



Weiss, L./Aymon, H., Floris, R. & Ferrez, E. (2011). Développement d'un outil d'analyse de pratiques en mathématiques : comment mettre la recherche au service de la formation de formateurs ? *Formation et pratiques d'enseignement en questions*, 13, 237-257.

<https://doi.org/10.26034/vd.fpeq.2011.109>

This article is published under a *Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY)*:  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



© Laura Weiss, Hedwige Aymon, Ruhal Floris, Eliane Ferrez, 2011



## Développement d'un outil d'analyse de pratiques en mathématiques : comment mettre la recherche au service de la formation de formateurs ?

**Laura Weiss<sup>1</sup>** (Institut Universitaire de Formation des Enseignants, Université de Genève, Suisse), **Hedwige Aymon<sup>2</sup>** (Haute Ecole Pédagogique du Valais Suisse), **Ruhal Floris<sup>3</sup>** (Institut Universitaire de Formation des Enseignants, Université de Genève, Suisse) et **Eliane Ferrez<sup>4</sup>** (Haute Ecole Pédagogique du canton de Vaud, Suisse)

La récurrence des difficultés constatées dans l'analyse des pratiques enseignantes a constitué le point de départ de la création d'une base de données de séquences vidéo de leçons de mathématiques issues du corpus TIMSS-vidéo (Third International Mathematics and Science Study) et catégorisées selon des critères didactiques. Cette base de données a été exploitée lors de deux cours successifs organisés pour des formateurs d'enseignants de mathématiques de plusieurs cantons romands dans un cadre de travail mixte (en présentiel et à distance). Cet article présente les différents éléments du dispositif et un bilan de sa mise en œuvre.

Mots clés : analyse de pratiques, base de données, e-learning, formation de formateurs, didactique des mathématiques, vidéo

### Introduction

La difficulté des enseignants à réaliser des observations structurées de leçons et à mettre en œuvre une analyse de leçon argumentée est régulièrement constatée par les formateurs d'enseignants. L'analyse de pratiques, élément-clé de la formation dans le paradigme de l'enseignant réflexif, vise à trouver dans des situations, chaque fois différentes car spécifiques, des régularités qui permettraient à celui qui la mène de se forger une série d'outils et de routines nécessaires à une action efficace en classe. Cependant l'analyse de pratiques elle-même doit pouvoir s'appuyer sur des critères aussi objectifs que possible. C'est dans le but

1. Contact : [laura.weiss@unige.ch](mailto:laura.weiss@unige.ch).
2. Contact : [hedwige.aymon@hepvs.ch](mailto:hedwige.aymon@hepvs.ch)
3. Contact : [ruhal.floris@unige.ch](mailto:ruhal.floris@unige.ch)
4. Contact : [eliane.ferrez@gmail.com](mailto:eliane.ferrez@gmail.com)



de mettre au point de tels critères, puis de les partager dans la communauté des formateurs romands de mathématiques, que le groupe CADIVAM<sup>5</sup> s'est créé avec les objectifs suivants : premièrement, constituer une base de données critériée de séquences vidéo de leçons de mathématiques caractéristiques de l'enseignement des mathématiques en Suisse Romande, reprenant et étendant l'un des volets développé dans le cadre du projet TIMSS vidéo auquel la Suisse a participé en 1999; deuxièmement, exploiter cette base de données dans le cadre de cours de formation à l'analyse des pratiques de l'enseignement des mathématiques à l'intention de formateurs d'enseignants; troisièmement, analyser les productions des participants aux cours afin d'établir des critères d'analyse de textes d'analyse de pratiques.

Dans cet article, nous nous proposons de retracer les deux premières étapes de la recherche du groupe CADIVAM, en mettant en évidence l'intérêt, les potentialités et les limites de ce type de démarche. Pour ce faire, après avoir défini le cadre théorique de notre recherche, nous explicitons l'élaboration des critères qui ont permis la constitution de la base de données et le cadre contextuel de sa mise à l'épreuve avec deux groupes des formateurs romands. Nous présentons ensuite les résultats de cette mise à l'épreuve, et discutons leur interprétation en envisageant les possibilités d'utilisations ultérieures de la base de données.

## Cadrage théorique

### *L'analyse de pratiques*

L'analyse de pratiques est un outil essentiel pour déterminer et conscientiser les savoir-faire de la majorité des activités humaines. Cela est particulièrement vrai dans le domaine de l'enseignement, où intuition et travail à l'instinct peuvent souvent montrer leurs limites, surtout face à des publics d'élèves changeants. Elle est fondée sur la réflexivité, qui permet, dans une profession « ill structured » comme l'enseignement selon l'expression de Schön, (1983) d'extraire des savoirs « expérientiels » (Portugais, 1995; Tardif, Lessard, & Lahaye, 1991) à partir de la pratique. L'enregistrement vidéo de leçons facilite l'analyse de pratiques, dans la mesure où il est possible de revoir la leçon, mais que ce soit pour l'autoscopie ou pour l'observation structurée de leçons d'autrui, il est nécessaire de disposer d'outils d'analyse de manière à éviter un jugement de valeur global peu argumenté (Robert, 2001; Brophy, 2004; Seidel, 2005; Monnier, Weiss, de Marcellus, Erard, & Staeger, 2008). Van der Maren (2003) précise aussi qu'une analyse de pratiques à partir d'un enregistrement vidéo gagne en pertinence car « la trace physique des événements » obtenue est « une

5. Catégorisation Didactique de séquences Vidéo pour l'Analyse de pratiques d'enseignement des Mathématiques dans le cadre de la formation. CADIVAM a obtenu le soutien du Fonds national d'avril 2007 à mars 2010, projet DoRe n° 13DPD3-116746 avec comme institutions partenaires de terrain IFMES GE, HEP-VS, et les services de formation continue de l'enseignement secondaire obligatoire genevois et vaudois.



représentation la plus semblable possible à l'événement tel qu'il s'est produit dans le temps et dans l'espace, dans sa complexité et avec le jeu des divers acteurs » (p. 131).

Une vaste littérature existe sur la thématique de l'analyse de leçons filmées en général et en particulier en mathématiques (Robert & équipe DIDIREM, 2004; Santagata, Zannoni & Stigler, 2007). Les différents auteurs s'appuient sur des concepts et outils permettant de distinguer les rôles des acteurs en jeu, d'identifier des phases dans la leçon et d'analyser les gestes professionnels, dont l'utilité en formation a été étudiée par Monnier et Weiss (2009). En outre, Tochon (2002) relève l'importance de déterminer un cadre d'analyse et, parmi ceux qu'il a recensés, le cadre pragmatique « centré sur le langage de la pratique » et dont l'« explicitation des arguments pratiques et des intentions liées aux situations permet d'explorer les connaissances dans leur contexte » (p. 73) correspond bien aux analyses concernées par la recherche décrite dans cet article.

### ***Théorie des Situations et Théorie Anthropologique du Didactique***

Dans le domaine de la didactique des mathématiques, certains éléments de la Théorie des situations (TDS) (Brousseau, 1986) peuvent être utilisés pour caractériser des séquences d'enseignement et permettre d'objectiver la réflexion à propos de ce qui s'est passé en classe, en s'appuyant sur des éléments précis et observables. Le concept de milieu, élément noyau de l'apprentissage par adaptation a été repris par Brousseau (1990), puis développé par Margolinas (2002) pour prendre en compte les différents niveaux qui régissent le travail, d'une part de l'élève qui apprend – les niveaux négatifs – et, d'autre part du professeur qui enseigne dans le cadre d'une institution – les niveaux positifs (tableau 1). Ces milieux sont alors vus comme emboîtés, la situation didactique englobant les situations d'action et d'apprentissage (figure 1).

Tableau 1 : Structuration du milieu simplifiée. Chaque niveau de situation est constitué d'un niveau de milieu, d'élève et de professeur; le milieu de niveau n correspond à la situation de niveau n-1

Situation	Milieu	Elève	Professeur
S+	M+	E0 : Elève virtuel	P+ Prépare sa leçon en tenant compte des objectifs généraux, des contraintes curriculaires et transpositives
S0 (didactique)	Milieu d'apprentissage ou d'action	E0 : Elève qui suit le cours	P0 : Gestion du cours
S-1	M-	E-1 : Elève s'interroge sur la validité de sa résolution	P- Observateur
S-2		E-2 : Elève fait l'exercice	

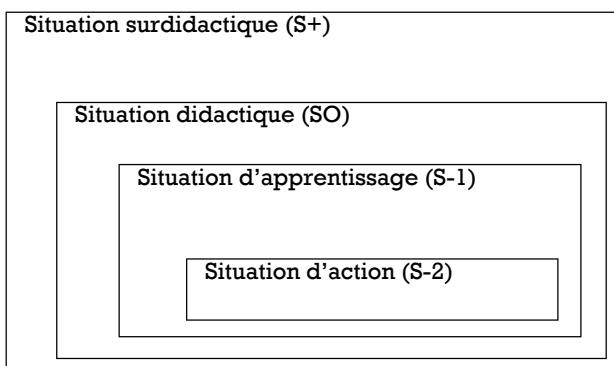


Figure 1 : Emboîtement des situations

Si, en suivant la TDS, on considère que l'apprentissage s'opère par interaction avec le milieu, la situation adidactique est un modèle des interactions entre des élèves et un problème mathématique. Cette modélisation a été utilisée pour mettre en place des expérimentations permettant l'étude de certains phénomènes didactiques, les ingénieries didactiques (Artigue, 1991). Mercier (1998) a proposé une extension de l'utilisation de ce concept, dans d'autres contextes, en particulier dans des leçons dites « ordinaires », dans lesquels l'enseignant est entièrement responsable de la leçon qu'il mène<sup>6</sup>. Cette extension est indispensable, car il est rare que l'on puisse modéliser les interactions mathématiques d'une leçon ordinaire par une situation adidactique au sens originel de Brousseau (1990).

Le cadre de la Théorie anthropologique du didactique (Chevallard, 1992) offre aussi des concepts utiles pour notre propos, en particulier la prise en compte des contraintes écologiques pesant sur l'enseignement à travers les plans d'études et leur épistémologie (Bosch & Gascon, 2002). Ces contraintes correspondent aux niveaux positifs de la structuration du milieu, du côté de l'institution et de l'enseignant. Elles permettent de prendre en compte des éléments d'une leçon de mathématiques, comme les organisations mathématiques qui indiquent les programmes d'enseignement prévus mais aussi les choix que les enseignants font à l'intérieur de ces programmes, ainsi que les organisations didactiques et les moments de la leçon (voir tableau 3).

Dans la ligne de Mellouki (2010), qui souligne l'importance de l'apport de concepts issus de la recherche pour la formation, et convaincus de la nécessité de donner à l'analyse de pratiques menée dans les instituts de formation des enseignants une base aussi scientifique et objective que possible en se fondant en particulier sur des concepts théoriques, il nous

6. Le fait que l'enseignant puisse faire librement ses propres choix ne signifie pas qu'il ne partage pas l'intention d'enseigner, car il est aussi indispensable de tenir compte des niveaux sur-didactiques (Margolin, 2002) : noosphère, curriculum, moyens d'enseignement, etc.



est apparu nécessaire de constituer un outil transmissible exemplifiant l'utilisation des concepts retenus. Mais quel outil mettre au point ? Sur quel corpus baser la recherche, qui en assure une inscription locale, élément qui semble important aux yeux des formateurs et des enseignants ? Comment en éprouver la validité et l'intérêt auprès des utilisateurs potentiels ? Enfin, comment le faire connaître et le mettre à disposition d'un public plus large ? La recherche décrite a essayé de prendre en compte ces demandes.

## Méthodologie

### ***La constitution de la base de données***

*Le corpus TIMSS-vidéo et la caractérisation des formes sociales de travail et des interactions maître-élèves*

Le point de départ du travail du groupe CADIVAM est la recherche internationale TIMSS-vidéo<sup>7</sup> de 1999 (Hiebert *et al.*, 2003), qui avait pour objectif la comparaison des pratiques d'enseignement des mathématiques dans des classes de 8e année de différents pays à l'aide d'enregistrements vidéo. Un important corpus de leçons filmées de mathématiques<sup>8</sup> a ainsi été produit, dont 140 en Suisse et 39 en Suisse Romande, selon une méthode d'échantillonnage statistique pour le choix des enseignants filmés. La recherche TIMSS-vidéo a d'abord recensé un certain nombre d'éléments mesurables dans les leçons, concernant par exemple le temps dévolu aux différentes formes sociales de travail pendant les leçons (travail frontal, travail des élèves à leur place, travail en petits groupes), le type d'interaction maître-élève (publique ou privée), le temps consacré à la présentation de nouvelles notions, à la révision ou à la correction de devoirs. Les premiers résultats, essentiellement descriptifs, ont permis d'effectuer des comparaisons significatives entre leçons de différents pays. Il a été ainsi mis en évidence que, dans tous les pays, une grande partie du temps des leçons de mathématiques au 8e degré était consacrée à la résolution d'exercices ou de problèmes<sup>9</sup> (Ferrez, Floris & de Marcellus, 2004; Reusser & Pauli, 2003), en lien avec la définition relativement restrictive d'un problème. Est défini « problème » par TIMSS-vidéo une question dont la résolution demande un calcul et qui, dans les leçons filmées, possède un traitement public menant à une solution. Le groupe CADIVAM a élargi cette définition, pour considérer également des problèmes traités de façon uniquement privée, c'est-à-dire par un élève qui en discute individuellement avec son enseignant.

7. Third International Mathematics and Science Study, National Center for Education Statistics, U.S. Department of Education.

8. Il s'agit de 638 leçons en Australie, Japon, Hong-Kong, Pays Bas, Suisse, Tchéquie et USA.

9. Dans la suite de cet article, nous n'utilisons que le terme « problème » étant sous-entendu qu'il peut s'agir d'un exercice.



### *Les catégorisations des énoncés et du traitement des problèmes*

Prolongeant la recherche statistique, les chercheurs de TIMSS-vidéo se sont intéressés aux types d'énoncés de problèmes proposés en classe et à la façon plus ou moins riche, mathématiquement parlant, de les traiter. Pour ce faire, une catégorisation des problèmes des leçons a été élaborée (voir tableau 2) qui s'est révélée productive, puisqu'elle a permis de mettre en évidence des différences significatives entre les pays (Ferrez et al., 2004). Au-delà de la comparaison, son intérêt réside dans la possibilité qu'elle offre de caractériser des problèmes mathématiques, se révélant un outil utile pour décrire et analyser le travail mathématique accompli en classe. En effet, le type d'énoncés de problèmes traités en classe est illustratif de choix didactiques de l'enseignant ou de l'institution à laquelle il est rattaché. Par exemple, en 1999-2000, quand les leçons du corpus ont été filmées, la majorité des exercices des moyens d'enseignement en vigueur en Suisse romande comportaient des énoncés de type P « utilisation de procédures » et on retrouve cette tendance dans les leçons filmées. Ces mêmes codes peuvent être utilisés pour catégoriser le traitement des problèmes par l'enseignant et les élèves. Il est donc possible d'analyser le lien entre le type d'énoncés et le type de traitement. Cela signifie qu'un professeur peut proposer des exercices prévus pour travailler la technique (ce qui correspond généralement à des énoncés de type P) et les traiter en classe de façon essentiellement procédurale (type P) ou au contraire en mettant en évidence des liens entre différentes notions mathématiques (type M). Notons qu'en Suisse romande un nombre important de problèmes dont les énoncés sont de type P donnent lieu à une résolution en classe de type M, à la différence d'autres pays (Ferrez et al., 2004).

Le groupe CADIVAM a appliqué cette catégorisation M-S-P aux problèmes du corpus choisi qui comprend les 25 leçons suisses romandes TIMSS-vidéo traitant des domaines numérique et algébrique (en 8e année, les leçons de mathématiques peuvent traiter alternativement de géométrie) et deux leçons des autres régions linguistiques suisses. Pour ce faire, il a utilisé un certain nombre de sous-catégories à l'intérieur des codes M, S et P afin de mieux préciser l'attribution de ces codes, aussi bien pour les énoncés des problèmes que pour leur traitement dans les leçons (cf. tableau 2 et annexe 1). Sur les 385 problèmes des leçons analysées, 13% des énoncés sont de type M, 34% de type S et 53% de type P. Les proportions s'inversent si on analyse leur traitement, puisque parmi les problèmes traités publiquement on trouve 43% de type M, 26% de type S et 31% de type P.

### *Les organisations mathématiques et didactiques de Chevallard*

Notre catégorisation des leçons tient également compte des contraintes institutionnelles des plans d'études, mises en évidence par la théorie anthropologique (Chevallard, 1992). Ainsi, pour chaque leçon sont indiquées les organisations mathématiques et didactiques (Chevallard, 1999)



Tableau 2 : Catégorisation des problèmes selon TIMSS-vidéo

Les énoncés des problèmes sont catégorisés sur la base du type de traitement mathématique qu'ils impliquent *a priori* et à ce niveau scolaire :

- utilisation de procédures (P),
- explicitation de propriétés (S),
- recherche de liens (M).

Le premier type d'énoncés concerne les problèmes qui peuvent être résolus par l'application directe d'une procédure ou d'une série de procédures (exemple<sup>10</sup> : « simplifier la fraction 18/12 »). Le second type fait de plus appel à une convention ou à un concept mathématique (exemple<sup>11</sup> : « exprimer le périmètre de ce losange si le côté mesure c »). Le dernier type d'énoncés se réfère à des problèmes nécessitant une recherche de liens entre des idées, des faits, ou des procédures mathématiques (exemple<sup>12</sup> : « Pour entourer un champ rectangulaire d'une barrière, on plante un piquet de mètre en mètre, en commençant par un des coins du champ. La barrière coûte 5 fr. le mètre et les piquets coûtent 2 fr. pièce. La largeur du champ est x et sa longueur est y. Exprimer le prix de revient de la barrière par une formule. »).

Le traitement de ces problèmes en classe est également catégorisé, avec les mêmes codes.

qui la définissent. Le tableau 3 fournit quelques indications sur les organisations didactiques rencontrées dans les leçons sélectionnées pour la base de données.

#### *L'étude du type de travail mathématique et sa catégorisation*

La catégorisation des problèmes et des moments de leçons fournit de précieuses informations mais elle ne prend pas en compte la place laissée par l'enseignant aux élèves pour qu'ils mènent leur propre réflexion sur les problèmes traités. De ce fait, il semblait important, pour constituer un outil utile aux formateurs, de pouvoir recenser également des événements de la leçon montrant les potentialités d'apprentissage offertes aux élèves, en exploitant la caractérisation du milieu didactique, selon Brousseau (1990) et Margolinas et Steinbring (1994). Nous avons donc créé une grille définissant les spécificités des Phases d'Apprentissage Potentiel(les) (PAP) (Bertoni, Floris, Haussler & Weiss, 2006; Floris, Bertoni, Aymon, Ferrez & Weiss, 2010) qui permettent de décrire des situations sous l'angle des occasions d'apprentissage offertes aux élèves et des décalages entre les stratégies du point de vue du maître et du point de vue de l'élève. Nous avons fait l'hypothèse que cette notion fournirait un point d'entrée judicieux pour l'analyse de leçons ordinaires de mathématiques, permettant un approfondissement de la réflexion sur

10. Exemple tiré d'une leçon suisse romande du corpus TIMSS-vidéo numérotée SW283, problème CP1.

11. Exemple tiré d'une leçon suisse romande du corpus TIMSS-vidéo numérotée SW206, problème CP15.

12. Exemple tiré d'une leçon suisse romande du corpus TIMSS-vidéo numérotée SW207, problème IP3.



Tableau 3 : Les moments de Chevallard appliqués à notre corpus de leçons

Moment	Dans notre corpus	
Moment 1	Première rencontre d'une organisation mathématique	Cette situation est peu fréquente dans notre corpus. Elle concerne environ 8% de la totalité des moments analysés.
Moment 2	Exploration d'un nouveau type de tâche	Ce moment apparaît à la suite du précédent, quand les élèves sont mis en situation de résoudre un problème dans lequel la nouvelle organisation mathématique prend son sens. Il correspond à 18% des moments recensés.
Moment 3	Travail de la technique	Dans la majorité des leçons, ce moment apparaît, d'autant plus qu'il avait été demandé aux enseignants de donner une leçon « ordinaire » (32% des moments du corpus).
Moment 4	Etude et exploitation des propriétés de la technique (travail technico-technologique)	Ce moment correspondant à 25% de moments identifiés, est souvent présent en même temps que le précédent. Cela peut s'expliquer par le fait que les enseignants romands font souvent apparaître les liens entre les notions mathématiques.
Moment 5	Institutionnalisation	A part quelques enseignants qui institutionnalisent systématiquement les solutions proposées, ce moment n'est pas très fréquent dans les leçons analysées (12%).
Moment 6	Evaluation	Quelques leçons comptent des éléments d'évaluation formative, c'est-à-dire des moments où l'enseignant propose un bref test non noté aux élèves pour que ces derniers puissent estimer leur compréhension du sujet traité (6%).

les pratiques, voire sur la possibilité de leur modification. La centration sur les PAP permet à la fois de s'intéresser à l'élève : qu'apprend-il ? que peut-il apprendre ? et au maître : quelles conditions d'apprentissage met-il en place pour le ou les élèves ? Nous partons de l'idée que face à une réponse ou une question d'élève, l'enseignant a la possibilité, si les conditions le permettent, de maintenir une certaine incertitude propice à l'apprentissage. Ce sont ces phases que le codage PAP cherche à identifier. Nous avons défini des critères permettant cette identification et proposé un tableau de synthèse pour chaque occurrence de PAP (voir tableau 4 et annexe 2).

A ces codes, nous ajoutons des indications sur le contenu mathématique traité avec une référence au problème concerné et le caractère public ou privé de la PAP. Enfin nous prenons en compte d'éventuelles « bifurcations », qui correspondent aux moments où, entre élève et enseignant, l'objet du discours diverge. Ces bifurcations peuvent porter sur le sens



Tableau 4 : Catégorisation des PAP selon CADIVAM

Leçon n° ....		PAP n° ....						
Temps début/fin	Qui initie	Caractérisation début	Qui termine	Caractérisation fin	Contenu	Caractéristiques	Bifurcations	Maintien du milieu d'apprentissage
	T/S/Sn*	Cf. liste**	T/S/Sn*	Cf. liste***	Maths et code du problème	Intentionnelle ou non Privée ou publique		Si oui comment ?

\* T enseignant, S un élève, Sn plusieurs élèves.  
\*\* Liste des caractérisations possibles : demande d'information, d'explication, d'aide / demande d'évaluation / réponse fausse / non-réponse ou silence ou inaudible / identification d'une erreur par T (ou d'un blocage) / réponses multiples (contradictoires) / demande d'autres solutions possibles, de reformulation / autre.  
\*\*\* Liste des caractérisations possibles : réponse donnée / correction par T/ évaluation de la réponse de S / vérification de la réponse de S / suggestion, mise en relation / approbation / répétition approbatrice de la réponse de S, reformulation / interruption, abandon / suivie par une institutionnalisation / autre.

de la question posée, sur la procédure utilisée, sur le niveau auquel l'enseignant place son explication ou sur la pertinence des exemples choisis par rapport à la situation. L'élément sans doute le plus difficile à repérer, mais très important par rapport au sens de notre travail est le « maintien du milieu d'apprentissage » qui détermine dans quelle mesure l'enseignant réussit à maintenir l'élève ou le groupe classe en situation d'apprentissage au sens de Rousseau.

Dans notre corpus de leçons, nous avons trouvé beaucoup de tels moments, avec une moyenne de neuf PAP par leçon, mais également avec une très grande variabilité du nombre de PAP d'un enseignant à un autre. De plus, nous constatons que ces PAP sont généralement assez courtes, de moins de cinq minutes, souvent de quelques dizaines de secondes et qu'elles sont souvent interrompues par l'enseignant lui-même avec le retour dans un milieu didactique plus rassurant. La recherche de ces phases permet assurément une objectivation de l'étude des leçons de mathématiques et se révèle particulièrement enrichissante pour l'analyse de pratiques (Floris & Schild, 2009). En outre, une ouverture de ce concept se dessine vers l'analyse de leçons d'autres disciplines (Weiss & Correvon, 2009).

#### *Concrétisation de ces catégorisations dans une base de données*

Pour que ces tables de spécification des leçons, à savoir l'organisation sociale du travail et des interactions maître-élèves, les catégorisations M-S-P des problèmes et leurs sous-catégories, le codage en termes d'organisation mathématiques et de moments didactiques des leçons l'identification des PAP, puissent faire l'objet de consultations systématiques, en



lien avec les vidéos de leçons, le rassemblement de toutes ces informations dans une base de données (BDD) s'imposait. Après avoir défini un cahier des charges pour une BDD convenant à notre projet, nous avons élaboré et testé des prototypes, choisi un logiciel adapté et déterminé un modèle (cf. figure 2). Techniquement, le choix d'une version exécutable du logiciel, utilisable aussi bien dans un environnement PC que MAC, a permis d'introduire dans un seul DVD, en préservant une qualité d'image suffisante, une sélection de 11 leçons sur les 25 analysées, avec leurs catégorisations et accès direct aux clips vidéo correspondants.

#### ***Contexte de la mise à l'épreuve des concepts synthétisés dans la base de données***

##### *Les publics concernés*

Pour mesurer l'intérêt de la base de données et la faire connaître aux potentiels futurs utilisateurs, il a été organisé lors de deux années scolaires successives, dans le cadre de la formation continue des institutions concernées, deux cours d'une durée de 18 mois pour formateurs d'enseignants de mathématiques. Le premier cours, organisé en 2007-2008 par la HEP-VD, a regroupé 10 formateurs, 3 Genevois, 5 Vaudois et 2 Valaisans. Le second a été dispensé l'année suivante, à la HEP-VS à 3 Valaisans et 2 Vaudois. Le statut des formateurs participant aux cours était varié : maîtres formateurs responsables, maîtres d'accueil pour les stages ou encore responsables cantonaux chargés de la formation continue des mathématiques ou des évaluations communes. Ces formateurs étaient issus aussi bien du secondaire I que du secondaire II. Pour prendre en compte la participation de personnes de deux ou trois cantons et éviter trop de temps de déplacements, les deux cours ont été organisés partiellement à distance. Ainsi, la première année, la partie en présence a eu lieu à Lausanne, lors de 8 demi-journées auxquelles s'est ajouté un jour de follow-up six mois après la fin du cours, alors que la deuxième année, le cours a été accueilli par la HEP valaisanne à St-Maurice lors de 7 demi-journées de présence suivies aussi d'un follow-up. Pour la partie à distance, nous avons utilisé la plate-forme « Educanet2 » de la HEP-VD la première année et l'année suivante la plate-forme « Moodle » mise à disposition par la HEP-VS, les deux plates-formes offrant la possibilité de travailler de différentes façons : communications à l'aide d'un forum, élaboration collective de documents sur wiki, consignes pour des travaux à faire et reddition de « devoirs ».

Parallèlement, pour la tester plus directement, la BDD a été utilisée avec des publics d'enseignants secondaires en formation initiale en mathématiques à Lausanne et à Genève, lors de plusieurs expériences ponctuelles d'une ou de deux demi-journées, permettant une initiation de ces étudiants à certains concepts de didactique des mathématiques et d'analyse de pratiques.

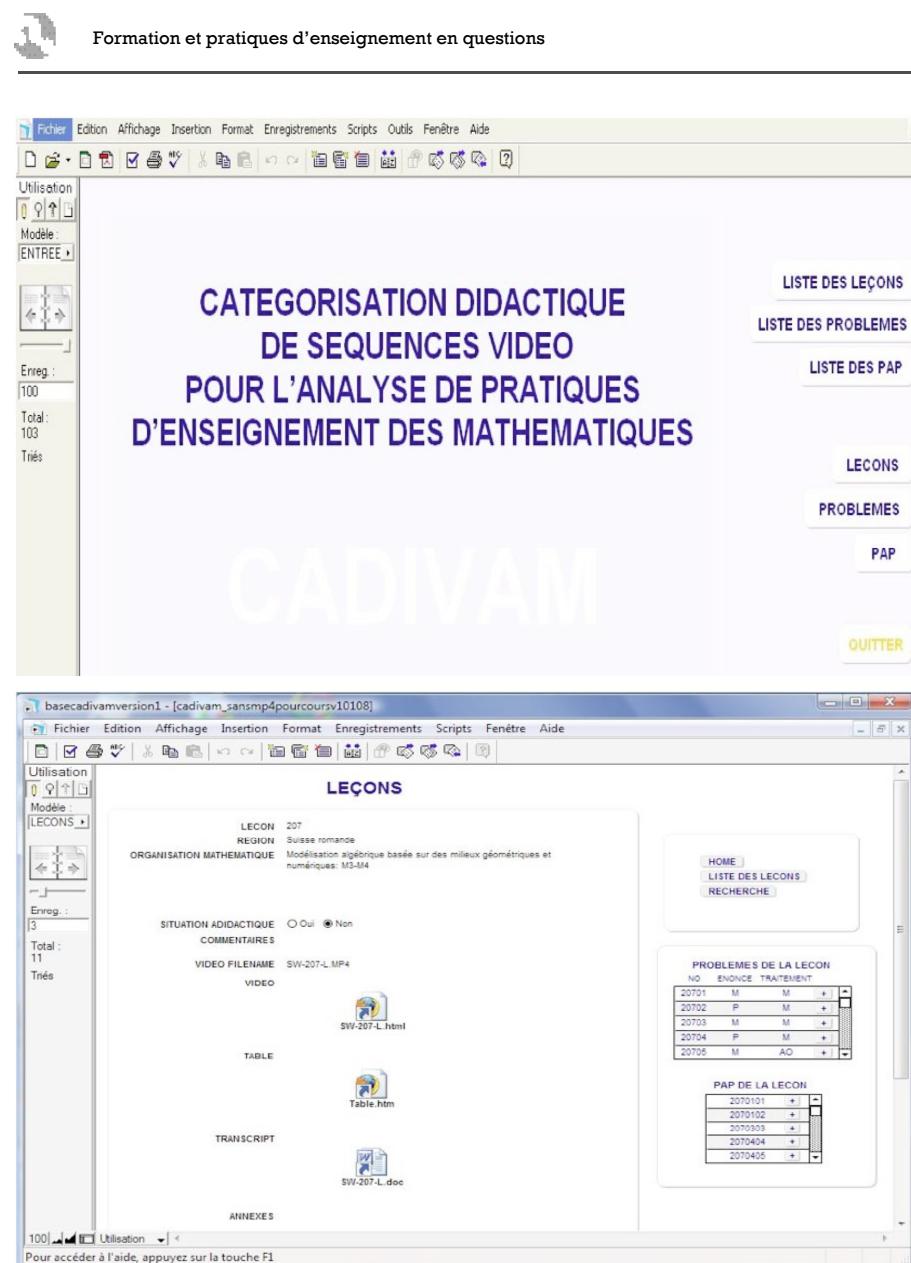


Figure 2 : Copies d'écran de la base de données CADIVAM

#### *L'organisation des cours pour formateurs*

La partie du cours en présentiel a été organisée de façon assez semblable lors des deux sessions du cours. Une première rencontre a permis de faire connaissance et de donner les premières consignes : il s'agissait pour chaque participant de filmer une de ses propres leçons de mathématiques et d'en analyser un passage remarquable, en vue d'une présentation aux autres participants : « choisir vingt minutes d'extraits les



plus significatifs de votre leçon et effectuer une analyse de ces extraits, en les situant par rapport à la leçon en entier et en motivant vos choix ». Parallèlement, il a été demandé aux participants du premier cours de rédiger un texte d'environ 4 pages d'analyse de leur propre leçon, alors que les participants au deuxième cours ont été invités à analyser une leçon filmée du corpus TIMSS-vidéo, retirée de la base de données pour que les catégorisations n'en soient pas connues. Ce texte a joué le rôle de pré-test pour notre propre analyse de l'évolution du regard des formateurs sur ce qui se passe lors d'une leçon. Les différences induites par l'analyse de sa propre leçon versus une leçon d'un enseignant inconnu sont prises en compte par les chercheurs comme un pan important de leur analyse actuellement encore en cours.

Lors de la deuxième rencontre, les catégorisations TIMSS-vidéo des formes sociales de travail et des interactions maître-élèves (Ferrez *et al.*, 2004) et des types de problèmes ont été présentées et il a été demandé aux participants de les appliquer à la leçon qu'ils avaient analysée. La séance suivante en présentiel a été consacrée aux concepts de milieu (Brousseau, 1990, Margolin & Steinbring, 1994) et de PAP (Floris *et al.*, 2010). Pour faciliter l'appropriation de ces concepts difficiles, nous avons fait appel la première année à une chercheuse en didactique des mathématiques dont les travaux ont exploité ces concepts (Coulange, 2001), alors que durant le deuxième cours nous avons, d'une part mis sur pied un travail collaboratif à distance entre les participants sur des articles scientifiques portant sur le milieu et sa structuration pour aboutir à la rédaction d'un texte commun et, d'autre part profité d'une présentation du concept de milieu par deux participants du premier cours.

Après cette initiation aux concepts, les participants des deux cours ont reçu un DVD contenant une partie de la BDD et une demi-journée a été consacrée à l'apprentissage de son utilisation, afin qu'ils puissent approfondir leur réflexion à l'aide de l'analyse d'extraits catégorisés des leçons présentant des caractéristiques semblables ou différentes à leur propre leçon. Pour la dernière rencontre, les participants ont présenté l'analyse de leur propre leçon en faisant appel aux concepts étudiés. Lors du « follow-up », qui s'est tenu six mois après la fin du cours, les participants ont présenté une évaluation du cours et des outils d'analyse proposés. Enfin l'obtention du dernier crédit était soumise à la reddition d'un texte faisant le bilan de leurs apprentissages dans le cadre du cours de formation continue et de l'impact de ces derniers sur leur pratique.

#### *Le recueil des avis des participants*

Lors de la dernière séance en présentiel, les participants ont été sollicités pour répondre à un questionnaire portant sur les outils proposés, à savoir d'une part la BDD, sa convivialité, son utilité pendant le cours et son utilisation potentielle ultérieure dans le cadre du travail des participants en tant que formateurs et, d'autre part la plate-forme d'échange et ses différents rubriques ayant permis le travail à distance pendant le



cours. Les réponses à ces questionnaires, comportant des questions fermées et ouvertes, ont été traitées quantitativement et qualitativement. En ce qui concerne le travail à distance, relevons qu'en plus de la possibilité de télécharger les articles théoriques et les consignes de travail et de déposer les textes élaborés, les deux plates-formes utilisées offrent des forums de discussion. Ceux-ci, laissés d'abord au libre usage des participants, ont été ultérieurement structurés en plusieurs fils pour donner lieu à des discussions sur des thèmes précis. Les interventions des participants sur ces forums constituent aussi un corpus de données permettant d'analyser leur intérêt et leur investissement vis-à-vis des notions théoriques ou du travail plus concret sur la BDD. Aux questionnaires et forums s'ajoute le dépouillement des différents documents rendus par chaque participant, à savoir les analyses - pré et post - de leçons personnelles ou tirées du corpus TIMSS-vidéo selon le cours, la production collaborative sur les concepts étudiés, les présentations des participants - enregistrées en vidéo - et leur texte final faisant un bilan sur les notions travaillées. Enfin, bien que moins formellement recueillis, sont aussi pris en compte les échanges en présentiel entre les participants et les cinq chercheurs coresponsables des cours et les bilans établis au fur et à mesure de l'avancement des cours par les chercheurs qui ont, entre autres, fait évoluer les modalités du cours entre la première et la deuxième session.

## Résultats

### **Satisfaction globale des utilisateurs**

Globalement, les participants aux deux sessions ont été très satisfaits du cours qui leur a fait découvrir des concepts de didactique des mathématiques et leur réinvestissement possible dans l'analyse de pratiques. En ce qui concerne les outils, ils ont plébiscité avant tout l'outil vidéo qu'ils avaient été invités à utiliser en autoscopie et qui leur a ouvert de nombreuses possibilités d'autoanalyse favorisant une évolution potentielle de leurs pratiques. Ainsi, une participante se filme plusieurs fois pour choisir sa leçon à analyser et persiste dans cette démarche après le cours par intérêt personnel, une autre formatrice renchérit : « je garde l'idée que filmer un stagiaire pour ensuite analyser sa pratique est une excellente démarche » et un troisième acquiesce « l'utilisation de la vidéo devrait être systématique (c.-à-d. que chaque étudiant devrait se faire filmer au moins une fois et analyser sa vidéo) ».

En ce qui concerne la BDD, l'évaluation globale de cet outil est positive. Les participants en soulignent l'intérêt pour une exploitation en formation, tout en relevant quelques difficultés au niveau de son utilisation. Même si un participant note « que la BDD est surtout un outil de chercheur », cette dernière est majoritairement considérée comme « très utile vu l'application directe qui en découlait pour notre travail » pour comprendre certains apports théoriques du cours, en tant que clarification à propos des codages des interactions et des problèmes ou en tant



qu'exemplification de concepts avec en premier lieu les PAP : « me faire une idée des situations "sélectionnées" par vos soins comme PAP et ainsi "clarifier" ma représentation ». Un participant conclut qu'elle est « utile pour tous ceux qui sont ouverts et prêts à se remettre en question ».

#### ***Utilisation de la BDD en dehors des cours de formation continue***

Interrogés à propos d'une éventuelle utilité de la BDD en dehors du cours de formation continue, les formateurs l'envisagent avec quelques réserves : « les extraits de la BDD sont évidemment utilisables dans le cadre de formations, les variantes d'utilisation sont multiples, mais doivent être bien ciblées », tout en soulignant l'intérêt de « s'habituer à visionner des leçons » ce qui permet de « réaliser qu'aucune leçon n'est parfaite ». Plusieurs proposent des "marches à suivre" pour son utilisation : « visionnement de vidéos, incitation à se filmer... puis analyse (groupe de maîtres de maths, d'enseignants en formation... ) », « en groupe : illustration d'une typologie d'analyse de pratiques en formation initiale et surtout en formation continue », « de manière individuelle : aide à mettre le doigt sur l'illustration de concepts didactiques en formation initiale grâce aux codages, aux PAP et aux vidéos », ou encore « utilisation en groupe afin de pouvoir échanger, discuter. Un minimum d'expérience de l'enseignement me semble un point positif », ou enfin « choix de quelques leçons types à proposer en formation initiale ou continue exemplifiant divers concepts ou notions : théorie des situations et structuration des milieux + les moments, voire les PAP ».

La BDD a effectivement été exploitée avec une deuxième catégorie d'utilisateurs : des étudiants futurs enseignants de mathématiques de la HEP Vaud et de l'IUFE à Genève. L'expérimentation est encore en cours, mais les étudiants, qui ont évalué l'outil, s'en disent aussi globalement satisfaits. D'une part ils trouvent du sens à son utilisation : « visualisation très facilitée des situations d'enseignement apprentissage »; « je trouve intéressant de pouvoir se comparer à d'autres », d'autre part ils en soulignent des éléments positifs comme l'accès rapide, « l'architecture compréhensible », « l'affichage clair, la navigation agréable ». Tout en signalant aussi des améliorations à apporter, un autre étudiant revient sur le fond et discute des conditions de l'emploi de la BDD : « si on est libéré sans cadre, on peut vite se mettre à regarder les leçons sans regard expert et juste en observateur », ce qui confirme la nécessité d'avoir des outils d'analyse à disposition pour l'observation de leçons. Un autre encore détaille le cadre d'utilisation : « c'est un très bon outil pour la recherche. Pour ce qui est de son utilisation en didactique des mathématiques, je pense que certaines vidéos pourraient être montrées aux étudiants avec profit. Toutefois je ne pense pas que les étudiants gagnent vraiment quelque chose en travaillant directement avec la base de données. [...] A mon avis les résultats et les méthodes de cette recherche devraient être brièvement présentés aux étudiants en didactique des mathématiques. Par contre les laisser explorer librement la base de données ne me semble pas pertinent ». Ces



remarques rejoignent celles des formateurs : « Difficile en formation initiale de se pencher sur un codage tel que celui proposé. Plus propice en formation continue pour des maîtres plus expérimentés », mais aussi inversement : « utile à mon avis pour démontrer certains effets (Topaze, bifurcation, etc.) ou confirmer certains types de codages (MSP) notamment pour les enseignants, à plus forte raison pour des formateurs ».

#### ***Difficultés d'utilisation et remédiation entre le premier et le deuxième cours***

Au niveau des difficultés d'utilisation, ce sont surtout des problèmes de convivialité de la BDD qui sont relevés (« pourrait être mieux », « lourd[e] à mettre en place », « jongler avec les différentes fenêtres », « vite chronophage », « il faut [du temps] pour la prendre en main »), les participants concluent toutefois qu'« il faut rentrer dedans, mais cela vient assez rapidement ». Quelques critiques sur la première version de la BDD en signalent l'envers de sa richesse : « difficile de cibler les moments pertinents dans la masse d'informations », « tendance à s'y perdre » ou même « le choix pas heureux car pas assez ciblé [sur des leçons] intéressantes ».

La partie du cours à distance a aussi causé quelques difficultés à certains participants, ce qui a amené les chercheurs à repenser l'exploitation des possibilités de la plate-forme « Moodle » pour la deuxième session. En effet, lors du premier cours, comme cela a été mis en évidence par Weiss, Aymon, Floris et Bertoni, (2010), les participants se sont initialement peu investis dans l'utilisation d'un forum de discussion à propos des concepts rencontrés, malgré toute une série d'ajustements successifs, allant pour certains jusqu'à une demi-journée en présentiel d'apprentissage de son utilisation et l'obligation d'un certain nombre d'interventions dans le forum. Finalement, un choix démocratique par les participants des thèmes initiant les fils de discussion a permis des échanges enrichissants. Lors de la deuxième session, le travail à distance a été engagé différemment : la mobilisation collective des participants a été sollicitée dès le début par la demande d'élaboration d'un texte collaboratif dans l'espace Moodle créant ainsi une situation pédagogique initiale à investir; l'essentiel du travail s'est concentré sur l'exploitation de la base de données dans le but de mieux comprendre les concepts à partir des exemples des leçons TIMSS-vidéo, après avoir analysé en pré-test tous la même leçon de ce corpus au lieu de sa propre leçon. Ainsi, le forum a rempli son rôle, permettant aux participants et aux chercheurs d'interagir à distance de façon asynchrone. Relevons que, lors des évaluations finales, les participants au deuxième cours ont exprimé une grande satisfaction par rapport à cet outil, au contraire de la volée précédente.

#### ***Le regard des participants sur les concepts théoriques mobilisés***

Le concept qui a le plus parlé aux participants est surtout celui de PAP : « La PAP est à mon avis l'angle d'observation et l'apport décisif de votre cours à la fois pour évaluer sa pratique et "réfléchir" concrètement une



leçon ». Ainsi la majorité des participants au premier cours a travaillé sur la mise en évidence de PAP dans leur propre leçon et un groupe a tenté de développer pour sa présentation un nouveau concept, les phases d'apprentissage réalisé (PAR), alors qu'un autre a proposé un prolongement théorique sur la notion des milieux emboîtés de Margolin. Les participants au deuxième cours ont, quant à eux, insisté davantage sur l'ensemble des apports théoriques et l'« explicitation des concepts » car « tous les concepts ont leur place. Il serait peu adéquat d'en utiliser qu'un ou deux. C'est cette richesse des outils qui est intéressante ». Ils considèrent que « pour tous les enseignants, en formation initiale ou continue, les réflexions sur les PAP sont intéressantes, ainsi que la prise de conscience des bifurcations ou effet Topaze ou Jourdain ». Quant aux autres codages, formes sociales de travail, interactions, organisations mathématiques et didactiques, codes MSP pour les problèmes, ont nettement moins intéressé les participants, alors qu'ils ont été pourtant mis au point et utilisés par l'enquête internationale TIMSS-vidéo pour comparer les leçons de mathématiques filmées dans les différents pays comme moyen d'objectiver le regard sur la leçon.

## Discussion et conclusion

Comment comprendre cet intérêt spécifique pour les PAP ? Tout se passe comme si les autres codages étaient automatiques et qu'ils ne méritent donc pas d'être relevés. Pourtant, si les codages des interactions sont généralement indiscutables, car essentiellement descriptifs, la catégorisation des énoncés et du traitement des problèmes peut soulever des discussions entre codeurs. C'est donc autre chose qui se joue, à notre avis, dans le moindre intérêt des participants pour ces codes MSP : ces codages ne décrivent qu'imparfaitement ce qui se passe précisément en classe. En effet, que ce soit l'enseignant qui prenne en charge tout le travail de réflexion ou que les élèves soient invités à participer à sa résolution, le problème est codé de la même façon. Autrement dit, ces codes ne disent pas s'il y a ou non dévolution du problème à la classe par l'enseignant, alors qu'il s'agit, pour des formateurs en mathématiques et en sciences, d'un geste professionnel essentiel, favorisant l'apprentissage. C'est d'ailleurs en regardant nous-mêmes les vidéos de leçons qu'il nous est apparu nécessaire de définir des codes qui prennent en compte la gestion du milieu par l'enseignant, à l'origine de la définition des PAP.

En ce qui concerne la BDD, avec le recul, nous constatons que le statut des participants du premier cours a joué un rôle important dans leur positionnement et leur relativement faible exploitation de l'outil : les formateurs accueillant dans leurs classes des stagiaires n'ont pas besoin de faire appel à des concepts de didactique, ce qui apparaît clairement dans leurs pré- et post-tests; les formateurs qui ont une part d'enseignement didactique sont plus preneurs de la théorie et plus intéressés par la BDD. Toutefois, ils sont tous restés en retrait, positionnés dans une situation didactique d'attente d'un enseignement (Weiss *et al.*, 2010). A noter



néanmoins que, durant les six mois entre la fin du cours et le follow-up, deux participants ont recouru assez souvent à la BDD pour trouver des réponses à des questions liées à des situations de classe particulières ou en vue de remettre en cause leurs propres fonctionnements routinisés. Pour les formateurs du deuxième cours, le fait d'avoir comme tâche principale (en pré et post-test) l'analyse d'une vidéo du corpus (dont les codages avaient été effacés dans la BDD) au lieu de celle de leur propre leçon, a montré dès le départ l'utilité de la BDD et lui a ainsi conféré un statut d'outil pour un usage précis.

Sur un autre plan, la faible utilisation des forums nous a conduits à repenser la partie e-learning des cours, qui recèle des obstacles inattendus. Ils ont été déjoués par la mise sur pied d'un travail initial collaboratif exigeant : les doutes, les interrogations et les difficultés rencontrées ont favorisé l'utilisation naturelle par les participants de l'espace d'échange à distance et montré les avantages des caractères asynchrone et permanent des forums.

Du point de vue des chercheurs, la mise à l'épreuve de l'outil BDD avec des formateurs a été essentielle pour en envisager l'utilisation ultérieure hors du petit groupe d'initiés. La comparaison des textes pré et post d'analyse de pratiques élaborés par les participants montre que ceux-ci évoluent de la description ou de la justification à l'analyse des épisodes de la leçon et d'un regard global à des remarques basées sur des événements plus pointus. Ces résultats témoignent de l'intérêt de cours de didactique basés sur le visionnage et l'analyse de leçons à l'aide d'outils *ad hoc*. L'exploitation de la BDD avec des enseignants en formation initiale confirme les remarques des formateurs sur son utilité et la nécessité d'un visionnage dirigé. Pour cette raison, à l'instar de Santagata (2010), nous finalisons actuellement la matrice d'un cours modulable pour les étudiants se formant à l'enseignement des mathématiques, exploitant la BDD à l'intention des partenaires de terrain. Cette matrice de cours proposera différents parcours structurés dans la BDD dont la richesse permet une double utilisation : comme déclencheur de réflexion sur l'enseignement des mathématiques à partir de questions sur des extraits qui interpellent et comme exemplification de concepts didactiques à partir d'autres extraits plus explicites. Dans tous les cas, il ne s'agit pas de vidéos tournées « *in vitro* » considérées comme artificielles par les futurs enseignants, mais bien de situations de classes réelles avec toute la complexité que cela implique. Au niveau méthodologique, nous pouvons relever que, dans le processus de création et d'évolution de notre BDD, nous terminons la phase cinq des six phases de la méthode de « recherche de développement d'objet » que Van der Maren (2003) propose : analyse des besoins (1), cahier des charges (2), conception de l'objet (3), analyse et traitement (4), expérimentation avec évaluation, modifications ou ajustements (5) et exploitation (6). C'est au tour des partenaires de terrain d'exploiter largement en formation continue et formation initiale cet outil de formation.



## Références

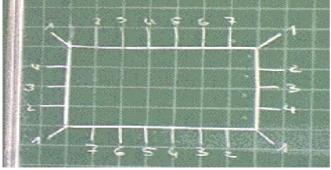
- Artigue, M. (1990). Ingénierie didactique. *Recherches en didactique des mathématiques* 9(3), 231-308.
- Bertoni, M., Floris, R., Haussler, M.-J. & Weiss L. (2006). Catégorisation didactique de séquences vidéo pour l'analyse de pratiques d'enseignement des mathématiques. Communication présentée au colloque Espace Mathématique Francophone, *L'enseignement des mathématiques face aux défis de l'école et des communautés*. Sherbrooke, 27-31 mai 2006. Publication sur cédérom.
- Bosch, M. & Gascon, J. (2002). Organiser l'étude : Théories et empiries. In J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot & R. Floris (Eds.), *Actes de la 11e Ecole d'Eté de Didactique des Mathématiques*, 33-40. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Brophy, J. (Ed.) (2004). *Using Video in Teacher Education*. Oxford : Elsevier.
- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques* 7(2), 33-115.
- Brousseau, G. (1990). Le contrat didactique : le milieu. *Recherches en didactique des mathématiques* 9(3), 309-336.
- Chevallard, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en didactique des mathématiques* 12(1), 73-122.
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques* 19(2), 221-262.
- Coulange, L. (2001). Enseigner les systèmes d'équations en Troisième, Une étude économique et écolo-gique. *Recherches en Didactique des Mathématiques* 21(3), 305-353.
- Ferrez, E., Floris, R. & de Marcellus, O. (2004). *L'enseignement des mathématiques en 8e année dans sept pays. Résumé des résultats de l'enquête internationale TIMSS 1999 Video Study*. Genève : Service de la Recherche en Education du DIP.
- Floris, R., Bertoni, M., Aymon, H., Ferrez, E. & Weiss, L. (2010). Analyse d'un dispositif expérimental de formation de formateurs d'enseignants de mathématiques. In A. Kuzniak & M. Sokhna (Eds.), *Enseignement des mathématiques et développement : enjeux de société et de formation. Actes du Colloque Espace Mathématique Francophone. Revue Internationale Francophone. Numéro Spécial 2010*. Consulté le 28 octobre 2011. Accès : <http://fastef.ucad.sn/EMF2009/colloque.htm>, GT2, 344-356.
- Floris, R. & Schild, H. (2009). Caractérisation de leçons, temps et gestion des PAP. Symposium présenté au Congrès annuel de la SSRE et de la SSFE. *Recherche et développement en matière d'enseignement*, Zurich, 29 juin-1er juillet 2009. Zurich : SSRE.
- Hiebert, J., Gallimore, R., Garnier, H., Bogard Givvin, K., Hollingsworth, H., Jacobs, J., ... Stigler, J. (2003). *Teaching Mathematics in Seven Countries : Results from the TIMSS 1999 Video Study*. Washington, DC : Department of Education, National Center for Education Statistics.
- Margolin, C. (2002). Situations, Milieux, Connaissances. In J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot, R. Floris (Eds.), *Actes de la 11e Ecole d'Eté de Didactique des Mathématiques*, 141-155. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Mellouki, M. (2010). De l'usage de la recherche en formation à l'enseignement. In B. Wentzel & M. Mellouki (Eds.) *Recherche et formation à l'enseignement. Spécificités et interdépendance. Actes de la recherche de la HEP-BEJUNE 8*, 151-173.
- Mercier, A. (1998). Le milieu et la dimension adidactique des relations didactiques. In R. Floris, F. Conne, J. Brun & M.-L. Schubauer-Leoni (Eds.). *Méthodes d'étude du travail de l'enseignant*. Vich : Interactions Didactiques.
- Monnier, A., Weiss, L., de Marcellus, O., Erard, S. & Staeger, P. (2008). Les observations video peuvent-elles renforcer les liens entre théorie et pratique ? Une expérience dans la formation initiale des maîtresses de l'enseignement secondaire genevois (IFMES). *Formation et pratiques d'enseignement en questions* 8, 175-189.
- Monnier, A. & Weiss, L. (2009). *Des chiffres et des lettres. Tournez !* Genève : Cahiers de la section des sciences de l'éducation.
- Portugais, J. (1995). *Didactique des mathématiques et formation des enseignants*. Berne : Peter Lang.
- Reusser, K. & Pauli, C. (2003). *Mathematikunterricht in der Schweiz und in weiteren sechs Ländern. Bericht über die Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Video-Unterrichtsstudie*. Zürich : Pädagogisches Institut, Universität Zürich.



- Robert, A. (2001). Pratiques et contraintes du métier d'enseignant. *Recherches en didactique des mathématiques* 21(1-2), 57-80.
- Robert, A. & Equipe DIDIREM (2004). *Formateurs d'enseignants de mathématiques du second degré : éléments pour une formation Vol. 21*. Paris : IREM Université Paris 7.
- Santagata, R., Zannoni, C. & Stigler, J.W. (2007). The role of lesson analysis in pre-service teacher education : an empirical investigation of teacher learning from a virtual video-based field experience. *J. Math Teacher Educ.* 10, 123-140.
- Santagata, R. and Agelici, G. (2010). Studying the Impact of the Lesson Analysis Framework on Preservice Teachers' Abilities to Reflect on Videos of Classroom Teaching. *J. Teacher Educ.* 61(4), 339-349.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner : How professionals think in action*. New York : Basic Books.
- Seidel, T. (2005). Do we really know how to use videos for teacher training ? Paper presented at the *Advancing Teacher Learning, Design and implementation of innovative professional development*. Ascona : Monte Verità (Switzerland).
- Tardif, M., Lessard, C. & Lahaye, L. (1991). Les enseignants des ordres d'enseignement primaire et secondaire face aux savoirs. Esquisse d'une problématique du savoir enseignant. *Sociologie et société* 23(1), 55-69.
- Tochon, F. V. (2002). *L'analyse de pratique assistée par vidéo*. Sherbrooke : Editions du CRP.
- Van der Maren, J.-M. (2003). *La recherche appliquée en pédagogie, des modèles pour l'enseignement* (2e éd.). Bruxelles : De Boeck.
- Weiss, L., Aymon, H., Floris, R. & Bertoni, M. (2010). Intégration des technologies de l'information et de la communication dans un cours pour formateurs. Une expérience. In A. Kuzniak. & M. Sokhna (Eds.), *Enseignement des mathématiques et développement : enjeux de société et de formation. Actes du Colloque Espace Mathématique Francophone. Revue Internationale Francophone. Numéro Spécial 2010*. Consulté le 28 octobre 2011. Accès : <http://fastef.ucad.sn/EMF2009/colloque.htm>, GT6, 935-949.
- Weiss, L. & Correvon, A. (2009). Peut-on transférer les phases d'apprentissage potentiel (PAP) à d'autres disciplines que les mathématiques ? Symposium présenté au Congrès annuel de la SSRE et de la SSFE. *Recherche et développement en matière d'enseignement*, Zurich, 29 juin-1er juillet 2009. Zurich : SSRE.



**Annexe 1 : Extrait du codage d'une leçon avec les codages temporels, d'interactions et les codes MSP**

Time Code	Code 1	Code 2	Note	Code énoncé	Code traitement	Commentaire
3:52	C11	NM				
5:28		MO				
14:35		IP 3	PS003 : On clôture un champ rectangulaire en plaçant un piquet à chaque coin du champ et ensuite tous les mètres. La barrière coûte 5 francs le mètre et les piquets 2 francs pièce. En nommant X la largeur du champ et Y la longueur, écrire une formule permettant d'estimer le coût total. TR003 : $14X + 14Y$ PS003 	M3	M4M6M8	PAP



## Annexe 2 : Description du code : phase d'apprentissage potentiel (PAP)

Il arrive, lors d'une leçon de mathématiques, que certains élèves donnent des signes pouvant être interprétés comme manifestation d'une intention d'apprentissage. Notre but est de déterminer des critères permettant de décrire les caractéristiques de tels épisodes. Une phase d'apprentissage potentiel (PAP) est une période d'une leçon de mathématique initiée lorsque au moins un élève exprime, à propos d'un problème mathématique, une certaine confusion, une incompréhension, une incertitude, ... que ce soit par une question, un silence, une réponse inadéquate ou lorsque l'enseignant laisse planer de l'incertitude sur la réponse pendant un certain temps. La grille de codage envisagée contient les champs suivants :

- minutage,
- agent initiateur de l'épisode,
- caractérisation du début,
- agent initiateur de la fin de l'épisode,
- caractérisation fin,
- contenu mathématique,
- intentionnalité,
- interaction privée/publique,
- présence de bifurcation,
- maintien ou non dans le milieu apprentissage.

Les caractérisations du début sont : demande d'information, d'explication, d'aide; demande d'évaluation; réponse fausse; non-réponse ou silence ou inaudible; identification d'une erreur par l'enseignant (ou d'un blocage); réponses multiples (contradictoires); demande d'autres solutions possibles, de reformulation; autre.

Les caractérisations de la fin sont : réponse donnée; correction par T; évaluation de la réponse de l'(un) élève; vérification de la réponse de l'(un) élève; suggestion, mise en relation; approbation; répétition approbative réponse de l'élève, reformulation; interruption, abandon; suivie par une institutionnalisation; autre.





