à savoir l'utilisation des TIC pendant le stage en responsabilité.

Après avoir réalisé la revue des documents officiels (BO, sites académiques,...) pour avoir une idée de l'aspect réglementaire de la préparation des futurs enseignants de physique chimie à l'utilisation des TIC, nous avons réalisé des entretiens semi-directifs auprès de 10 formateurs ou responsables de formation et 2 entretiens de groupe avec les stagiaires de 3 académies de France. Ces entretiens nous ont permis de connaître la réalité vécue par ces formateurs et stagiaires en situation d'enseignement. Les objectifs de ces questions sont de savoir :

- Quels sont les outils à la disposition des formateurs, enseignants et collèges et lycées pour l'enseignement de la Physique Chimie utilisant les TIC ?
- Comment se fait la formation des enseignants de Physique Chimie en IUFM à l'utilisation de ces outils ?
- Quelle évaluation leur est administrée pour savoir s'ils intègrent les TIC à leurs pratiques enseignantes ?
- Un questionnaire a été administré à tous les stagiaires des IUFM 1 et 2 (71 stagiaires) afin de connaître le vécu déclaré des stagiaires PLC2\_PC sur les points suivants :
- Les ressources informatiques utilisées en prépa CAPES, au cours de la formation PLC2, et pendant leur stage en responsabilité au sein de leur établissement.
- Les ressources informatiques les plus utilisées en Physique Chimie à différents moments des activités du stage : lors de la préparation, en classe pendant le cours, le TP, ainsi que les activités utilisant les ressources informatiques qu'ils proposent à leurs élèves de réaliser en dehors de la classe
- Les éléments qui pourraient freiner l'utilisation des ressources informatiques en classe
- Les éléments qui doivent être priorités (organisation, formation ou autres) pouvant favoriser l'utilisation des ressources informatiques par les stagiaires.

Après analyse des données recueillies, nous avons constaté que seul un dixième des stagiaires en IUFM1 et IUFM2 possèdent le C2i à l'entrée, malgré les BO qui stipulent que ce certificat devrait être une des conditions du recrutement et qui devrait donc être possédé par tout candidat. La réglementation n'est pas suivie à la lettre, mais avec une certaine souplesse dans les académies. Cette analyse a aussi permis de savoir que, la partie TIC de la formation à la préparation au CAPES réalisé en milieu universitaire est constituée en majeure partie par l'apprentissage de l'utilisation des ExAO et occupe plus de la moitié du volume horaire total de la formation. Au cours des regroupements hebdomadaires effectués pendant le stage, par contre, seules 12 heures annuelles sont censées concerner l'utilisation des TIC en classe. Ceci revient à deux demi-journées annuelles effectives selon les entretiens et les questionnaires. Parmi les 10 compétences enseignants, la compétence N°8 : « maîtriser les TIC » devrait être validée par le C2i-2E et compte 27 sous-compétences TIC du C2i\_2E, 22 de ces 27 compétences sont obligatoires. Ce certificat n'est lié à l'utilisation effective en classe que dans un IUFM sur les 3 de notre étude.

Les résultats des entretiens et des questionnaires montrent un cloisonnement de la formation : utilisation « universitaire » des ExAO pendant la préparation au CAPES, très faible utilisation pendant les regroupements au cours du stage, et faible utilisation pendant les stages. De plus, les utilisations déclarées par les stagiaires pendant la préparation concernent les logiciels de traitement de texte et la recherche sur Internet. En classe, la majorité déclare utiliser surtout les matériels informatiques transversaux de présentation, les logiciels de traitement de données courants, et les ressources à leur disposition (Openoffice, CD fournis, téléchargés). Les utilisations spécifiques à la physique chimie (ExAO, logiciels spécifiques) ne sont pratiquement pas réalisées par la majorité des stagiaires en classe.

Nous nous sommes alors posé la question : est-ce que la préparation des stagiaires français leur a permis d'utiliser les TIC pendant leur stage ? En effet, le matériel existe ainsi qu'une préparation intensive aux travaux pratiques en ExAO, et des regroupements fréquents sont mis en place pendant le stage en responsabilité. Cependant, l'utilisation effective de la majorité est plus tournée vers les logiciels transversaux de présentation et de traitement de données

que vers les instruments et logiciels spécifiques à la physique chimie. Selon eux, « *c'est difficile, on n'en fait pas trop* » (stagiaires S1, S2, S3, U2, U3), même si « *c'est obligatoire* » (stagiaire U2). Cela ne se fait « *pas très très bien, pas très facilement, ... en Physique Chimie... malgré des investissements récents* ». Mais « *on est parti pour, ça m'étonnerait qu'on revienne en arrière* » (formateur superviseur G1).

Les stagiaires cibles en France ne semblent pas prêts à utiliser les TIC en classe, car le cloisonnement de la formation semble ne pas favoriser la mise en oeuvre. De plus, les ressources les plus utilisées sont celles qui restent à disposition du stagiaire. Cependant, ce stage effectué en France nous a permis d'apporter des éléments pour notre recherche-action à Madagascar : convaincre les stagiaires de l'utilité des TIC pour l'enseignement de la PC parallèlement à l'apprentissage de l'informatique, afin d'éviter le cloisonnement, mettre à disposition les ressources des lycées de stage, et si nécessaire chercher une manière pour inciter les stagiaires à les utiliser.

## Quels processus pour devenir utilisateurs des TIC

### À Madagascar

Parallèlement à l'apprentissage des logiciels déjà mis en place auparavant, et en plus des mini-conférences sur l'utilisation des TIC pour l'enseignement de la physique effectuées à l'intention des stagiaires, des ressources présentes dans les établissements de stage furent mises à la disposition des étudiants. Une séance fut consacrée pour les présenter aux étudiants cibles de l'ENS d'Antananarivo, et pour leur apprendre à les installer et à les utiliser. Une semi-obligation fut mise en place à l'intention de la promotion particulièrement récalcitrante à l'utilisation d'un support pour l'enseignement : les simulations de cours sans utilisation de matériel de laboratoire ou de matériel informatique ne seront pas validées. À la suite de ces actions, les suivis effectués pendant les cours de didactique et le stage en responsabilité permirent d'observer des utilisations des TIC en situation d'enseignement. Les stagiaires utilisèrent des ressources qu'ils avaient élaborées eux-mêmes et ceux fournies par le maître de stage. Les questionnaires administrés à ces étudiants à chaque fin d'année universitaire permirent d'enregistrer des évolutions de la représentation des TIC par ces étudiants : l'ordinateur est considéré comme un outil de laboratoire, une aide pédagogique, un outil de présentation.

Il a été cependant constaté que ce soit en France ou à Madagascar que malgré les équipements disponibles, leurs compétences en techniques informatiques, des stagiaires ne se sont pas sentis prêts à utiliser les TIC en classe. Nous nous sommes alors posé la question : comment les professeurs de physique chimie utilisateurs en France le sont-ils devenus ?

### En France

En France, les enseignants de physique chimie, sont actuellement « obligés » d'utiliser les TIC pour préparer leurs élèves aux épreuves de capacités expérimentales. Nous avons donc réalisé une autre étude au cours d'un autre séjour en France : nous avons identifié 12 enseignants de physique chimie volontaires, utilisateurs des TIC en classe. Ceci nous a permis de réaliser 12 observations de classes dans les 3 académies déjà analysées auparavant, pour savoir comment ces enseignants utilisent les TIC en classe. Chacune des observations fut suivie d'un entretien semi-directif avec l'enseignant, pour essayer de comprendre son cursus et savoir comment ces enseignants sont passés de l'état d'utilisateur « novice » à celui d'utilisateur « expert ». Des entretiens semi-directifs avec 4 inspecteurs pédagogiques régionaux ont aussi été effectués avec les mêmes objectifs, étant donné que ces IPR sont des prescripteurs forts, qui restent en contact avec les enseignants sur le terrain par l'intermédiaire des suivis.

Les enseignants utilisateurs appartiennent à toutes les tranches d'âge, leur ancienneté est comprise entre 2 et plus

de 20 ans. La majorité n'a pas eu de formation en prépa CAPES : 5 sont autodidactes, 2 ont été formés aux TIC outil (universitaires), 4 ont bénéficié d'une préparation au CAPES (montages ExAO). La majorité n'a pas eu accès à l'ordinateur dès leur enfance : 7 ont effectué leur première utilisation à l'université, 2 en début de carrière. Ils considèrent que les *efforts personnels et les échanges* avec les collègues sont plus importants que la formation initiale TIC reçue ou non. Ils affirment aussi que les ressources utilisées de façon préférentielle sont ceux de l'établissement ou ceux téléchargés à partir des sites académiques ; aucun de ceux qui en ont bénéficié n'a utilisé la clé ressource reçue au cours de la formation initiale, une fois titularisé.

Les modes d'utilisations des TIC les plus fréquents observés sont la projection de diaporama ou de vidéo (3/4 des observations) et le traitement de données, qui concernent toutes les séances de TP au lycée (6/12). Les données traitées sont acquises en majorité à partir de simulations, très peu à partir d'expériences réelles. Nous avons observé une seule en ExAO en 2<sup>nd</sup>e MPS, mais sans aucune exploitation des données ou des courbes ; au cours d'une autre séance, nous avons observé l'utilisation experte d'un TNI, associée au cahier de texte numérique. De manière générale, il n'y a pas eu de manipulations individuelles de l'ordinateur par les élèves dans les classes observées. C'est en 1<sup>è</sup> S que l'utilisation d'un grand nombre de supports TIC différents au cours de la même séance a été réalisée par des enseignants ayant un *minimum d'expérience* (10 ans environ).

Les IPR ont d'ailleurs confirmé que les modes d'utilisations les plus fréquentes actuellement sont les présentations sur diaporama, les animations, les vidéos, les simulations « *plutôt multimédia* », qui « *scotchent* » les élèves, et qui ont « *dépassé* » les ExAO. Ils ont déclaré en outre que l'utilisation des TIC en classe dépend plus de la personnalité de l'enseignant et de son attitude envers les TIC que des formations initiales qu'il a ou non reçues.

Les analyses des entretiens effectués ont permis d'identifier le processus à partir duquel les enseignants « novices » sont devenus « experts ».

[[https://adjectif.net.shs.parisdescartes.fr/local/cache-vignettes/L400xH269/harinosy\\_image-d375f.jpg](https://adjectif.net.shs.parisdescartes.fr/local/cache-vignettes/L400xH269/harinosy_image-d375f.jpg)] **Modélisation**

## Discussion et perspectives

L'analyse globale des résultats de la recherche sur terrain associée à ceux relevés dans la littérature ont permis de proposer les éléments d'un modèle de formation initiale qui devrait permettre aux enseignants d'utiliser les TIC en classe pour enseigner la physique chimie, que ce soit à Madagascar ou ailleurs. Il s'agit essentiellement d'articuler les compétences technologiques et didactiques, ce qui n'est bien entendu pas évident. Des questions méritent d'être posées, en ce qui concerne la faisabilité et la mise en oeuvre d'une formation mettant en pratique cet apprentissage intégré : quelle stratégie ? Quelle évaluation ? Comment se fera la mise en pratique au cours de simulations ou du stage ? Quelles seront alors les ressources choisies par les stagiaires ? Quels critères prioriseront-ils pour leurs choix : accessibilité, disponibilité et modes d'utilisation ?

Des perspectives de recherches et de formation ont été alors proposées : comment l'évolution des instruments TIC influence-t-il un changement de représentation de l'enseignement de la physique chimie ? Comment évaluer la pérennité de la formation proposée ou réalisée, à travers un suivi des nouveaux diplômés ? Un problème spécifique à Madagascar pourrait aussi être approfondi : quelle langue d'enseignement serait appropriée aux sciences physiques, et quel en serait l'incidence sur les logiciels d'enseignement à proposer ?

## Références

Alev, N. (2003). Integrating information and communications technology (ICT) into pre-service science teacher

education : The challenges of change in a Turkish faculty of education. PhD Thesis at the School of Education University of Leicester. <https://ira.le.ac.uk/bitstream/2381/4668/1/nedimalevtez.pdf>

Arnold S.R., Padilla M.J., & Tunhikorn B. (2009). The development of Pre-service Science teacher knowledge in utilizing ICT for professional lives. *Eurasia journal of mathematics, Science and technology education*, 5 (2), p.91-101

Baron, G.-L., & Bruillard, E. (2007). ICT, educational technology and educational instruments. Will what has worked work again elsewhere in the future ? *Education and Information Technologies*, 13, Springer Netherlands.

Baron, G.L. & Bruillard, E. (2008). Technologies de l'information et de la communication et indigènes numériques : quelle situation ? *STICEF*, 15

Beaufils, D. (2010). *L'ordinateur outil de laboratoire en physique : quelles transpositions*, Institut National de Recherches Pédagogiques (INRP), Lyon (France), 2010, p.122

Beaufils, D. (2005). *L'ordinateur outil de laboratoire en physique : quelles transpositions*, Lyon : INRP.

Bryan, J. (2006). Technology for physics instruction. *CITE journal* "Science -Contemporary Issues in Technology and Teacher Education [Online serial], 6 (2).

Cox, M.J. (2012). Computers and Science Learning : trends, dilemmas and implications for the future. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 6 (2012), Préprint

Cox, M.J. (1992). The Computer in the Science Curriculum in Plomb, T.J. & Moonen, J. (Eds.) *The International Journal for Educational Research*. 17 (1). Elsevier Science Publishers B.V. Netherlands.

Cuban, L. (2001) Oversold and underused. Computers in the classroom. *Library of Congress catalogin-in Publication Data*

Dawson V., Forster P. & Reid D. (2006). Information communication technology (ICT) integration in a science education unit for preservice science teachers ; students' perceptions of their ICT skills, knowledge and pedagogy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4(2006)

Dawson, V.(2007). Use of Information Communication Technology by Early Career Science. *International Journal of Science Education*. <http://dx.doi.org/10.1080/09500690601175551>

Guzey, S. S. & Roehrig, G.H. (2009). Teaching Science with Technology : Case Studies of Science Teachers' Development of Technology, Pedagogy, and Content Knowledge. *CITE journal - Science -Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*. 9 (1).

Haydn, T. (2009). *Case studies of the ways in which initial teacher training providers in England prepare student teachers to use ICT effectively in their subject teaching*. Organisation for economic cooperation and development school of education, university of East Anglia, Norwich, UK. <http://www.oecd.org/dataoecd/33/50/42031549.pdf>

Haydn, T.A & Barton, R. (2006). *Common needs and different agendas : How trainee teachers make progress in*



*their ability to use ICT in subject teaching. Some lessons from the UK.* School of Education and Lifelong Learning, University of East Anglia. [www.elsevier.com/locate/compedu](http://www.elsevier.com/locate/compedu)

Hebenstreit, J. (1989). Logiciels d'enseignement : le chemin des écoliers. *Bulletin de l'EPI*, 55, 46-57. [http://www.epi.asso.fr/fic\\_pdf/b55p046.pdf](http://www.epi.asso.fr/fic_pdf/b55p046.pdf)

Hornung-Prahaser, V., & Geser, G. (2010). *Use of ICT in initial teacher training. Organisation of economic cooperation and development.* <http://www.oecd.org/dataoecd/43/43/45935675.pdf>

Leinonen, T. (2005). (Critical) history of ICT in education - and where we are heading ? Flosse Posse. Free, Libre and Open source Software in education. <http://flosse.bloggning.fi/2005/06/23/critical-history-of-ict-in-education-and-where-we-are-heading/>

Mellar, H. (1994) *Towards a Modelling Curriculum, 183-188. In Learning with artificial world computer-based modelling in the curriculum.* <http://www.mendeley.com/research/towards-modelling-curriculum/>

Pelgrum, W.J. & Law, N. (2004). Les TIC et l'éducation dans le monde. Tendances, enjeux et perspectives. <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001362/136281f.pdf>

Young, B. (2011) *A Technology Walk into the 21st Century : Preparing Future Teachers in a Changing Landscape.* Edilib.org.