

RAPPORT D'ACTIVITE 2005-2010

MURIEL NEY

Mon domaine de recherche depuis 2005 est celui des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH). Ce domaine est connu sous l'appellation Technology-Enhanced Learning (TEL) au niveau de la commission Européenne et est relativement récent.

1- CURRICULUM VITÆ

Affectation actuelle :

Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG)

Parcours professionnel :

2005- ... Chargée de recherche CNRS, département SDV (section 29)

Laboratoire Leibniz (dissous en 2006) puis Laboratoire d'Informatique de Grenoble
Equipe MeTAH « modèles et technologies pour l'apprentissage humain »

2000-2005 Chargée de recherche CNRS, département SDV (section 29)

Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive de l'université Claude Bernard de Lyon
Equipe « écologie du comportement et dynamique des populations »

1992-2000 Chargée de recherche CNRS, département SPM (section 02)

Laboratoire de physique de l'Ecole Normale Supérieure de Lyon
Equipe « physique statistique »

Séjours invités :

1997-1998 (14 mois) Environmental Studies Department, University of California Santa Cruz, USA

1996-1997 (10 mois) Physics Department, University of California Santa Cruz, USA

1993-1994 (18 mois) au laboratoire de physique des solides, Université Paris-Sud

Formation :

Diplômes

2007 Habilitation à Diriger des Recherches soutenue en février 2007 à l'université Claude Bernard (Lyon)

1992 Thèse de physique statistique soutenue en avril 1992 à l'université Paris-Sud (Orsay)

1988-1989 Physique

Licence, maîtrise, DEA de physique théorique : Magistère de l'ENS Paris

1985-1987 Mathématiques

Deugs et licence - Université Paul Sabatier à Toulouse

Formations continues

2008 (6 jours) Méthodes quantitatives en sciences sociales

L'analyse des correspondances (CNRS, CERAP, ECPR, EP, Université de Lille 2)

2003 (5 jours) Méthodes pour l'apprentissage actif

Le tutorat dans l'apprentissage par problème (Université Louvain-la-Neuve, Belgique)

1999 (5 jours) Vulgarisation de la connaissance

Apprendre à se faire comprendre (Université Paris-Sud, Orsay)

1998 - 1999 Trois modules en écriture

Academic writing, journal writing, news writing (UCSC, USA)

1997 - 1998 Quatre modules de biologie

General ecology, conservation biology, risk assessment, entomology (UCSC, USA)

1993 et 1990 Deux écoles d'été de physique (Vortex dans les superfluides, Matériaux désordonnés)

2 – RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Résultats :

Ma recherche s'inscrit dans le domaine de la conception, du développement et de l'utilisation d'Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH). Je m'intéresse en particulier à la prise en compte de la nature des connaissances à enseigner, avec les cadres théoriques de la didactique, lors de la conception puis de l'évaluation des EIAH, et en particulier à l'évaluation expérimentale de l'impact des choix de conception.

Dans une période de reconversion thématique démarrée en 2005, j'ai travaillé sur plusieurs projets que je décris brièvement ici :

Les environnements informatiques pour le « design-based learning » :

Mes résultats principaux : - Résultats expérimentaux sur les feedback produits par un environnement informatique permettant l'évolution des raisonnements des étudiants (sur la

mesure en physique) – Un modèle du protocole expérimental sous forme d'arbre des tâches. – Une grille d'évaluation des protocoles expérimentaux lorsqu'ils sont conçus par les étudiants.

- Projets financés à partir de 2005 : CoPEX (ACI Ministère de l'éducation et de la recherche), Soutiens à une thèse en co-tutelle avec les Pays-Bas (ExploraDoc, Région Rhône-Alpes et Lavoisier, Ministère des Affaires Etrangères).
- Thèses encadrées : une soutenue en 2010, une en cours.
- Publications: 1 article de journal international (en révision), 2 articles de journaux en français, 5 proceedings de conférences internationales, 1 proceeding en français.
- Logiciels : **CoPEX** (éditeur de protocoles expérimentaux), **LabBook** (développement en cours, pour l'intégration de plusieurs outils d'accompagnement à la création d'un rapport d'expérience).

Les environnements informatiques pour le « inquiry-based learning » :

Mes résultats principaux : - Démonstrateur de l'inter-opérabilité d'applications conçues indépendamment les unes des autres, pour la création, l'échange et la modification d'un fichier de données par des apprenants. - Un modèle graphique et informatique pour décrire et concevoir des scénarios d'apprentissage par l'investigation.

- Projets financés à partir de 2006 : CIEL (ERT, Equipe Européenne de Recherche du réseau Kalaidoscope, FP6 Programme européen ICT), SCY (IP, FP7 Programme européen ICT)
- Publications : 1 article de journal international, 2 proceedings de conférence internationale, divers livrables (CIEL, SCY).
- Logiciel : **CIEL** (démonstrateur prototype, voir ci-dessus), plateforme **SCY** centrée objet d'apprentissage émergent (Emergent Learning Object), objets créés par les apprenants au cours de l'apprentissage des sciences par l'investigation.

Les environnements informatiques pour le « game-based learning » :

Mes résultats principaux : - Résultats expérimentaux sur les conditions d'appropriation et d'engagement des étudiants dans les jeux sérieux. - Un modèle de l'authenticité d'un jeu telle qu'elle est implémentée par le concepteur du jeu et telle qu'elle est perçue par l'étudiant. - Une méthodologie de conception d'un jeu pervasif incluant une simulation persistente et multi-modale d'interactions humaines.

- Projets financés à partir de 2008 : LoE (CIBLE, région Rhône-Alpes), LoeTraces (MSTIC, UJF)
- Thèse encadrée : une en cours.
- Publications : 2 articles de journaux internationaux (dont un en révision), 1 article de journal en français (soumis), 5 articles de proceedings de conférences internationales, 2 articles de proceeding en français.
- Logiciels : **Loé** (Plateforme web intégrant des outils d'interaction et d'information pour les étudiants, des outils de suivis ou d'administration pour les enseignants et des

outils de traçage de l'activité pour les chercheurs) – **R2web** (interface web du moteur de calcul statistique R)

Laboratorium : instrument de recherche

Un autre volet de mes recherches est la conception et la réalisation d'un instrument de recherche, un *Laboratorium*, qui offre, d'une part, un environnement immersif dans lequel les étudiants vont vivre des expériences d'apprentissage et, d'autre part, des outils de recherche pour la conception, l'observation et l'analyse de ces situations. Un *Laboratorium* permet de créer un ensemble de situations reliées par un domaine auquel il est dédié. Il est développé par et pour une communauté rassemblant trois parties prenantes : des étudiants, des enseignants (concepteurs et animateurs des situations) et des chercheurs (concepteurs des environnements informatiques et des situations et expérimentateurs). Ainsi, le *Laboratorium* est un projet intégrant une double ambition : d'une part, une ambition éducative et, d'autre part, une ambition de construction de connaissances par la recherche.

Le *Laboratorium* est avant tout conçu pour pallier les biais d'une expérimentation de laboratoire (1) ou d'une expérimentation de terrain (2). En effet, (1) le recueil de traces doit être non-intrusif et constituer un événement non singulier dans la vie des apprenants et des enseignants (pour ne pas biaiser les résultats par des artefacts de l'expérimentation) et (2) les conditions d'obtention des corpus de données nécessaires à l'établissement de résultats doivent être contextualisées et contrôlées (afin de pouvoir généraliser les résultats).

Ce concept de *Laboratorium* est repris par le groupe de travail du LIG qui rassemble des équipes autour du thème « créativité et savoirs », un des thèmes phares du laboratoire (<http://wiki-ecl.imag.fr>).

Un *Laboratorium* conçu sur ces principes est installé depuis janvier 2009 à la faculté de médecine de Grenoble (projet Loé, <http://www.tel-laboratorium.fr>). Je coordonne ce projet en collaboration avec des enseignants de médecine et des chercheurs des laboratoires TIMC et LIG.

Pour ce *laboratorium* et à ce jour, nous avons atteint trois objectifs :

- La mise en place d'une plate-forme expérimentale des EIAH en conditions écologiques, autrement dit, qui soit intégrée dans un système éducatif et pérenne. Cet objectif est atteint avec une collaboration avec la faculté de médecine de Grenoble.
- La conception et la réalisation d'un système informatique de traçage des activités des étudiants à des fins d'analyse pour la recherche. Cet objectif est atteint pour le jeu sérieux développé sur une plateforme web. De plus, ce thème des traces rejoint celui de la personnalisation des EIAH du cluster ISLE (Informatique, Signal, Logiciel Embarqué) de la région Rhône-Alpes.
- Le développement de plusieurs axes de recherche au sein d'un même dispositif. Cet objectif est atteint comme en atteste les publications parues (ou sous presse) depuis 2008.

Collaborations

Projets de recherche financés :

2008-2012 Projet Européen 'Science Created You' (Participation)

A system for constructive and productive learning of science and technology

<http://www.scy-net.eu/>

Budget total : 6ME (400 KE pour notre groupe)

Ce projet a pour but de développer un environnement flexible pour soutenir différentes approches d'apprentissage des sciences et pour l'interopérabilité de l'ensemble des outils utilisés par les apprenants. Je participe au travail sur la scénarisation avec un premier résultat publié sur un modèle graphique (et un éditeur) de scénarios flexibles et ouverts à destination des concepteurs.

-> 12 partenaires européens et 1 canadien

2008-2011 Projet Régional 'Laboratorium of Epidemiology' (Coordination)

Un serious game pour un apprentissage expérientiel des statistiques médicales

<http://www.tel-laboratorium.fr/>

Budget total : 90 KE

Ce serious game est installée à la faculté de médecine. Il permet de faire des études avec des étudiants en immersion dans un contexte authentique, garant de la validité des résultats. Le développement d'un modèle de Laboratorium fait partie de mes objectifs principaux (voir plus bas).

-> 2 partenaires français

2006-2007 Projet Européen CIEL (Participation)

Integrating collaborative inquiry and experiential Learning

Budget total : 22 KE

-> 6 partenaires européens

2005-2008 Projet National CoPEX (Participation)

Un EIAH pour concevoir des protocoles expérimentaux : de l'analyse des pratiques aux spécifications

Budget total : 32 KE

-> 3 partenaires français

Co-tutelles et co-directions avec des universités étrangères :

Co-tutelle de thèse avec l'université pédagogique de Ho Chi Minh Ville (Vietnam)

Co-direction de thèse avec l'université de Twente (Pays-Bas)

Réseaux :

Participation à deux réseaux d'excellence européens

2009-2012 Stellar : technology enhanced learning (noe FP7)

2004-2007 Kaleidosope : technology enhanced learning (noe FP6)

Place au laboratoire

Je participe activement au thème fédérateur du Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG) « Créativité et Savoirs » dans lequel quatre équipes du LIG sont fortement impliquées.

Je suis co-porteur de la structure fédérative de recherche Pôle Grenoble Cognition à laquelle participe 6 équipes du LIG (un quart du laboratoire).

Publications depuis 2005

1. revues à comité de lecture

Ney M., Gonçalves C., Croset M-C, Balacheff N., Schwartz C., Bosson J-L. (soumis en 2010) Authenticité d'un jeu sérieux : un modèle pour la conception et pour l'analyse. *Revue d'Intelligence Artificielle*, numéro spécial Serious Game.

Gonçalves C., Croset M-C, Ney M., Balacheff N., Schwartz C., Bosson J-L. (en révision en 2010) Evaluation of immersive experiences in a medical game: student exchanges with characters of the game. *Simulation and gaming : an interdisciplinary journal*.

Girault I., d'Ham C., Ney M., Sanchez E., Wajeman C., (en révision en 2010) Characterizing the 'experimental procedure' in science laboratories: a preliminary step toward student design experiment. *International Journal of Science Education*.

de Jong, T., van Joolingen, W.R., Giemza, A., Girault, I., Hoppe, U., Kindermann, J., Kluge, A., Lazonder, A.W., Vold, V., Weinberger, A., Weinbrenner, S., Wichmann, A., Anjewierden, A., Bodin, M., Bollen, L. d'Ham, C., Dolonen, J., Engler, J., Geraedts, C., Grosskreutz, H., Hovardas, T., Julien, R., Lechner, J., Ludvigsen, S., Matteman, Y., Meistadt, Ø., Næss, B., Ney, M., Pedaste, M., Perritano, A., Rinket, M., von Schlanbusch, H., Sarapuu, T., Schulz, F., Sikken, J., Slotta, J., Toussaint, J., Verkade, A., Wajeman, C., Wasson, B., Zacharia, Z.C., & van der Zanden, M. (à paraître en 2010). Learning by creating and exchanging objects: the SCY experience. *British Journal of Educational Technology*.

Ney, M., Gonçalves, C., Balacheff, N., Schwartz, C. & Bosson, J-L. (2010). Phone, Email and Video Interactions with Characters in an Epidemiology Game: towards Authenticity. *Lecture Notes on Computer Science (LNCS), Transactions on Edutainment IV*, p 241-255.

Macedo-Rouet M., Ney M., Charles S. & Lallich-Bodoin G. (2009) Comparing students' feedback and performance with Web and paper-based practice quizzes that require information search in duplicated lecture notes. *Computers and Education*. 53, 2, p375-384.

Maisch C., Ney M. & Balacheff N. (2008) Quelle est l'influence du contexte sur les raisonnements d'étudiants sur la mesure en physique ? *ASTER (Recherches en didactique des sciences expérimentales)*, 47, p43-70.

Macedo-Rouet M., Charles S., Ney M., Batier C., Humblot L., Marquez E. & Lallich-Bodoin G. (2006) Un dispositif Web pour l'enseignement des mathématiques à l'université : quels impacts sur la performance et la motivation des étudiants ? *STICEF (Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation)*, 13, mis en ligne le 10/04/2006, <http://sticef.org>.

Ney M. (2006) Une typologie des fonctions des modèles formels : l'exemple de la biologie. *ASTER (Recherches en didactique des sciences expérimentales)*, 43, p109-138.

2. conférences invitées dans des congrès

3. actes de colloques à comité de lecture

- Gonçalves C., Croset M-C., Ney M., Balacheff N., Bosson J-L. (2010) Students' Problem Appropriation in a Persistent and Multi-Modal Simulation – Interaction Analysis. *Actes de la conférence Latin American Conference on Learning Objects and Technology Enhanced Learning, LACLO 2010*, Sao Paulo, Brésil, Septembre 2010.
- Gonçalves C., Croset M-C., Ney M., Balacheff N., Bosson J-L. (2010) Authenticity in learning game: how it is designed and perceived. *Actes de la conférence European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2010*, Barcelone, Espagne, Septembre 2010, *Series: Lecture Notes in Computer Science*. Taux de sélection des papiers long : 19%
- Gonçalves C., Ney M., Balacheff N. & Bosson J.-L. (2009) Student's Problem Appropriation in an Epidemiology Game. *Actes de la conférence ECGBL European Conference on Game-Based Learning*. Graz, Autriche, octobre 2009.
- Ney M., Maisch, C., van Joolingen W. & de Jong T. (2009) Inconsistent reasoning about measurement by undergraduate physics students. *Actes de la conférence ESERA International Conference of the European Science Education Research Association*, Istanbul, Turquie, août 2009.
- Chapel, G., Marzin, P. & Ney M. (2009) Classify students' conceptions about the mutations' site to anticipate their knowings' mobilization before designing an experimental procedure. *Actes de la conférence ESERA International Conference of the European Science Education Research Association*, Istanbul, Turquie, août 2009.
- Ney M., Maisch M., & Marzin P. (2009) Learning in the laboratory: an interactional, factual and conceptual experience. *Actes de la conférence ESERA International Conference of the European Science Education Research Association*, Istanbul, Turquie, août 2009.
- Ney M., Gonçalves C., Balacheff N., Bosson J.-L. & Schwartz C. (2009) An immersive experience in public health with a full-scale, distributed and persistent simulation. *Actes de la conférence ISAGA 2009- 40th Annual Conference of the International Simulation and Gaming Association*, Singapore, juillet 2009.
- Gonçalves C., Ney M. & Balacheff N. (2009) Les étudiants jouent mais à quel jeu jouent-ils ? *Actes de l'atelier Jeux Sérieux. Conférence EIAH Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*, Le Mans, juin 2009.
- Lejeune A., Ney M., Weinberger A., Pedate M., Bollen L., Hovardas H., Hoppe U. & de Jong T. (2009) A graphical modeling language for computer-based learning scenarios. *Actes du : 1st International Workshop on Visual Instructional Design Languages and Applications in Technology Enhanced Learning. In ICALT 2009: The 9th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Riga, Latvia, juillet 2009.
- Lejeune A., Ney M., Weinberger A., Pedate M., Bollen L., Hovardas H., Hoppe U. & de Jong T. (2009) Learning activity spaces: Towards flexibility in learning design? *In ICALT 2009: The 9th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Riga, Latvia, juillet 2009.
- Ney, M. & Balacheff N. (2008) Learning aware environment: a Laboratorium of epidemiological studies. *Actes du workshop : Technologies for Mobile and Wireless Adaptive Elearning Environments, conférence : Adaptive Hypermedia*. Hannover, Allemagne, août 2008.

- Chapel, G., Marzin, P., Ney M., (2008) Do students ideas about the antigen-antibody reaction change when they are gathered to design an experimental procedure? *Actes de la conférence ERIDOB (European Researchers In Didactics Of Biology)*, Utrecht, Pays-Bas, septembre 2008.
- Maisch M., Ney M. & Marzin P. (2007) Quelle est la nature des expériences vécues par les étudiants en Travaux Pratiques : analyse de discours d'enseignants. *Actes de la conférence ARDIST (Association de Recherche en Didactique des Sciences et des Techniques)*. La Grande Motte, octobre 2007.
- Ney M., Macedo-Rouet M., Charles S. & Lallich-Bodoin G. (2005). Are well-designed Web sites efficient for learning mathematics at the undergraduate level ? *Actes de la conférence EARLI (European Association for Research on Learning and Instruction)*. Nicosia, Chypre, août 2005.
- Wajeman C., Girault I., d'Ham C., Ney M., Sanchez E. (2005) Analysing experimental design tasks in scientific labwork. *Actes de la conférence ESERA (European Science Education Research Association)*. Barcelone, Espagne, août 2005.
- Roschelle J, Patton C, Chan TW, Brecht J, Bienkowski M, Ally M, Balacheff N, Ney M., Chang W, Cherniavsky J, Hoppe U, Ogata H, Sharples M, Dillenbourg P, Pea R, Kwok LF, Koschmann T, Looi CK, Chee YS, Liu D, Chen GD, Young SSC, Yu FY, Hou M (2005) G1 : 1 scenarios: Envisioning the context for WMTE in 2015. *Proceedings 3rd IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education*, Tokushima, Japon, novembre 2005, p112-119.

4. publications dans des revues sans comité

5. communications à des congrès, symposium

6. séminaires, *workshops*

Delivrable du workshop organisé dans le cadre du réseau européen d'excellence européen Stellar (voir plus bas).

7. livres et ouvrages

9. chapitre d'ouvrage

<p>3 – ENSEIGNEMENT, FORMATION ET DIFFUSION DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE</p>

Enseignement

Enseignement dans le cadre d'innovations pédagogiques :

2005-2006 : 52h effectives (cours/TD intégrés de mathématique à l'INSA de Lyon, 1er cycle)

2006-2007 : 0

2007-2008 : 84h effectives (cours/TD intégrés de mathématique et de physique à l'INSA de Lyon, 1er cycle)

2008-2009 : 0

2009- 2010 : 0

Organisation de workshop ou conférence

1. Co-organisation d'un workshop avec B. Cheng (SRI, USA) financé par le réseau européen d'excellence Stellar (Allemagne, décembre 2009)

Titre : It's about Time: Exploring Temporality in Group Learning

Participants : 8 Europe, 13 Amérique, 1 Asie

Suite : rédaction d'un article commun (en cours).

2. Dossier de demande de subvention déposé auprès du CNRS en juin 2010 : co-organisation d'une école EIAH sur « Learning games » (printemps 2011).

4 – TRANSFERT TECHNOLOGIQUE, RELATIONS INDUSTRIELLES ET VALORISATION

Contrats de recherche en partenariat avec des institutions de formation et des entreprises privées

2008-2012 Projet Européen 'Science Created You' (Participation)

A system for constructive and productive learning of science and technology

<http://www.scy-net.eu/>

2008-2011 Projet Régional 'Laboratorium of Epidemiology' (Coordination)

Un serious game pour un apprentissage expérimental des statistiques médicales

<http://www.tel-laboratorium.fr/>

Logiciels diffusés pour l'éducation ou la formation

J'ai mené ou participé au développement des logiciels suivants (en licence open source LGPL)

et sur forge privée, publique dès que possible). :

- Plateforme de jeux sérieux basée sur des interactions multimodales : Loé

<http://loe3.tel-laboratorium.fr> et <http://www.tel-laboratorium.fr>

- Application web pour faire des analyses statistiques : R2web

<http://r.tel-laboratorium.fr> ... en cours de migration vers un nouveau serveur et nom de domaine

- Application web pour concevoir des expériences : Copex

<http://copex.imag.fr>

- Plateforme web pour créer et partager des rapports d'expérience : LabBook

<http://labbook.imag.fr>

- Plateforme web pour apprendre les sciences par l'investigation : SCY

<http://www.scy-net.eu>

L'url fournie montre, le plus souvent, la vision utilisateur du logiciel (la partie recherche étant privée). Cet utilisateur est un étudiant ou un enseignant. La partie recherche se concrétise par une plateforme de recueil de traces et de suivis de l'activité des apprenants.

Consulting

Je consacre une petite partie de mon activité à un transfert des résultats de la recherche dans des missions de conseil pour des établissements d'enseignement supérieur :

2009/2011 - Conception et mise en place d'un référentiel d'évaluation de compétences (SupAgro de Montpellier)

2008/2009 - Évaluation de réforme pédagogique basée sur les technologies (Faculté de médecine de Grenoble)

2005/2008 - Accompagnement de réforme pédagogique basée sur l'apprentissage par problème et les compétences (INSA de Lyon)

5 – ENCADREMENT, ANIMATION ET MANAGEMENT DE LA RECHERCHE

Direction d'équipe

Co-responsable de l'équipe MeTAH dès sa création (19 permanents, 3 CDD, 14 doctorants) pendant 2 ans (jusqu'en septembre 2008).

Coordination de projet

Loé « Laboratorium of Epidemiology » (voir plus haut)
Budget total (divers sources) : 90.000 euros

Structure Fédérative de Recherche

Je suis co-porteur d'une SFR : le Pôle Cognition Grenoble a commencé ses activités en septembre 2009 (avec notamment l'organisation d'une première journée sur la cognition à Grenoble, l'ouverture d'un site web, etc).

La création de cette structure fédérative vise les objectifs suivants :

- (1) Développer la visibilité de cette thématique grenobloise forte et attirer les meilleurs étudiants et chercheurs vers ce pôle de recherche de haut niveau.
- (2) Renforcer les liens entre équipes et faire émerger de nouveaux thèmes collaboratifs et de nouveaux projets rassembleurs.

Elle réunit 12 laboratoires grenoblois (30 équipes de recherche dont 6 au LIG).

Comités de lecture

- Computers and Education (Elsevier)
- Journal of Research in Science Teaching (Wiley Intersciences)
- ICALT (IEEE conference)

Doctorants

Clément Maisch (2006 – 2010) Raisonnement des étudiants en début d'université sur la mesure, en fonction de l'activité et des feedbacks d'un EIAH de support à la conception de protocole (COPEX). Soutenue le 10 février 2010.

Gwenda-Ella Chapel (2007 – 2010) Modélisation des conceptions des élèves de lycée sur la génétique, pour la construction d'un outil de diagnostique basé sur un éditeur de protocole (COPEX). Soutenance prévue pour décembre 2010.

Nga Nguyen (2008 – 2011) La modélisation par les fonctions périodiques, étude pour une ingénierie didactique, au lycée au Vietnam, incluant l'utilisation d'un EIAH de géométrie dynamique (CABRI géomètre).

Celso Gonçalves (2008 – 2011) Appropriation dans un jeu pervasif, incluant une simulation, distribuée et persistante (serious game LOE).

Raffaella Balzarini (2010-2013) Ingénierie pédagogique basée sur un environnement informatique pour l'introduction des SIG dans l'enseignement supérieur des géosciences : modélisation et évaluation.