

## RESEARCH OUTPUTS / RÉSULTATS DE RECHERCHE

### La communication pédagogique dans les exposés de chimie à l'université

Houart, Mireille; Warzée, Nathalie; Wouters, Johan; Reniers, François; Romainville, Marc

*Published in:*

Actes du 25e congrès de l'Association Internationale de Pédagogie Universitaire (AIPU) Montpellier, France (19-22 mai 2008)

*Publication date:*

2008

*Document Version*

Première version, également connu sous le nom de pré-print

[Link to publication](#)

*Citation for pulished version (HARVARD):*

Houart, M, Warzée, N, Wouters, J, Reniers, F & Romainville, M 2008, La communication pédagogique dans les exposés de chimie à l'université: Impact sur l'apprentissage des étudiants. dans *Actes du 25e congrès de l'Association Internationale de Pédagogie Universitaire (AIPU) Montpellier, France (19-22 mai 2008)*.

#### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

#### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# La communication pédagogique dans les exposés de chimie à l'université

Mireille Houart\*, Nathalie Warzée\*\* (chercheurs)

Johan Wouters\*\*\*, François Reniers\*\*, Marc Romainville\* (promoteur et copromoteurs)

- \* Département Education et Technologie, Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Rue de Bruxelles 61, B-5000 Namur, Belgium.  
Tel : +32-81-725069, Fax : +32-81-725064
- \*\* Service de Chimie générale, CP 250, Université Libre de Bruxelles, Campus de la Plaine, Boulevard du Triomphe, B-1050 Bruxelles, Belgium.  
Tel : +32-2-6503116, Fax : +32-2-6502934
- \*\*\* Département de Chimie, Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Rue de Bruxelles 61, B-5000 Namur, Belgium. Tel : +32-81-724550, Fax : +32-81-724530

## Problématique

En première année universitaire, l'exposé magistral demeure le mode de communication pédagogique principal. Ainsi, il correspond selon les sections scientifiques à un volume de 65 à 70% du programme-horaire de l'étudiant. Par ailleurs, la qualité de la communication pédagogique lors d'un exposé peut être considérée comme un premier facteur déterminant pour favoriser des processus d'apprentissages adéquats chez les étudiants et donc comme un facteur de réussite intéressant à explorer.

En effet, parmi l'ensemble des facteurs de réussite (nombre d'heures dédiées à l'étude, méthodes de travail, projet personnel...) (Romainville, 2000), la communication pédagogique offre l'avantage d'être un facteur contrôlable c'est-à-dire sur lequel les enseignants ont, en partie, le pouvoir d'agir.

De plus, dans le cursus des sections scientifiques, les cours de chimie sont centraux et constituent une source de difficultés pour de nombreux étudiants. Parmi ces difficultés très largement mises en évidence dans les recherches en didactique de cette discipline (Astolfi et Peterfalvi, 1993 ; Carretto et Viovy, 1994 ; Larcher, 1994 ; Barlet et Plouin, 1997; Fillon, 1997 ; Beaufils, 1998), une d'entre elles apparaît comme transversale, c'est-à-dire présente quel que soit le contenu envisagé. Il s'agit des passages et des associations omniprésents, quoique la plupart du temps implicites, entre trois niveaux de savoir : la description des phénomènes (niveau macroscopique), la représentation par des modèles de leurs aspects microscopiques (niveau microscopique) et l'utilisation de l'écriture symbolique standardisée (niveau symbolique).

Lorsqu'un enseignant présente des concepts chimiques, les allers-retours entre les niveaux macroscopique, microscopique et symbolique sont omniprésents. Établir des liens entre les

trois niveaux de savoir n'est ni évident, ni *a fortiori* automatique pour les étudiants alors que cette démarche constituerait une condition *sine qua non* d'une compréhension en profondeur des concepts de base en chimie.

## Contexte

Dans le cadre d'une thèse de doctorat et d'un projet de recherche de deux ans, financé par le Fond National de la Recherche Scientifique (FNRS) et mené en collaboration avec deux professeurs titulaires du cours de chimie générale en première année, dans deux universités différentes, cette difficulté transversale a été analysée sur la base de six cours magistraux. Cette analyse s'est opérée dans le but de cerner davantage la difficulté liée aux niveaux de savoir, pour *in fine* améliorer la communication pédagogique dans les exposés de chimie. En effet, plusieurs hypothèses formulées en didactique des sciences (Tiberghien, 1994 ; Buty, 2000 ; Vince, 2000 ; Séjourné, 2001 ; Tiberghien *et al.*, 2003 ; Roux et Le Maréchal, 2003 ; Pekdag et Le Maréchal, 2003a et b ; Le Maréchal et Bécu-Robinault, 2006), nous ont amenés à avancer que la prise en compte dans l'enseignement de ces trois niveaux de savoir et de leurs interactions pourrait avoir une incidence favorable sur l'apprentissage et la compréhension en profondeur de la chimie. Deux hypothèses en particulier seront vérifiées en comparant les performances en chimie sur trois matières avec deux groupes d'étudiants de première année témoins, et deux groupes d'étudiants cibles :

- **première hypothèse : mettre l'accent sur le niveau microscopique**, lors de l'enseignement de la chimie, devrait accroître les performances des étudiants non seulement à ce niveau mais également aux niveaux macroscopique et symbolique, et donc globalement augmenter leur maîtrise de cette discipline. Le raisonnement qui a abouti à cette hypothèse est le suivant : insister sur le niveau microscopique, qui constitue le cœur de la compréhension en profondeur des phénomènes chimiques, va de pair avec le développement des autres niveaux.
- **seconde hypothèse : expliciter clairement et le plus souvent possible le niveau du message (macroscopique, microscopique et symbolique), les passages et les rapports dialectiques qu'ils entretiennent entre eux** devrait également augmenter la compréhension profonde des étudiants des concepts chimiques, et dès lors augmenter sensiblement leurs performances.

Dans le présent article, la méthodologie mise en œuvre pour exploiter les cours magistraux et mesurer la compréhension en profondeur des étudiants à la fin de ceux-ci sera explicitée. Le

modèle des trois niveaux de savoir et de leurs modes de représentation sera très brièvement présenté. Ensuite, les résultats, à propos des caractéristiques du message des enseignants et des acquis des étudiants du point de vue de cette difficulté transversale de la chimie pour les six cours magistraux seront mis en évidence. Enfin, des perspectives pour la seconde année de recherche seront proposées et des actions concrètes pour améliorer la communication pédagogique en lien avec la difficulté envisagée seront suggérées.

## **Méthodologie**

### ***Recueil des données sur les cours magistraux***

L'analyse des cours magistraux s'est opérée sur six séances portant sur des chapitres communs, jugés par les professeurs comme importants dans la formation des étudiants de première année universitaire : les solutions aqueuses, la thermodynamique et la cinétique.

Ces cours magistraux ont tous été suivis et filmés par les chercheurs. L'énoncé oral, les diapositives PowerPoint exploitées pendant la séance de cours et le tableau noir complété par le professeur ont été mis en parallèle dans un même document, pour chacun des cours magistraux, dans le but de visualiser le message dans son intégralité.

### ***Analyse du message transmis aux étudiants***

Afin de repérer et de comptabiliser les interventions pédagogiques liées à la difficulté transversale de la chimie étudiée dans la présente recherche, l'énoncé oral du professeur a été subdivisé en unités (dont la taille varie de quelques mots à un paragraphe) en fonction du niveau de savoir. Ensuite, chaque unité a été analysée selon les catégories suivantes : l'identification du niveau de savoir, l'explicitation du niveau du message, l'établissement de lien entre les niveaux, l'explicitation des relations entre les niveaux et l'explicitation du symbolisme.

### ***Mesure de la compréhension des étudiants***

Des questionnaires visant à mesurer le degré de compréhension profonde des concepts et dès lors, la manière dont la communication pédagogique est passée entre le professeur et les étudiants, ont été élaborés. Ils portent sur chacun des cours magistraux et sont basés sur ce que les professeurs pensent que les étudiants devraient savoir et savoir faire, à l'aide de leurs notes de cours à l'issue du cours magistral. Ces questionnaires ont été distribués à l'ensemble des étudiants présents (en moyenne 375 étudiants par cours) à la fin de chacune des six séances.

Pour l'analyse, seuls les questionnaires des étudiants *primo* inscrits ont été retenus en se basant sur l'hypothèse que la communication pédagogique est probablement favorisée entre le professeur et les étudiants qui ont déjà suivi un cours de chimie générale à l'université ou pour lesquels le processus d'adaptation aux cours universitaires est dépassé.

Enfin, les questionnaires qui apparaissent comme très laconiques, complétés par des étudiants qui se sont peu investis dans l'activité, ont été éliminés de l'analyse. Cette catégorie a été arbitrairement attribuée aux étudiants qui n'ont rien répondu à la moitié ou à plus de la moitié des questions, mais ne recouvre pas plus de 3% des étudiants.

Lors de la correction, une attention toute particulière a été portée sur la capacité des étudiants à distinguer les différents niveaux macroscopique, moléculaire et symbolique, à établir des liens entre eux et à identifier le symbolisme utilisé.

## Résultats

### ***Un modèle des trois niveaux de savoir***

Bon nombre de contenus d'enseignement en chimie générale, en première année à l'université, peuvent se répartir dans l'un des trois niveaux de savoir suivants : le niveau expérimental, phénoménologique ou macroscopique ; le niveau moléculaire ou microscopique et le niveau de l'écriture symbolique (Johnstone, 1991 ; Gabel, 1993 ; Larcher, 1994 ; Tasker, 1998 ; Le Maréchal et Bécu-Robinault, 2006).

Notre analyse fine des six cours magistraux en chimie générale en première année universitaire nous amène à proposer, dans la figure 1, un modèle qui articule les trois niveaux de savoir en chimie, leurs modes de représentation et en donne quelques caractéristiques. Pour une description détaillée voir Houart *et al.* (soumis).

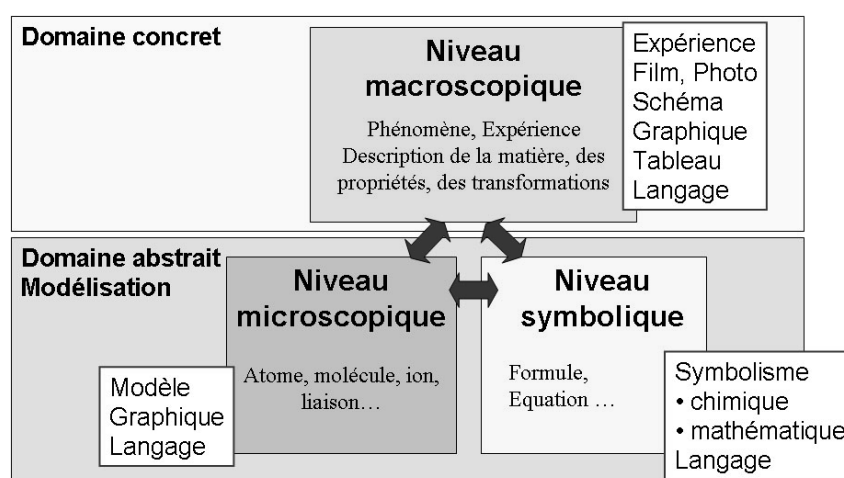


Figure 1 : Description des trois niveaux de savoir et de leurs modes de représentation

## **Caractéristiques du message des enseignants**

Les caractéristiques des messages des enseignants, échangés lors de six cours magistraux et analysés du point de vue du modèle des niveaux de savoir et de la difficulté transversale associée sont présentées dans le tableau 1.

Caractéristique du message	Solutions		Thermodynamique		Cinétique	
	ULB	FUNDP	ULB	FUNDP	ULB	FUNDP
Durée d'enregistrement (minutes)	66	57	50	76	90	45
Changement de niveaux (fréquence/minute)	132 ± 2,0	76 ± 1,3	130 ± 2,6	111 ± 1,1	133 ± 1,5	48 ± 1,0
Identification du niveau de savoir	1	9	2	5	0	1
Explicitation du niveau de savoir	0	1	0	0	0	0
Établissement des liens entre les niveaux	0	1	1	25	0	0
Explicitation des liens entre les niveaux	0	0	0	0	0	0
Explicitation du symbolisme	36	13	7	19	7	16

Tableau 1 : Caractéristiques du message pour les six cours magistraux analysés

Le nombre de changements de niveaux de savoir est réellement élevé avec une fréquence moyenne qui oscille entre un changement toutes les minutes et un changement toutes les deux minutes et demie. Par contre, toutes les autres caractéristiques observées sont peu fréquentes voire inexistantes : le niveau de savoir est rarement identifié ou explicité par le professeur, l'établissement de liens entre les divers niveaux est peu présent, en dehors du cours magistral de thermodynamique délivré dans une des deux universités, pour lequel les liens restent toutefois implicites. Des explications à propos des liens et des rapports dialectiques entre les différents niveaux sont absentes des discours. En revanche, le symbolisme est fréquemment explicité.

Au sein de l'énoncé oral du professeur (figure 2), le niveau microscopique est très peu mis en évidence dans les six cours magistraux analysés, ce qui avait déjà été pointé par Gabel (1993). Le niveau symbolique est loin d'être prédominant comme l'avaient suggéré Johnstone (1991) et Gabel (1993). Évidemment, ces données devraient être confrontées à celles obtenues pour des cours magistraux portant sur d'autres matières et délivrés par d'autres professeurs. Les matières des cours analysés étant propices à la description du niveau phénoménologique.

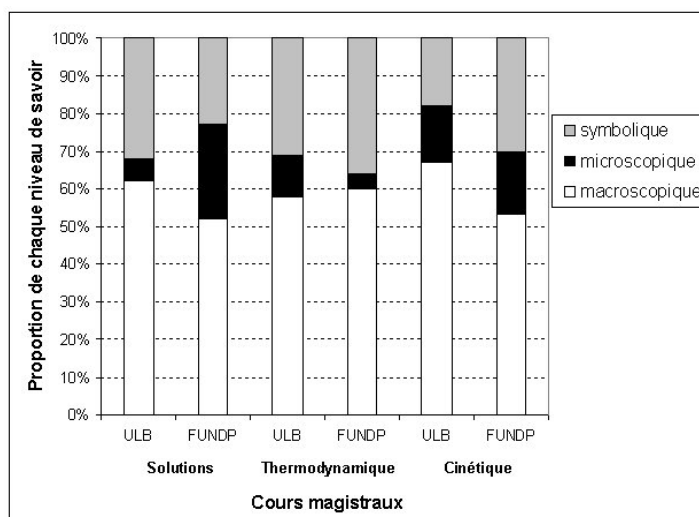


Figure 2 : Proportion de chacun des trois niveaux de savoir dans l'énoncé oral du professeur pour les six cours magistraux analysés

Cette analyse des cours magistraux de chimie générale en première année universitaire montre à quel point les changements de niveaux sont fréquents sans être explicités par les enseignants. Tout se passe comme si les étudiants maîtrisaient parfaitement la distinction entre les différents niveaux de savoir et parvenaient lors de la réception du message à les identifier et à établir les liens entre eux, c'est-à-dire à mettre en œuvre des opérations qui favoriseraient la compréhension en profondeur des concepts abordés.

### **Les acquis des étudiants**

Les acquis des étudiants en relation avec les trois niveaux de savoir sont présentés de manière transversale pour tous les questionnaires analysés. Les réponses des étudiants *primo* inscrits ont fait l'objet d'une analyse quantitative à propos de leur capacité à identifier le niveau de savoir et à établir des liens entre deux niveaux. La figure 3 présente la proportion d'étudiants ayant respecté le niveau de savoir exigé dans la question et ayant établi des liens entre deux niveaux de savoir au sein de leurs réponses aux questionnaires. Par exemple, pour le cours magistral sur la solubilité, il était demandé de représenter au niveau macroscopique deux expériences de mise en solution d'un soluté (l'une sans saturation, l'autre à saturation), d'expliquer au niveau microscopique la mise en solution et la saturation ainsi que d'inscrire symboliquement les équations de mise en solution.

Un peu plus de la moitié des étudiants respectent le niveau macroscopique dans leurs réponses tandis que le niveau symbolique est respecté par moins d'un tiers des étudiants et que le niveau microscopique l'est par moins d'un quart.

Moins d'un tiers des étudiants établissent correctement les liens entre deux niveaux de savoir pour expliquer une notion ou un concept en chimie : solvation, pression osmotique, température d'ébullition et de congélation d'une solution, spontanéité d'un processus, molécularité...

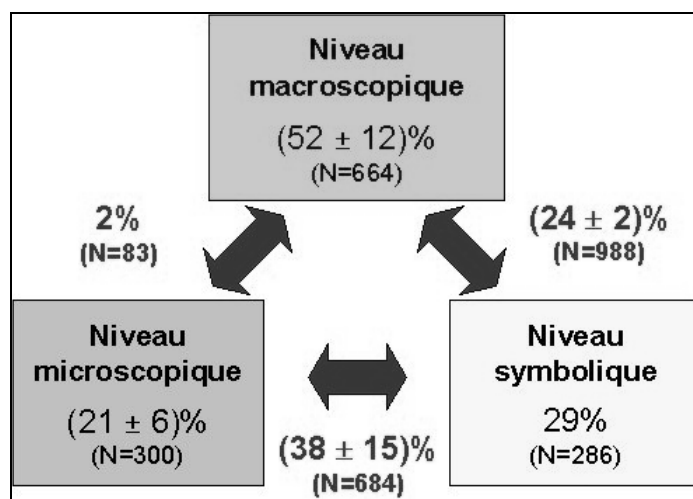


Figure 3 : Proportion des étudiants ayant respecté le niveau de savoir demandé et ayant établi des liens entre deux niveaux de savoir au sein de leurs réponses aux questionnaires

Cette analyse quantitative des questionnaires fait apparaître clairement que des lacunes en termes d'identification de niveaux de savoir et d'établissement de liens entre ces niveaux existent pour une large majorité des étudiants en première année à l'université.

## Conclusion et perspectives

Il ressort des résultats qu'en première année universitaire, dans les cours de chimie, la définition, l'identification des niveaux de savoir et l'établissement des liens entre eux devraient être explicitement pris en charge par l'enseignant. De plus, l'accent devrait être porté sur les rapports dialectiques entre les aspects phénoménologiques, moléculaires (Barlet et Plouin, 1997) et symbolique, c'est-à-dire le décalage entre ce qui est observé, ce qui se passe à l'échelle moléculaire et ce qui est suggéré par le symbolisme.

Concrètement, pour la seconde année, la méthodologie de la recherche comprend trois étapes distinctes (tableau 2).

La mesure des performances du groupe témoin (première étape de la recherche) est réalisée sur le chapitre des solutions aqueuses. Dans la deuxième étape, la même démarche est mise en



œuvre avec un échantillon équivalent d'étudiants et sur une autre matière (la cinétique). Le dispositif d'enseignement tient compte de la **première hypothèse** de recherche c'est-à-dire que le **temps alloué au registre microscopique est augmenté**. Le mode de présentation du niveau microscopique varie selon les méthodes pédagogiques des professeurs, leurs habitudes et le contexte.

Lors de la troisième et dernière étape, une démarche semblable est à nouveau menée, toujours avec un échantillon équivalent d'étudiants et sur une autre matière (la thermodynamique). Cette fois, le dispositif d'enseignement vise à tester la **seconde hypothèse**. Les enseignants sont invités à **pointer davantage à quel niveau (macro, micro, symbolique) se situe leur discours, ils explicitent plus fréquemment les passages entre les niveaux et mettent en évidence les rapports dialectiques entre eux**. A nouveau, ces interventions se déroulent selon deux modes contrastés (par exemple : des interventions expositives ou interactives ou encore des formes d'explicitations verbales ou graphiques) en fonction des *desiderata* des professeurs. Ces modes contrastés sont choisis sur la base des habitudes pédagogiques repérées lors de la mise en œuvre de la première démarche.

	<b>Etape 1</b> Groupe témoin	<b>Etape 2</b> Hypothèse 1	<b>Etape 3</b> Hypothèse 2
<b>Année 1</b>	<u>Thème</u> : solutions aqueuses <u>Message</u> : classique	<u>Thème</u> : cinétique <u>Message</u> : classique	<u>Thème</u> : thermodynamique <u>Message</u> : classique
<b>Année 2</b>	<u>Thème</u> : solutions aqueuses <u>Message</u> : classique	<u>Thème</u> : cinétique <u>Message</u> : intervention pédagogique qui insiste sur le niveau microscopique	<u>Thème</u> : thermodynamique <u>Message</u> : intervention pédagogique qui insiste sur l'explicitation des niveaux et des liens entre eux

Tableau 2 : Récapitulatif de la méthodologie sur les deux années

## **Actions concrètes pour améliorer la communication pédagogique**

Afin de vérifier la première hypothèse, de nombreux modèles moléculaires avec ou sans animation ont été élaborés et ajoutés aux diapositives des professeurs.

Dans le but de tester la seconde hypothèse sur les cours de thermodynamique, des actions concrètes ont été envisagées en collaboration avec les enseignants. Elles concernent :

- la description des trois niveaux de savoir et de leurs modes de représentation à partir du modèle (figure 1) ;
- la description du logo d'identification des niveaux (figure 4) ;
- la précision des grandeurs et des unités dans le niveau symbolique ;
- l'identification du ou des niveau(x) sur certaines dias-clés ;

- l'établissement des liens entre les différents niveaux ;
- l'ajout d'illustrations pour certains niveaux inexistant.

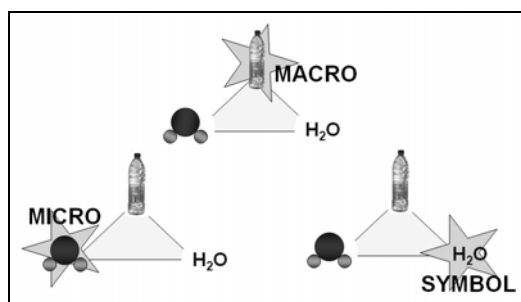


Figure 4 : Logos d'identification des niveaux

## Références

- Astolfi, J. P., Peterfalvi, B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *Aster*, 16, p. 103-141, Paris, INRP.
- Barlet, R., Plouin, D. (1994). L'équation-bilan en chimie un concept intégrateur source de difficultés persistantes. *Aster*, 18, p. 27- 56, Paris, INRP.
- Beaufils, D. (1998). Vingt années de thèses en didactique de la physique et de la chimie. *Aster*, 27, p. 23-43, Paris, INRP.
- Buty, C. (2000). Étude d'un apprentissage dans une séquence d'enseignement en optique géométrique. Thèse de doctorat, Université Lumière Lyon 2, France.
- Carretto, J., Viovy, R. (1994). Relevé de quelques obstacles épistémologiques dans l'apprentissage du concept de réaction chimique. *Aster*, 18, p. 11-26, Paris, INRP.
- Fillon, P. (1997). Des élèves dans un labyrinthe d'obstacles. *Aster*, 25, p. 113-141, Paris, INRP.
- Gabel, D. (1993). Use of the Particle Nature of Matter in Developing Conceptual Understanding. *Journal of Chemical Education*, 70, p. 193-194.
- Guichard, J. (1992). Réactions à propos de la modélisation, in *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*, p. 79-84 Paris, INRP.
- Houart, M., Reniers, F., Romainville, M., Warzée, N., Wouters, J. (soumis). Un modèle des trois niveaux de savoir en chimie et son impact sur la communication pédagogique. *Journal of Chemical Education*.
- Johnstone, A. H. (1991). Thinking about Thinking. *International Newsletter on Chemical Education*, 36, p. 7-11.
- Larcher, C. (1994). Point de vue à propos des équilibres chimiques. *Aster*, 18, p. 57-62 Paris, INRP.
- Le Maréchal, J. F., Bécu-Robinault, K. (2006). La simulation en chimie au sein du projet Microméga. *Aster*, 43, p. 81-108, Paris, INRP.
- Martinand, J.-L. Introduction à la modélisation. In *Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques (Cachan 1994-1995)*, 1996; pp 126-138.
- Pekdag, B., Le Maréchal, J. F. (2003a). Changement conceptuel et hyperfilm : cas de l'apprentissage des acides et des bases en classe de Première S. Journées de l'Ardist. Toulouse, octobre 2003.

- Pekdag, B., Le Maréchal, J. F. (2003b). Influence of the relations between picture and text of chemical education film on conceptual change, in Dusan Krnel (ed.), Proceedings of the Sixth Esera Summerschool (Radovljica, Slovenia, 25 -31 août 2002), Ljubljana, Universty of Ljublijana, Faculty of Education, p. 138-139.
- Romainville, M. (2000). L'échec dans l'université de masse. Série Références; L'Harmattan: France; pp 37-73.
- Roux, M., Le Maréchal, J. F. (2003). Introducing dynamic equilibrium before static equilibrium by means of computer modelling. ESERA. Noordvijkerout (Hollande) August 2003.
- Séjourné, A. (2001). Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves : Le cas de « Labdoc Son et Vibrations » Thèse en Sciences de l'Éducation. Université Lumière Lyon 2, France.
- Tasker, R. (1998). The VisChem Project : Molecular Level Animations in Chemistry - Potential and Caution University of Western Sydney Nepean. [<http://science.uniserve.edu.au/newsletter/vol9/tasker.html>].
- Tiberghien, A. (1994). Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations. Learning and Instruction, 4, p. 71-87.
- Tiberghien, A., Buty, C., Le Maréchal, J.-F. (2003). La modélisation, axe prioritaire d'une approche théorique sur les relations entre apprentissage et enseignement. In Journées de l'Ardist. Toulouse, octobre 2003.
- Vince, J. (2000). Approches phénoménologiques et linguistiques des connaissances des élèves de 2e sur le son. Contribution à l'élaboration analyse d'un enseignement et au développement d'un logiciel de simulation. Thèse en Sciences de l'Éducation. Université Lumière Lyon 2, France.