

**L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES
EN 8^E ANNÉE DANS SEPT PAYS**

*Résumé des résultats de l'enquête internationale
« TIMSS 1999 Video Study »*


**Eliane Ferrez
Ruhai Floris
Olivier de Marcellus**


Novembre 2004

Service de la recherche en éducation

12, Quai du Rhône

1205 Genève

 (+41) 022 327 57 11

 (+41) 022 327 57 18

Compléments d'information : Olivier de MARCELLUS
Tél. (+41) 022 327 70 76
olivier.demarcellus@etat.ge.ch

Responsable de l'édition : Narain JAGASIA
Tél. (+41) 022 327 74 28
narain.jagasia@etat.ge.ch

Web : <http://www.geneve.ch/sred>

Diffusion : SRED
12, Quai du Rhône
1205 Genève – Suisse

Tél. (+41) 022 327 57 11
Fax (+41) 022 327 57 18

Avant-propos

Ce rapport présente une sélection des résultats de la partie mathématiques de la recherche internationale *TIMSS 1999 Video Study* (*Third International Mathematics and Science Study*, National Center for Education Statistics, U.S. Department of Education) et des recherches suisses qui l'ont accompagnée. Celles-ci ont été menées par l'Institut pédagogique de l'Université de Zurich, en collaboration avec le Service de la recherche en éducation (SRED) de Genève et l'*Ufficio Studi e Ricerche* de Bellinzone. Le Service de la recherche en éducation s'est chargé de l'organisation de la recherche pour l'ensemble de la Suisse romande, ce qui a notamment permis une participation francophone dans l'étude internationale TIMSS 1999 Video.

La première section (E. Ferrez) est une traduction/adaptation et une synthèse de la publication « *Teaching Mathematics in Seven Countries : Results from the TIMSS 1999 Video Study* » (Hiebert et al. 2003).

La seconde section (E. Ferrez) est essentiellement une traduction/adaptation et une synthèse des résultats suisses issus de la publication « *Mathematikunterricht in der Schweiz und in weiteren sechs Ländern. Bericht über die Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Video-Unterrichtsstudie* » (Reusser & Pauli 2003)¹, complétée par des résultats concernant les types d'énoncés de problèmes et leur implémentation dans les leçons suisses (R. Floris).

La troisième section du rapport (O. de Marcellus) propose quelques interprétations et hypothèses suggérées par l'ensemble des recherches TIMSS Video et l'analyse des leçons romandes en particulier, ainsi que les perspectives par rapport à la formation des enseignants.

Le rapport inclut enfin un CD-ROM, qui présente un exemple de leçon des pays ayant participé à la recherche TIMSS 1999 Video : l'Australie, la République tchèque, Hong Kong RAS², le Japon, les Pays-Bas, les États-Unis et la Suisse. Pour ce qui est de la Suisse, cinq exemples sont proposés : une leçon suisse alémanique, une leçon tessinoise et trois leçons romandes.

¹ Reusser & Pauli (2003) présentent quelques-uns des résultats issus des premiers dépouillements. Pour un exposé détaillé et plus complet, voir Reusser, Pauli & Waldis (en préparation) et d'autres publications (en préparation).

² Pour des raisons de commodité, Hong Kong, Région administrative spéciale de Chine, est désignée dans ce rapport comme un pays.

Table des matières

1. RÉSULTATS INTERNATIONAUX	7
1.1 Introduction	7
1.2 Contexte des leçons.....	10
1.2.1 Degré de représentativité perçu par les enseignants	10
1.3 Structure des leçons.....	11
1.3.1 Rôle des problèmes mathématiques.....	11
1.3.2 Buts des différents segments de leçon	12
1.3.3 Interaction publique et privée	13
1.3.4 Rôle des devoirs.....	14
1.3.5 Clarté de la leçon	14
1.4 Contenu mathématique des leçons.....	15
1.4.1 Domaines mathématiques traités durant les leçons	15
1.4.2 Type de mathématiques	15
1.4.3 Liens entre les problèmes	17
1.5 Pratiques d’enseignement : comment les mathématiques sont abordées.....	18
1.5.1 Présentation et résolution des problèmes mathématiques.....	18
1.5.2 Occasions de parler.....	25
1.5.3 Matériel utilisé durant la leçon	25
1.6 Similitudes et différences dans l’enseignement des mathématiques dans des classes de 8^e degré de sept pays	26
1.6.1 Relations entre les caractéristiques de l’enseignement des mathématiques dans chaque pays.....	27
1.6.2 Rôles joués par des caractéristiques individuelles à l’intérieur de différents systèmes d’enseignement	42
Conclusions	42
Annexe de la partie 1 : Résultats du groupe d’analyse de la qualité des mathématiques	44

2. RÉSULTATS SUISSES	47
2.1 Introduction	47
2.1.1 Buts de l'étude nationale	47
2.2 Méthode	48
2.2.1 Échantillon suisse	48
2.2.2 Récolte des données écrites	48
2.3 Résultats nationaux et comparatifs entre régions linguistiques	49
2.3.1 L'enseignement des mathématiques dans les trois régions linguistiques	49
2.3.2 Le point de vue des élèves	52
2.4 Formes différentes d'enseignement en Suisse alémanique	56
2.4.1 « <i>Erweiterte Lehrformen</i> »	56
3. HYPOTHÈSES ET PERSPECTIVES SUGGÉRÉES PAR LES RÉSULTATS INTERNATIONAUX ET ROMANDS.....	61
3.1 Contexte culturel et évolution des formes d'enseignement.....	62
3.2 Au-delà des dichotomies : pour une analyse fine des interactions	65
3.2.1 Une variété d'approches... et de pièges	65
3.2.2 Initiative des élèves = feedback pour l'enseignant(e).....	67
3.3 De la recherche à la formation... et vice-versa	68
4. BIBLIOGRAPHIE	71



1. RÉSULTATS INTERNATIONAUX

1.1 Introduction

La recherche TIMSS 1999 Video avait pour objectif général l'analyse des pratiques d'enseignement des mathématiques et des sciences³ dans les classes de 8^e degré de différents pays, à l'aide d'enregistrements vidéo. Elle prolongeait la recherche TIMSS 1995 Video, à laquelle trois pays avaient participé : l'Allemagne, le Japon et les États-Unis. De ces trois pays, seul le Japon avait obtenu des résultats très élevés en mathématiques lors de l'enquête internationale TIMSS effectuée en 1995. La recherche TIMSS 1995 Video ne permettait donc pas de déterminer si les pays obtenant de bons résultats en mathématiques ont des pratiques d'enseignement similaires.

La recherche TIMSS 1999 Video, plus vaste et plus ambitieuse que la précédente, a abordé cette question en incluant davantage de pays dont les élèves ont réalisé de bonnes performances comparativement aux États-Unis lors de l'enquête internationale TIMSS effectuée en 1995. Les sept pays qui ont participé sont l'Australie, la République tchèque, Hong Kong RAS, le Japon, les Pays-Bas, la Suisse⁴ et les États-Unis (tableau 1, p. 8).

L'échantillon de la partie mathématiques de la recherche TIMSS 1999 Video était constitué de 638 leçons de mathématiques de 8^e degré. Les leçons ont été sélectionnées de manière aléatoire, l'objectif étant d'obtenir un échantillon représentatif des leçons de mathématiques dans chaque pays participant. Une sélection d'une centaine d'écoles a été opérée au hasard dans chacun des pays, et dans chaque école une leçon de mathématiques a été filmée dans son intégralité. Les enregistrements ont été recueillis tout au long de l'année scolaire, afin de tenter de saisir l'éventail des sujets et des activités ayant cours durant une année scolaire entière.

Le Japon ayant participé uniquement à la partie sciences de l'étude, les leçons de mathématiques collectées dans ce pays pour la recherche TIMSS 1995 Video ont été ré-analysées.

³ Seuls les résultats concernant la partie *mathématiques* sont présentés ici.

⁴ Une comparaison des leçons de mathématiques de la Suisse romande, du Tessin et de la Suisse alémanique montre que les régions linguistiques ne se différencient que peu en ce qui concerne les dimensions considérées par l'analyse internationale (structure des leçons, contenu mathématique, résolution de problèmes). Quelques différences entre régions linguistiques sont abordées dans la seconde partie de ce rapport. Des analyses plus approfondies sont en cours.

Tableau 1. Pays ayant participé à la recherche TIMSS 1999 Video et leur score moyen aux tests mathématiques TIMSS 1995 et TIMSS 1999

Pays	Score mathématiques TIMSS 1995 ¹		Score mathématiques TIMSS 1999 ²	
	Moyenne	Erreur standard	Moyenne	Erreur standard
Australie (AU)	519	3.8	525	4.8
République tchèque (CZ)	546	4.5	520	4.2
Hong Kong (HK)	569	6.1	582	4.3
Japon (JP)	581	1.6	579	1.7
Pays-Bas (NL)	529	6.1	540	7.1
Suisse (CH)	534	2.7	—	—
États-Unis (US)	492	4.7	502	4.0
Moyenne internationale ³	—	—	487	0.7

— Non disponible.

¹ TIMSS 1995 : AU > US; HK, JP > AU, NL, CH, US; JP > CZ; CZ, CH > AU, US; NL > US.

² TIMSS 1999 : AU, NL > US; HK, JP > AU, CZ, NL, US.

³ Moyenne internationale : AU, CZ, HK, JP, NL, US > moyenne internationale.

Note : La Suisse n'a pas participé au test TIMSS 1999.

Source : Gonzales P., Calsyn C., Jocelyn L., Mak K., Kastberg D., Arafeh S., Williams T., and Tsen W. (2000). *Pursuing Excellence : Comparisons of International Eighth-Grade Mathematics and Science Achievement from a U.S. Perspective, 1995 and 1999* (NCES 2001-028). U.S. Department of Education. Washington, DC : National Center for Education Statistics.

Outre le but général présenté plus haut, la recherche TIMSS 1999 Video visait les objectifs suivants : développer des mesures d'observation objectives servant d'indices quantitatifs des pratiques d'enseignement dans chaque pays, comparer les pratiques d'enseignement entre les pays et identifier les caractéristiques similaires et différentes des leçons, décrire des profils de pratiques d'enseignement à l'intérieur de chaque pays, et enfin développer des méthodes pour communiquer les résultats au moyen de rapports écrits et de séquences vidéo, dans un objectif à la fois de recherche et de développement professionnel.

Bien que les relations entre enseignement et apprentissage soient de nature complexe, il est établi que l'enseignement influence l'apprentissage fait par les élèves (Brophy and Good 1986 ; Hiebert 1999 ; *National Research Council* 1999). De riches descriptions de l'enseignement peuvent stimuler les débats et contribuer à l'identification des facteurs susceptibles d'accroître et d'améliorer les occasions d'apprentissage des élèves. Observer une influence de l'enseignement sur l'apprentissage des élèves ne revient toutefois pas à dire qu'il en est l'unique cause. De nombreux facteurs à l'intérieur ou à l'extérieur de l'école, passés et présents, ont un impact sur le niveau de réussite des élèves (*National Research Council* 1999 ; Floden 2001 ; Wittrock 1986). C'est pourquoi il est difficile et prématuré d'établir des liens directs entre l'enseignement en classe et le niveau de réussite des élèves, ceci d'autant plus que dans la plupart des pays participants, les classes filmées et les classes ayant pris part aux tests de mathématiques TIMSS ne sont pas les mêmes.

Comparer les pratiques d'enseignement ayant cours dans différents pays comporte néanmoins plusieurs avantages. Observer d'autres manières de fonctionner révèle en effet plus clairement les présupposés de nos propres pratiques et nous incite à les réexaminer, tout en suggérant des alternatives. La découverte de pratiques alternatives stimule le débat sur les choix passés et permet de les reconsidérer avec un œil nouveau. Enfin, une étude comparative de

l'enseignement apporte des éléments de compréhension aux chercheurs et leur permet d'affiner leurs hypothèses sur la manière dont différentes pratiques peuvent influencer l'apprentissage.

L'enregistrement vidéo des leçons présente, lui aussi, des avantages particuliers. Il permet un examen détaillé de processus complexes, de multiples points de vue. Une même séquence peut être visionnée à plusieurs reprises, au ralenti si besoin est. La vidéo permet d'accroître l'accord inter-juges. Les données enregistrées ont également l'avantage de pouvoir être exploitées ultérieurement, recodées de différentes manières et en poursuivant des objectifs divers. Elles facilitent l'intégration d'informations qualitatives et quantitatives et permettent de communiquer les résultats de recherche en les illustrant par des exemples réels.

Outre les avantages significatifs qui viennent d'être énumérés, la méthode de l'enregistrement vidéo comporte également son propre lot de défis, tels que la standardisation des procédures d'enregistrement, la validité de l'échantillonnage, la fidélité du codage, le pouvoir excessif de l'anecdote, ou encore l'effet de la caméra vidéo sur la classe. Pour minimiser cet effet, il a été demandé aux enseignants de mener leur leçon comme à leur habitude. Un questionnaire leur a en outre été soumis après l'enregistrement, afin d'obtenir une évaluation de la représentativité de la leçon filmée.

La recherche TIMSS 95 Video a été la première à utiliser une telle technologie pour étudier l'enseignement à l'échelle d'un pays et comparer entre elles les pratiques d'enseignement de plusieurs pays. Elle a fourni un point de départ à la recherche TIMSS 99 Video, tant au niveau des méthodes que du fond. La recherche de 1999 va plus loin, notamment de par le développement d'un nouveau système de codage⁵ pour analyser les leçons et la participation d'un plus grand nombre de pays avec des scores élevés en mathématiques. Alors que la recherche de 1995 pouvait laisser présumer que la méthode d'enseignement du Japon était nécessaire pour obtenir de bons résultats en mathématiques, les descriptions des leçons présentées dans ce rapport révèlent une variété complexe de caractéristiques et de patterns d'enseignement et devraient conduire à une discussion profonde et plus nuancée de l'enseignement des mathématiques, dans et entre les pays.

⁵ Une équipe internationale, composée de représentants de chaque pays excepté le Japon, a été réunie pour développer un système de codage s'appliquant aux données mathématiques de la recherche TIMSS 1999 Video. Cette équipe était responsable de la création et de la supervision du processus de codage. La majorité des codes ont été appliqués aux données vidéo par les membres d'une seconde équipe internationale, représentant la totalité des pays participants. Les membres de cette équipe de codage n'étant cependant pas tous experts en mathématiques ou en enseignement, plusieurs groupes de spécialistes, avec différents domaines de compétence, ont été constitués pour créer et appliquer des codes particuliers pour ce qui concerne la nature mathématique du contenu, la pédagogie et le discours. Pour plus de détails sur chacun de ces groupes et les codes développés et appliqués, voir le rapport technique (Jacobs et al., à paraître). Voir <http://nces.ed.gov/timss/> pour des extraits de vidéos illustrant les codes.

1.2 Contexte des leçons

Les enseignants de chaque leçon ont répondu à un questionnaire destiné à fournir des informations sur leur formation et leur expérience ainsi qu'une évaluation de la représentativité des leçons filmées. Les données récoltées pour le Japon dans le cadre de la recherche TIMSS 95 Video proviennent d'une version différente du questionnaire et les résultats ne sont pas présentés ici. Le résultat probablement le plus important qui ressort de cette analyse concerne le degré de représentativité des leçons perçu par les enseignants⁶.

1.2.1 Degré de représentativité perçu par les enseignants

Une leçon de mathématiques fait d'ordinaire partie d'une séquence de leçons liées les unes aux autres. Si tel n'est pas le cas, on peut soupçonner la leçon d'être atypique et d'avoir été donnée spécialement dans l'intérêt de cette étude. Entre 92 et 100% des leçons sont données par des enseignants rapportant que la leçon filmée fait partie d'une unité plus large, aucune différence entre les pays n'étant observée.

En ce qui concerne la pédagogie, dans les six pays, entre 74 et 97% des enseignants estiment appliquer « souvent » ou « presque toujours » les méthodes utilisées dans la leçon filmée. La capacité de l'enseignant(e) à mener une leçon est liée en partie au comportement des élèves et pour la moitié des leçons au moins, dans chaque pays, les enseignants ont relevé un comportement habituel de la part de leurs élèves, excepté en République tchèque (44%). Quant au niveau de difficulté du contenu mathématique de la leçon, entre 75 et 92% des leçons dans chaque pays sont jugées par les enseignants d'un niveau à peu près identique à la plupart des leçons.

Les enseignants ont également été interrogés spécifiquement sur l'influence d'une caméra vidéo dans la classe. En Australie, aux Pays-Bas, en Suisse et aux États-Unis, entre 80 et 91% des leçons sont considérées par les enseignants de qualité plus ou moins identique aux leçons habituelles, malgré la présence d'une caméra vidéo. En République tchèque et à Hong Kong, respectivement 38 et 35% des leçons sont jugées par les enseignants de moins bonne qualité que celles qu'ils ont l'habitude de donner.

Sachant qu'elle allait être filmée, les enseignants auraient pu s'investir davantage dans la préparation de leur leçon que dans celle d'une leçon similaire. Des comparaisons intra-pays montrent qu'en moyenne, les leçons de l'Australie, de la République tchèque, de Hong Kong et de la Suisse sont données par des enseignants qui disent avoir passé plus de temps que d'habitude à préparer la leçon filmée. D'autre part, aux Pays-Bas et aux États-Unis, aucune différence n'est observée entre le temps moyen consacré à préparer la leçon filmée et celui investi pour une leçon habituelle.

Il ressort de cette analyse que la majorité des leçons de mathématiques de 8^e degré filmées pour TIMSS dans la plupart des pays sont données par des enseignants considérant la leçon filmée typique de leur enseignement.

⁶ La plupart des analyses présentées dans la première section de ce rapport sont des comparaisons de moyennes ou de distributions entre les pays. Un seuil de significativité de .05 a été utilisé pour toutes les analyses. Toutes les différences mentionnées atteignent au moins ce seuil de significativité.

1.3 Structure des leçons

1.3.1 Rôle des problèmes mathématiques

Au niveau de l'organisation des leçons, il apparaît que les sept pays ont en commun plusieurs éléments de base. L'enseignement des mathématiques au 8^e degré consiste en effet de manière prédominante en la résolution de problèmes. Cette activité représente, dans la totalité des pays participant à l'étude, au minimum 80% de la durée de la leçon.

Les problèmes ont été définis comme des événements constitués d'un énoncé, l'information inconnue dont il est question pouvant être obtenue en appliquant une opération mathématique. La longueur et la complexité des problèmes varient considérablement. Bien qu'ils puissent être relativement peu exigeants, ils doivent nécessiter un certain degré de réflexion chez les élèves de 8^e degré. De simples questions relatives à une information immédiatement accessible ne sont pas considérées comme des problèmes. Les types d'opérations mathématiques suivants sont courants :

- addition, soustraction, multiplication et division de nombres entiers, nombres réels, fractions, pourcentages, expressions algébriques ;
- résolution d'équations ;
- mesure de distances, surfaces, volumes, angles ;
- construction ou lecture de graphiques ;
- application de formules pour résoudre des problèmes de la vie courante.

Problèmes indépendants et séries de problèmes

La résolution de problèmes représentant une telle part du travail mathématique des élèves de 8^e degré, une description complète des leçons requiert une analyse de la nature de ces problèmes et de la manière dont ils sont résolus. Exception faite des problèmes achevés préalablement à la leçon (devoirs, examens, etc.) et dont seule la solution est partagée en classe, deux types de problèmes sont distingués, selon le rôle qu'ils jouent durant la leçon. Les *problèmes indépendants* sont présentés comme des problèmes uniques, sur lesquels les élèves travaillent durant une période déterminée. Ces problèmes peuvent être résolus publiquement ou comprendre une phase de travail privé – individuel ou en petits groupes. Les *séries de problèmes* sont, quant à elles, présentées comme un ensemble de problèmes sur lesquels les élèves travaillent de manière privée. Il n'est donc pas possible de déterminer le temps passé par les élèves à travailler sur chaque problème de ce type.

La part de la leçon consacrée à ces deux types de problèmes varie selon les pays (graphique 1)⁷. En effet, si en République tchèque, à Hong Kong, au Japon et aux États-Unis, on accorde en moyenne davantage de temps à la résolution de problèmes indépendants qu'à la résolution de séries de problèmes, l'inverse s'observe en Australie, aux Pays-Bas et en Suisse.

Il est important de distinguer ces types de problèmes car ils peuvent engendrer des expériences différentes pour les élèves. De plus, le temps consacré à chaque problème

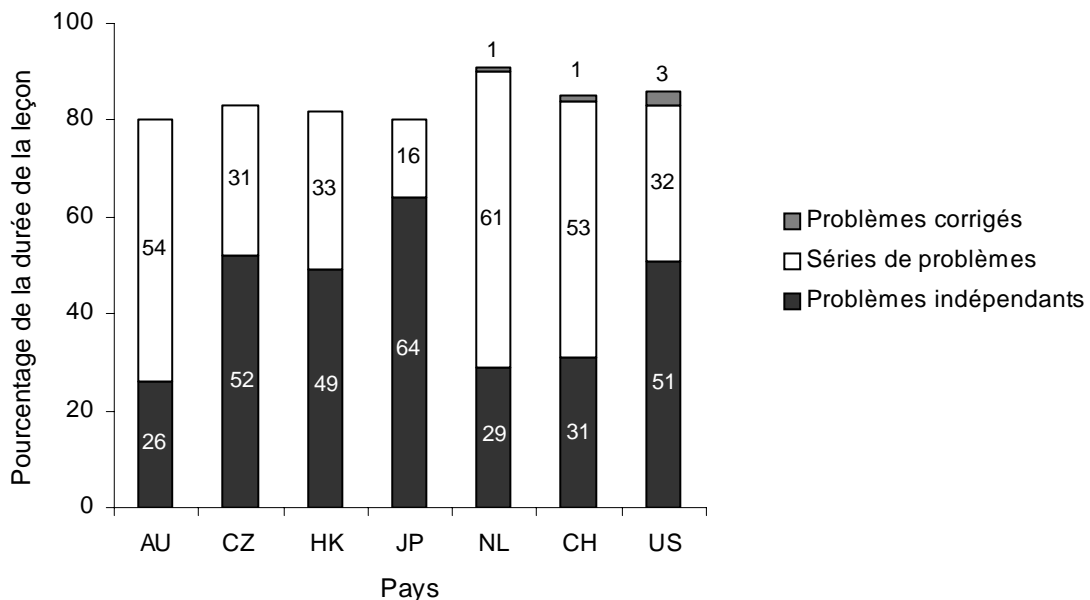
⁷ Graphiques 1 à 18. Source : U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics, Third International Mathematics and Science Study, Video Study, 1999.

indépendant étant clairement définissable, ces problèmes peuvent être examinés plus attentivement.

Les élèves de la République tchèque travaillent sur un plus grand nombre de problèmes indépendants par leçon (13 en moyenne) que ceux de Hong Kong, du Japon, des Pays-Bas et de la Suisse.

Au Japon, les élèves travaillent en moyenne sur trois problèmes indépendants par leçon, ce qui est moins que dans les autres pays (mais différence JP-AU non significative). Les élèves japonais passent en outre davantage de temps à travailler sur chaque problème indépendant (15 minutes en moyenne) que les élèves de tous les autres pays (2 à 5 minutes en moyenne).

Graphique 1. Pourcentage moyen de la durée de la leçon consacrée aux problèmes indépendants, aux séries de problèmes et aux problèmes achevés préalablement et uniquement corrigés durant la leçon, par pays



- Problèmes corrigés : US>AU, CZ, HK.
- Séries de problèmes : AU, NL, CH>CZ, HK, JP, US.
- Problèmes indépendants : CZ, HK, JP, US>AU, NL, CH.

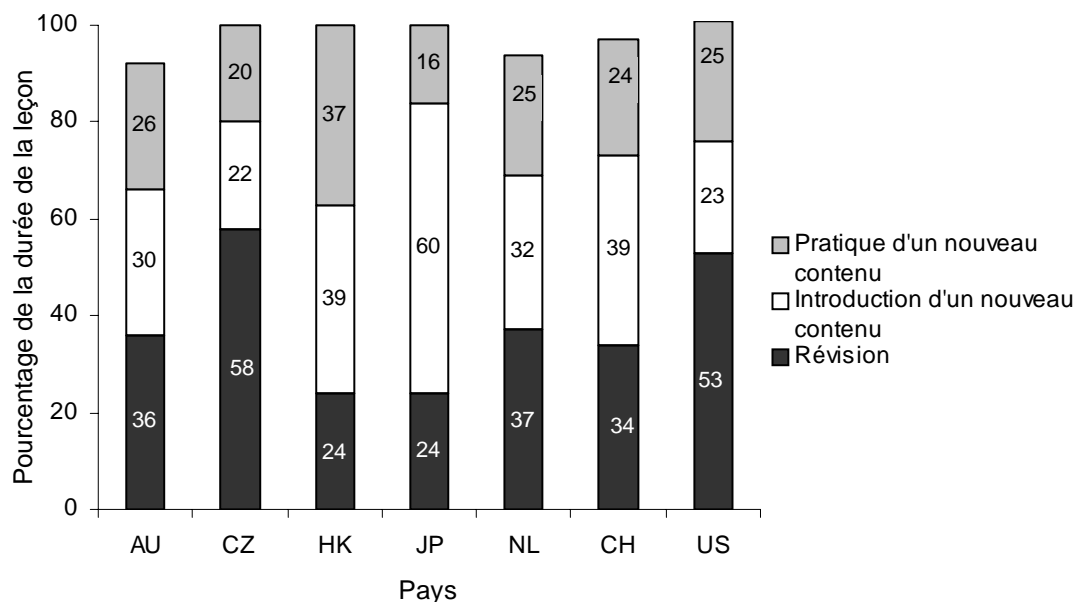
1.3.2 Buts des différents segments de leçon

Révision et nouveau contenu

Les problèmes mathématiques, tout comme le travail mathématique accompli hors du contexte d'un problème, peuvent être utilisés à des fins diverses par les enseignants : révision ou renforcement d'un contenu précédemment présenté, introduction d'un nouveau contenu, pratique ou application d'un nouveau contenu. Force est de constater que le Japon met davantage l'accent sur l'introduction d'un nouveau contenu que l'ensemble des autres pays (graphique 2). La pratique d'un nouveau contenu occupe une plus grande partie de la leçon à

Hong Kong qu'au Japon, en Suisse et en République tchèque. Quant à la révision, un plus grand pourcentage de la durée de la leçon lui est consacré en République tchèque que dans les autres pays (mais différence CZ-US non significative).

Graphique 2. Pourcentage moyen de la durée de la leçon consacrée aux différents buts, par pays



- Pratique d'un nouveau contenu : HK > CZ, JP, CH.

- Introduction d'un nouveau contenu : HK, CH > CZ, US; JP > AU, CZ, HK, NL, CH, US.

- Révision : CZ > AU, HK, JP, NL, CH; US > HK, JP.

Si l'on cumule le temps dévolu à l'introduction et à la pratique d'un nouveau contenu, les enseignants d'Australie, de Hong Kong, du Japon, des Pays-Bas ainsi que de la Suisse consacrent davantage de temps au nouveau contenu qu'à la révision durant la leçon. La République tchèque présente le pattern inverse, alors qu'aux États-Unis aucune différence n'est observée. Enfin, si une leçon de mathématiques peut combiner la révision, l'introduction et la pratique d'un nouveau contenu, certaines leçons sont entièrement dévolues à l'un de ces buts. Un plus grand pourcentage de leçons est entièrement consacré à la révision aux États-Unis et en République tchèque qu'à Hong Kong et au Japon.

1.3.3 Interaction publique et privée

La manière dont enseignants et élèves interagissent engendre également différentes expériences d'apprentissage pour les élèves. Le temps dévolu à l'*interaction publique* (présentation publique de l'enseignant(e) ou d'un ou plusieurs élèves destinée à tous les élèves) et à l'*interaction privée* (les élèves travaillent à leur place individuellement, par paires ou par petits groupes, tandis que l'enseignant(e) circule dans la classe et interagit de manière privée avec des élèves en particulier) varie selon les pays. Un plus grand pourcentage de la durée de la leçon est dédié à l'interaction publique à Hong Kong que dans les autres pays (mais différence HK-US non significative). L'interaction privée occupe, elle, une part plus

grande de la leçon aux Pays-Bas que dans les autres pays (mais différence NL-AU non significative). Si l'on considère la répartition entre les deux types d'interaction dans chacun des pays, l'interaction publique se révèle prédominante, excepté aux Pays-Bas et en Australie.

Par ailleurs, lors des interactions privées, les élèves travaillent-ils plus souvent seuls ou avec leurs pairs ? Dans la totalité des pays participant à l'étude, le travail individuel prévaut sur le travail de groupe. Selon les pays, de 73% (Australie) à 95% (Hong Kong) du temps consacré à l'interaction privée, en moyenne, implique un travail individuel de la part des élèves.

1.3.4 Rôle des devoirs

La place accordée aux devoirs durant la leçon a elle aussi un impact sur l'organisation de cette dernière. Dans chacun des pays, des devoirs sont donnés aux élèves dans 57% des leçons au moins, excepté au Japon (36%). Les élèves des Pays-Bas commencent à résoudre pendant la leçon un plus grand nombre de problèmes donnés en devoirs (10 en moyenne) que ne le font les élèves des autres pays (mais différence NL-AU non significative), et ils passent davantage de temps au cours de la leçon sur ces problèmes (10 minutes) que les élèves des six autres pays. En outre, un plus grand nombre de problèmes par leçon préalablement donnés en devoirs sont corrigés et discutés (12 en moyenne) et davantage de temps leur est consacré (16 minutes) aux Pays-Bas que dans les autres pays (mais différences NL-CH et NL-US non significatives).

1.3.5 Clarté de la leçon

Présentation de l'objectif de la leçon

D'autres éléments structurent l'environnement d'apprentissage des élèves et concernent la clarté de la leçon. Les enseignants peuvent employer différentes méthodes pour aider les élèves à reconnaître les points clés d'une leçon. L'une d'entre elles consiste à décrire l'objectif de la leçon, c'est-à-dire à exposer de manière explicite, oralement ou par écrit, le ou les sujets spécifiques qui vont être abordés. C'est en République tchèque qu'on trouve le plus grand pourcentage de leçons (91%) comprenant au moins une présentation d'un objectif (mais différence CZ-JP non significative). Aux Pays-Bas, le pourcentage de leçons incluant au moins une présentation d'un objectif est plus faible (21%) que dans l'ensemble des autres pays.

Résumé de la leçon

Une seconde manière d'aider les élèves à identifier les idées essentielles dans une leçon est de souligner les points qui viennent d'être étudiés par un résumé. Cette méthode est toutefois moins courante que la précédente, et cela dans les sept pays. Au Japon, en République tchèque et à Hong Kong, 21% ou plus des leçons comportent au moins un résumé, et c'est le cas pour 10% des leçons en Australie. Dans les autres pays où des estimations fiables ont pu être obtenues, 2 à 6% des leçons contiennent au moins un résumé.

1.4 Contenu mathématique des leçons

La structure de la leçon décrite dans le chapitre précédent fournit un cadre à l'intérieur duquel se créent des occasions d'apprentissage. Leur nature se précise en considérant le contenu mathématique présenté durant la leçon. Si les enregistrements ont bien été recueillis tout au long de l'année scolaire, les leçons n'ont pas été sélectionnées pour représenter de manière systématique le programme dans chaque pays. Par conséquent, les thèmes mathématiques traités dans l'échantillon de leçons de chaque pays sont décrits dans ce chapitre, mais aucune comparaison statistique entre les pays n'a été effectuée. Les comparaisons statistiques portent sur d'autres caractéristiques du contenu des leçons, telles que la complexité des problèmes mathématiques ou encore les liens entre les problèmes d'une leçon.

1.4.1 Domaines mathématiques traités durant les leçons

Les sujets abordés par les problèmes ont été regroupés en cinq grandes catégories : les nombres, la géométrie, les statistiques, l'algèbre et la trigonométrie. Dans tous les pays, 82% ou plus des problèmes par leçon, en moyenne, abordent trois domaines majeurs : les nombres, la géométrie et l'algèbre. Au Japon, 73% des problèmes par leçon traitent de géométrie plane, ce qui est probablement dû au fait que la plupart des leçons de l'échantillon du Japon filmées pour la recherche TIMSS 95 Video l'ont été durant une partie de l'année scolaire seulement. A noter encore qu'à Hong Kong, 14% des problèmes par leçon en moyenne concernent la trigonométrie, alors que dans les autres pays les problèmes de trigonométrie sont proposés trop peu fréquemment pour obtenir des estimations fiables.

1.4.2 Type de mathématiques

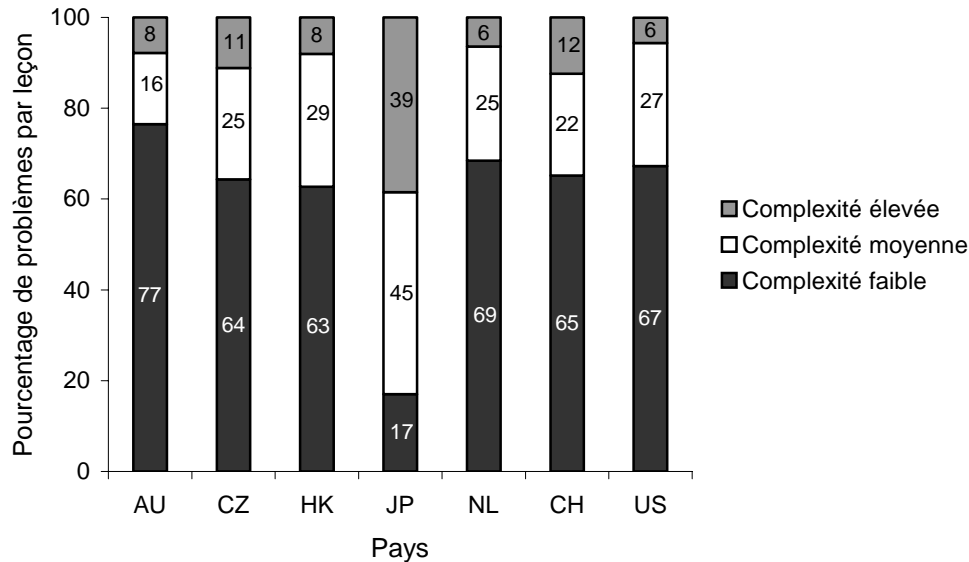
Complexité procédurale

Le niveau de complexité des mathématiques proposées dans les leçons est une caractéristique importante mais difficile à définir, car liée à des facteurs tels que l'expérience et la capacité des élèves. La complexité *procédurale* peut, quant à elle, se définir indépendamment de l'élève, par le nombre d'étapes nécessaires à la résolution d'un problème en utilisant une méthode courante. Trois niveaux de complexité procédurale ont été définis : faible, moyenne et élevée. La résolution d'un problème de faible complexité à l'aide de procédures classiques requiert quatre décisions ou moins de la part de l'élève. Un problème de moyenne complexité exige plus de quatre décisions de la part de l'élève et peut contenir un sous-problème. La résolution d'un problème de complexité élevée demande à l'élève plus de quatre décisions et contient deux sous-problèmes ou plus.

Il ressort de cette analyse que le niveau de complexité procédurale des problèmes abordés au Japon diffère de celui des six autres pays (graphique 3). Le Japon compte en effet un plus petit pourcentage de problèmes de faible complexité (17%) et un plus grand pourcentage de problèmes de complexité élevée (39%) par leçon que la totalité des autres pays participant à l'étude. Dans ces derniers, 63% ou plus des problèmes par leçon en moyenne sont de faible complexité et 12% ou moins des problèmes sont de complexité élevée. La question d'un éventuel lien entre le profil du Japon et le pourcentage relativement élevé de problèmes de géométrie plane dans l'échantillon de leçons de ce pays se pose. Lorsque la comparaison ne

concerne que les problèmes de géométrie plane, la complexité procédurale des problèmes du Japon diffère effectivement moins de celle des autres pays⁸.

Graphique 3. Pourcentage moyen de problèmes par leçon de chaque niveau de complexité procédurale, par pays

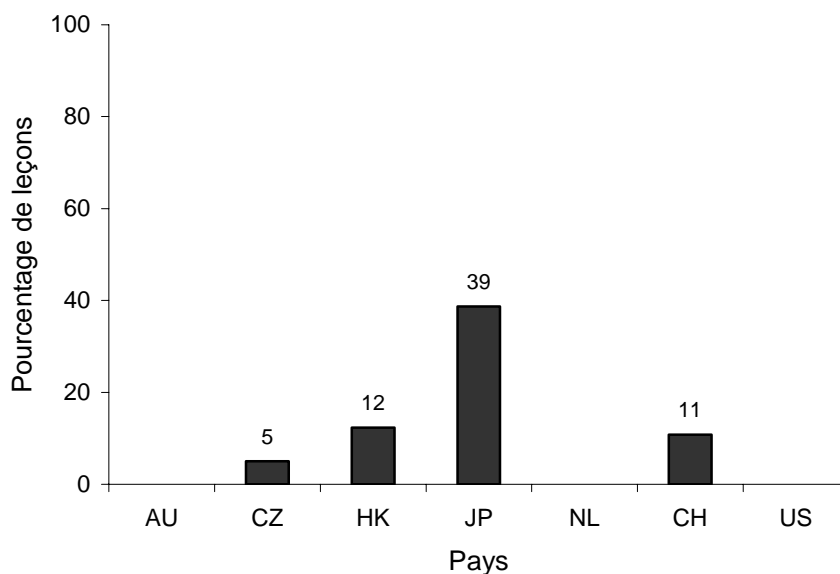


- Complexité élevée : JP>AU, CZ, HK, NL, CH, US.
- Complexité moyenne : HK>AU; JP>AU, CH.
- Complexité faible : AU, CZ, HK, NL, CH, US>JP.

Raisonnement mathématique

Les formes de raisonnement particulières impliquées dans la résolution de problèmes sont une des caractéristiques qui distingue les mathématiques d'autres matières scolaires (*National Research Council 2001*). Les démonstrations mathématiques font appel à un raisonnement de type déductif qui, bien qu'observé peu fréquemment dans tous les pays lors de la recherche TIMSS 95 Video (Stigler et al. 1999), est un aspect important des mathématiques du degré primaire et secondaire (*National Council of Teachers of Mathematics 2000* ; *National Research Council 2001*). Les résultats de cette étude montrent que les problèmes impliquant des démonstrations sont assez courants au Japon, 26% des problèmes (par leçon) en moyenne comportant des démonstrations et 39% des leçons comprenant au moins une démonstration (graphique 4). Ces pourcentages sont supérieurs à ceux de la République tchèque, de Hong Kong et de la Suisse. En Australie, aux Pays-Bas ainsi qu'aux États-Unis, les problèmes impliquant des démonstrations sont trop peu nombreux pour obtenir des estimations fiables. La prépondérance des problèmes de géométrie plane dans l'échantillon japonais n'explique pas la fréquence relativement élevée des problèmes comportant des démonstrations dans les leçons de ce pays.

⁸ Étant donné les tailles d'échantillon réduites, les résultats doivent être interprétés avec prudence.



Graphique 4. Pourcentage de leçons qui contiennent au moins une démonstration, par pays

Note : JP > CZ, HK, CH.

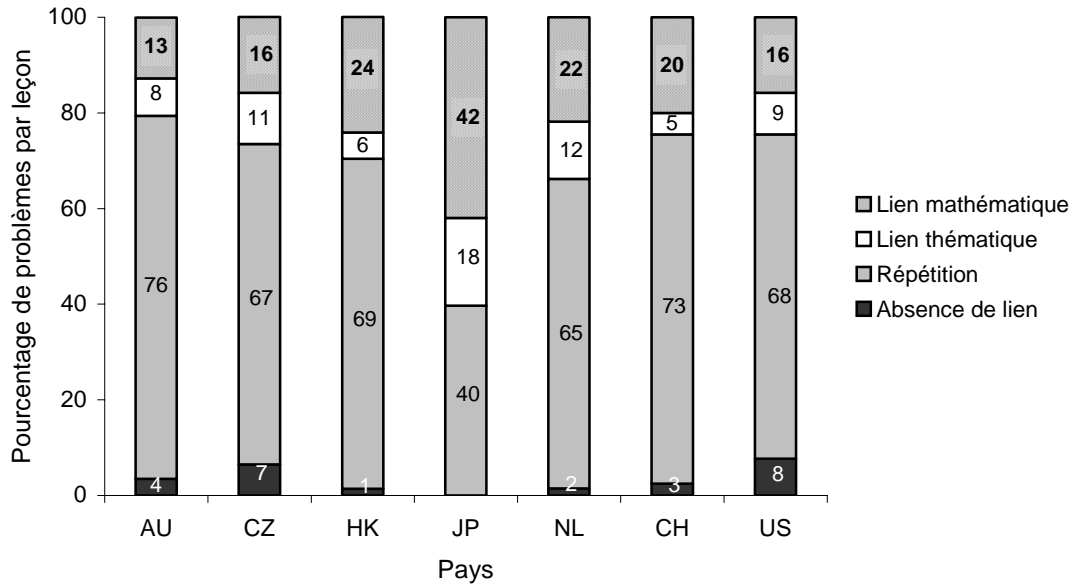
1.4.3 Liens entre les problèmes

A l'instar des facteurs pédagogiques – description de l'objectif et résumé de la leçon – présentés dans le chapitre précédent, la manière dont les problèmes d'une leçon sont reliés les uns aux autres influence la clarté et la cohérence de la leçon. Quatre types de relations, mutuellement exclusives, ont été identifiées : *répétition*, *lien mathématique*, *lien thématique*, *absence de lien*⁹. Un problème est considéré comme une répétition s'il est identique ou presque à un problème précédent de la leçon, et si sa résolution requiert essentiellement les mêmes opérations. Un problème est relié mathématiquement à un problème précédent de la leçon si la solution du problème précédent est utilisée pour sa résolution, s'il prolonge le problème précédent en nécessitant des opérations supplémentaires, s'il en souligne certaines opérations, ou s'il le développe en proposant une autre manière de le résoudre.

Proposer des séries de problèmes qui ont un lien mathématique les uns avec les autres peut donner de bonnes occasions aux élèves de construire des relations mathématiques et de comprendre la structure mathématique du sujet qu'ils sont en train d'étudier (Hiebert et al. 1997 ; *National Research Council* 2001). Les problèmes qui sont des répétitions ne demandent pour leur part à l'élève que peu de changement dans sa réflexion à partir du moment où il a résolu le premier problème de la série. Le Japon comprend un plus grand pourcentage de problèmes par leçon avec un lien mathématique (42%) et un plus faible pourcentage de problèmes qui sont des répétitions (40%) que les autres pays (graphique 5). Dans les six autres pays, 65% ou plus des problèmes sont des répétitions. En outre, en comparant uniquement les problèmes de géométrie plane, les leçons japonaises conservent leur pourcentage relativement

⁹ Le premier problème de chaque leçon n'a pas été codé, car il n'est précédé d'aucun problème.

élevé de problèmes qui ont un lien mathématique, mais aucune différence significative n'apparaît en ce qui concerne le pourcentage de problèmes qui sont des répétitions.



Graphique 5. Pourcentage moyen de problèmes par leçon liés à des problèmes précédents, par pays

- Lien mathématique : HK>AU; JP>AU, CZ, HK, NL, CH, US.
- Lien thématique : CZ, JP>CH; NL>HK, CH.
- Répétition : AU, CZ, HK, NL, CH, US>JP.
- Absence de lien : CZ>HK, NL, CH.

1.5 Pratiques d'enseignement : comment les mathématiques sont abordées

La manière dont la classe travaille sur le contenu mathématique durant la leçon apporte des informations additionnelles importantes quant aux occasions d'apprentissage des élèves¹⁰.

‡

1.5.1 Présentation et résolution des problèmes mathématiques

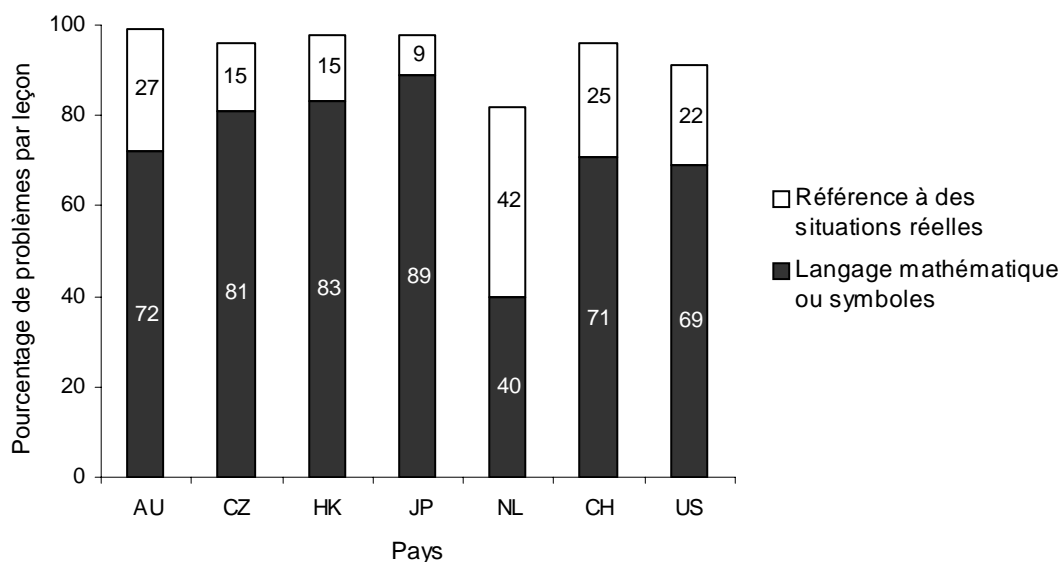
Contexte du problème

Les problèmes peuvent faire référence à des situations réelles, ou au contraire être présentés en n'utilisant que le langage mathématique et les symboles. La relation appropriée entre les

¹⁰ La plupart des analyses présentées dans ce chapitre portent sur la totalité des problèmes, excepté les problèmes achevés préalablement à la leçon filmée et dont seules les réponses sont partagées durant cette dernière.

mathématiques et la réalité a été sujette à discussions pendant longtemps (Davis and Hersh 1981 ; Stanic and Kilpatrick 1988). Selon certains, accentuer les liens entre les mathématiques et les situations de la vie courante peut distraire les élèves des idées importantes et des relations à l'intérieur des mathématiques elles-mêmes (Brownell 1935 ; Prawat 1991). D'autres affirment que présenter des problèmes mathématiques dans un contexte réel comporte certains avantages significatifs, ces problèmes étant utiles pour démontrer la pertinence des mathématiques et plus intéressants pour les élèves (Burkhardt 1981 ; Lesh and Lamont 1992 ; Streefland 1991). Aux Pays-Bas, le pourcentage de problèmes par leçon (40% en moyenne) présentés en utilisant uniquement le langage mathématique ou des symboles est inférieur à celui des six autres pays (graphique 6). Au Japon, 89% des problèmes sont présentés de cette manière, pourcentage supérieur à celui de l'Australie, des Pays-Bas, de la Suisse et des États-Unis.

Graphique 6. Pourcentage moyen de problèmes par leçon formulés en faisant référence à des situations réelles ou en utilisant uniquement le langage mathématique et les symboles, par pays



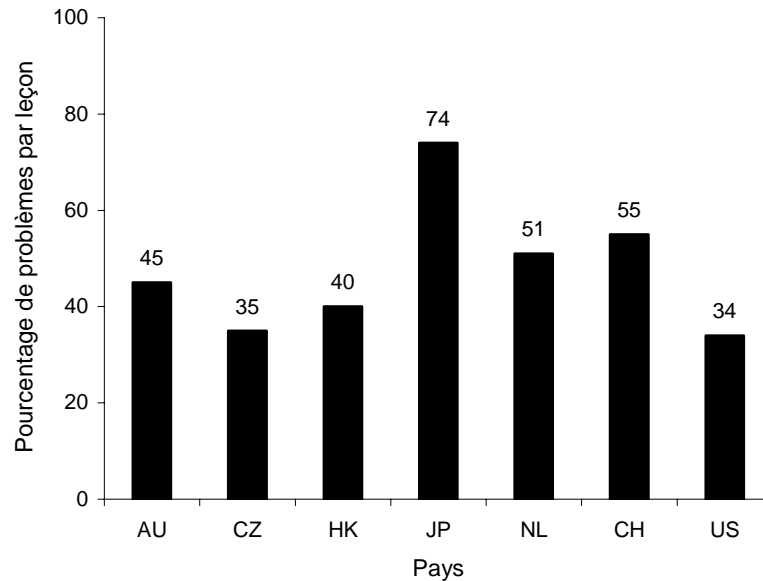
- Référence à des situations réelles : AU, CH > JP ; NL > CZ, HK, JP, US.

- Langage mathématique ou symboles uniquement : AU, CZ, HK, JP, CH, US > NL ; JP > AU, CH, US.

Applications

Le travail des élèves peut prendre des formes variées. Ils peuvent apprendre une procédure particulière et devoir ensuite suivre cette procédure dans une série de problèmes similaires, des exercices. On peut également demander aux élèves d'appliquer des procédures apprises dans un contexte pour résoudre des problèmes présentés dans un contexte différent. Ces *applications* sont plus exigeantes conceptuellement que des exercices de routine, dans le sens où l'élève doit décider quand et comment utiliser des procédures qu'il peut avoir déjà apprises et exercées. Les résultats montrent que le Japon compte un plus grand pourcentage de problèmes par leçon qui sont des applications (74%) que les autres pays (mais différence JP-CH non significative) (graphique 7).

Graphique 7. Pourcentage moyen de problèmes par leçon qui sont des applications, par pays



Note : JP>AU, CZ, HK, NL, US; NL>US; CH>CZ.

Présentation publique des solutions

La présentation publique de la solution d'un problème donne la possibilité à l'enseignant(e) et aux élèves de discuter de ce problème. Dans tous les pays, la solution de la plupart des problèmes indépendants¹¹ (88 à 95% par leçon, en moyenne) est présentée publiquement. Des différences entre les pays apparaissent par contre en ce qui concerne les séries de problèmes. En République tchèque, 76% des problèmes par leçon aboutissent à une présentation publique de la solution, pourcentage supérieur à celui de l'Australie, de la Suisse, des États-Unis et des Pays-Bas. Aux Pays-Bas, le pourcentage de problèmes dont la solution est partagée (16% par leçon) est plus faible que dans les six autres pays.

Développement et discussion des méthodes de résolution

Présentation publique de méthodes alternatives, choix de la méthode de résolution

Certains arguments théoriques et données empiriques suggèrent que l'examen de méthodes alternatives, tout comme la possibilité d'un certain choix dans la manière de résoudre le problème, sont bénéfiques pour les élèves (Brophy 1999 ; *National Research Council* 2001). Or, dans tous les pays sauf le Japon, des méthodes alternatives ne sont présentées publiquement que pour 5% ou moins des problèmes par leçon, en moyenne. Au Japon, 17% des problèmes comprennent la présentation publique de méthodes alternatives, un pourcentage plus élevé que celui observé en Australie, en République tchèque et à Hong Kong. Une indication claire permettant aux élèves de choisir leur propre méthode n'est donnée que pour 9% ou moins des problèmes dans tous les pays, excepté le Japon (15%).

¹¹ Les problèmes indépendants et les problèmes en série ont été examinés séparément car les seconds, souvent, ne sont pas du tout discutés publiquement durant la leçon filmée. En effet, les leçons peuvent comporter un grand nombre de problèmes en série à résoudre par les élèves sur une durée de plusieurs jours.

Participation des élèves à la présentation et à l'examen de méthodes alternatives

Il reste encore à déterminer si les élèves participent de manière active au développement et à l'examen de méthodes alternatives. Ceci implique non seulement le choix de l'élève concernant les méthodes de résolution et la présentation publique de méthodes alternatives, mais également la présentation d'une méthode au moins par un élève, ainsi que la critique ou l'examen prolongé d'une méthode en particulier ou la comparaison de méthodes. Les résultats montrent que ces critères, assez stricts il faut le noter, sont rarement remplis. C'est le cas pour 3% ou moins des problèmes par leçon dans tous les pays, à l'exception du Japon. Le pourcentage de ce pays (9%) est significativement supérieur à celui de l'Australie, de la République tchèque, de Hong Kong et des États-Unis.

Résumé du problème

Une fois un problème résolu, l'enseignant(e) peut résumer les points illustrés par le problème, afin de clarifier ce qui vient d'être appris ou les concepts et les procédures importants à retenir. Pour ce faire, l'enseignant(e) (ou à de rares occasions un élève) peut reprendre les étapes importantes de la résolution du problème ou attirer l'attention sur une règle ou une propriété mathématique critique. C'est le cas pour un plus grand pourcentage de problèmes par leçon (27% en moyenne) au Japon que dans les six autres pays¹². Les leçons néerlandaises comprennent un plus faible pourcentage de problèmes résumés (5% en moyenne) que celles de la République tchèque, de Hong Kong, du Japon et de la Suisse.

Utilisation de procédures, explicitation de propriétés et recherche de liens

Une perspective différente pouvant s'appliquer à la présentation et à la résolution de problèmes consiste à comparer la nature du travail mathématique qu'impliquent les énoncés de problèmes au travail réellement accompli et rendu explicite pour les élèves lors de la résolution¹³.

Types d'énoncés de problèmes

Trois types d'énoncés de problèmes ont été définis, sur la base du type de traitement mathématique qu'ils impliquent : *l'utilisation de procédures*, *l'explicitation de propriétés*, *la recherche de liens*. Le premier type d'énoncés suggère que le problème est typiquement résolu par l'application d'une procédure ou d'une série de procédures (par ex. « Résoudre l'équation $2x + 5 = 6 - x$ »). Le second type fait appel à une convention mathématique ou un exemple d'un concept mathématique (par ex. « Dessiner un triangle rectangle isocèle »). Le dernier type d'énoncés implique que le problème se centre sur la recherche de liens entre des idées, des faits, ou des procédures mathématiques (par ex. « Représenter graphiquement les équations $y = 2x + 3$, $2y = x - 2$, et $y = -4x$, et examiner le rôle joué par les constantes dans la détermination de la position et de la pente des droites associées »). La Suisse n'a pas été incluse dans cette analyse car des transcriptions anglaises n'étaient pas disponibles pour toutes les leçons, une partie du codage ayant été effectué en Suisse (Jacobs et al., à paraître)¹⁴.

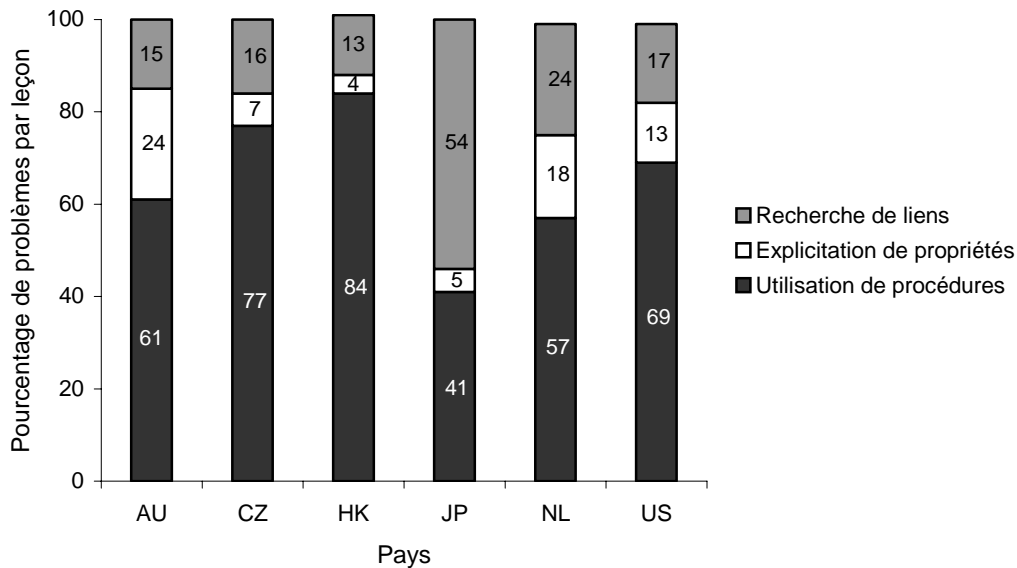
¹² Tous les problèmes indépendants sont inclus dans cette analyse, ainsi que les séries de problèmes pour lesquels une solution est formulée publiquement.

¹³ Cette analyse s'applique à tous les problèmes indépendants et les séries de problèmes qui font l'objet d'une résolution publique.

¹⁴ Cette analyse a cependant été effectuée indépendamment par la suite pour une partie des leçons de l'échantillon suisse (Floris, à paraître). Les premiers résultats sont présentés dans le chapitre 2.3.1 du présent rapport.

Dans tous les pays excepté le Japon, 57% ou plus des énoncés de problèmes par leçon se centrent sur l'utilisation de procédures (graphique 8). Les énoncés de ce type sont présents en plus grand pourcentage à Hong Kong (84%) que dans les autres pays (mais différence HK-CZ non significative). Les énoncés de problèmes centrés sur l'explicitation de propriétés sont pour leur part plus fréquents dans les leçons australiennes (24%) que dans les leçons de la République tchèque, de Hong Kong et du Japon (4 à 7%). Bien que des leçons comportent des énoncés de problèmes centrés sur la recherche de liens dans tous les pays, les leçons japonaises en comptent cependant un pourcentage supérieur (54%) (mais différence JP-NL non significative). Dans cinq des six pays dont les données sont disponibles, un plus grand pourcentage d'énoncés de problèmes par leçon se centre sur l'utilisation de procédures que sur la recherche de liens ou l'explicitation de propriétés. Seul le Japon, où les pourcentages de problèmes de type *utilisation de procédures* et *recherche de liens* ne diffèrent pas significativement, échappe à ce pattern.

Graphique 8. Pourcentage moyen de problèmes par leçon ayant un énoncé de chaque type, par pays

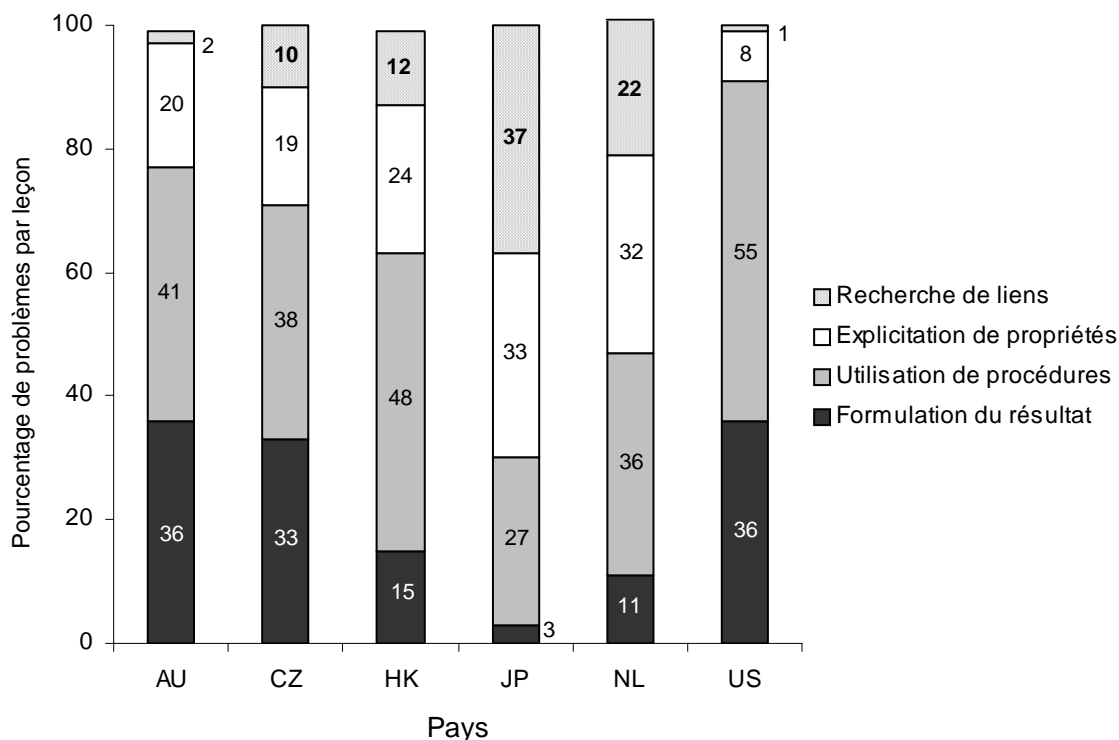


- Recherche de liens : JP>AU, CZ, HK, US.
- Explicitation de propriétés : AU>CZ, HK, JP; NL, US>HK, JP.
- Utilisation de procédures : CZ>JP, NL; HK >AU, JP, NL, US; US>JP.

Type de traitement réellement effectué

L'examen suivi de chaque problème durant la leçon révèle que les processus suggérés par leur énoncé ne sont pas nécessairement identiques aux processus rendus explicites lors de leur résolution (graphique 9). Un plus grand pourcentage de problèmes par leçon sont résolus en utilisant des procédures aux États-Unis (55%) qu'en République tchèque, au Japon et aux Pays-Bas. Les problèmes sont moins souvent résolus en explicitant des propriétés aux États-Unis (8%) que partout ailleurs. La recherche de liens est plus fréquente au Japon (37%) que dans les autres pays (mais différence JP-NL non significative), et c'est en Australie et aux États-Unis qu'on observe les pourcentages les plus faibles (2% et 1% des problèmes par leçon, respectivement). Un dernier cas de figure consiste à formuler la réponse seule du problème, sans discussion sur la manière d'y parvenir. Ceci se produit le moins fréquemment au Japon.

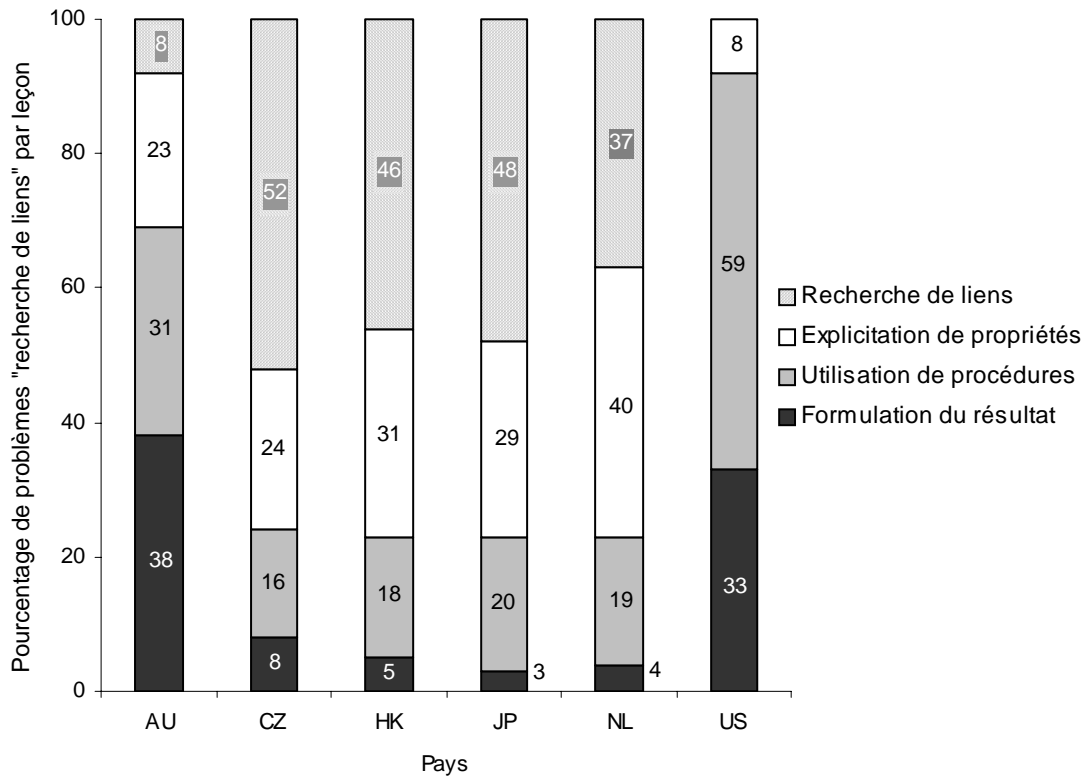
Graphique 9. Pourcentage moyen de problèmes par leçon résolus en appliquant explicitement les processus de chaque type, par pays



- Recherche de liens : CZ, HK, NL>AU, US; JP>AU, CZ, HK, US.
- Explicitation de propriétés : AU, CZ, HK, JP>US; NL>CZ, US.
- Utilisation de procédures : HK>JP; US>CZ, JP, NL.
- Formulation du résultat : AU, CZ, US>HK, JP, NL; HK, NL>JP.

Les énoncés de problèmes de type *recherche de liens*, tels que définis précédemment, impliquent que les élèves établissent des relations entre des idées, des faits ou des procédures mathématiques et s'engagent peut-être dans des formes particulières de raisonnement telles que l'hypothèse, la généralisation et la vérification. Or, en Australie et aux États-Unis respectivement, en moyenne 8% et moins de 1% des problèmes impliquant la recherche de liens sont effectivement résolus de cette manière (graphique 10). Ces pourcentages sont inférieurs à ceux des autres pays, qui vont de 37 à 52% en moyenne. Au lieu de rechercher des liens, les enseignants et les élèves en Australie et aux États-Unis résolvent souvent publiquement les problèmes en donnant uniquement les résultats (38% et 33% respectivement), sans en discuter le comment ou le pourquoi, ou, aux États-Unis, en utilisant des procédures (59%).

Graphique 10. Pourcentage moyen de problèmes par leçon avec énoncé « recherche de liens » résolus en appliquant explicitement les processus de chaque type, par pays



- Recherche de liens : CZ, HK, JP, NL > AU, US.
- Explication de propriétés : JP, NL > US.
- Utilisation de procédures : US > CZ, HK, JP, NL.
- Formulation du résultat : AU, US > CZ, HK, JP, NL.

Note : Les leçons ne comportant aucun énoncé de problème impliquant la recherche de liens sont exclues de ces analyses.

Travail privé

La plupart des résultats présentés jusqu'ici dans ce chapitre concernent des événements qui se déroulent publiquement au cours de la leçon. Mais dans tous les pays, une partie du temps est dédié au travail privé, individuel ou en petits groupes. Bien que les informations permettant d'évaluer les processus mathématiques en jeu soient moins nombreuses durant ces moments, le travail des élèves peut être de deux types : répétition de procédures démontrées précédemment dans la leçon ou apprises au cours de leçons précédentes, travail autre que répétition de procédures (par ex. développement de procédures nouvelles ou modification de procédures déjà apprises). Un segment de travail privé peut encore consister en un mélange de répétition et de travail autre. Le pourcentage de temps consacré par leçon au travail privé consistant à répéter des procédures est plus faible au Japon (28%) que dans tous les autres pays (62 à 84%). Le pourcentage de la Suisse (62%) est quant à lui plus faible que ceux de la République tchèque et de Hong Kong (84% et 81%, respectivement).

1.5.2 Occasions de parler

Si la plupart des études montrent que les enseignants parlent la majorité du temps tandis que les élèves écoutent (Goodlad 1984 ; Hiebert and Wearne 1993 ; Hoetker and Ahlbrand 1969 ; Tharp and Gallimore 1989), l'impact d'un tel schéma sur l'apprentissage est sujet à désaccord. Certains estiment que l'interaction accroît les occasions pour les élèves de développer, de clarifier et de réorganiser leur propre pensée (Ball 1993 ; Hatano 1988). D'autres sont d'avis qu'un enseignement explicite ou direct, qui forcément accorde considérablement plus d'occasions de parler aux enseignants qu'aux élèves, est le mieux à même de favoriser l'apprentissage (par ex. Gage 1978 ; Rosenshine and Stenvens 1986 ; Walberg 1986). Un troisième point de vue considère que le rapport optimal entre le temps de parole de l'enseignant(e) et celui de l'élève est fonction du contenu que les élèves doivent apprendre (Goldenberg 1992/1993).

Des traductions anglaises de toutes les leçons n'étant pas disponibles, la Suisse n'est pas incluse dans ces analyses. Dans les six autres pays, ce sont les enseignants qui parlent le plus durant les moments d'interaction publique, mais le partage du temps de parole entre enseignants et élèves varie selon les pays. Le rapport entre le nombre de mots prononcés par les enseignants et le nombre de mots prononcés par les élèves est plus élevé à Hong Kong (16:1) qu'en Australie (9:1), en République tchèque (9:1) et aux États-Unis (8:1). La longueur des interventions constitue également un indicateur des occasions de parler au cours d'une leçon. La recherche dans ce domaine suggère en effet que les élèves doivent prononcer davantage que des mots uniques ou des courtes phrases pour que leur participation puisse être qualifiée d'active ou être indicative des occasions de discussion prolongée du contenu scolaire (Cazden 1988). De façon générale et conformément à ce qui est rapporté dans la littérature, les leçons de mathématiques des six pays inclus dans l'analyse offrent aux élèves de nombreuses occasions de parler de courte durée, et très peu d'occasions de discussion prolongée.

1.5.3 Matériel utilisé durant la leçon

Quel type de matériel sert-il de support aux leçons de mathématiques de 8^e degré filmées ? Dans tous les pays, le tableau est utilisé dans une majorité des leçons (71 à 100%). L'usage de projecteurs est significativement plus fréquent aux États-Unis et en Suisse (respectivement 59 et 49% des leçons) que dans les autres pays (3 à 23%). Près de la totalité des leçons (91 à 100%) dans les sept pays font usage d'un manuel ou de fiches d'exercices. Les élèves travaillent plus fréquemment avec un matériel mathématique particulier (par ex. rapporteurs, compas) au Japon (86% des leçons) qu'en Australie, en République tchèque, à Hong Kong, en Suisse et aux États-Unis. Le recours à un tel matériel semble toutefois lié au sujet traité durant la leçon, les problèmes de géométrie plane étant prépondérants dans les leçons japonaises. L'usage d'objets de la vie courante (par ex. journaux, dés) est plus rare (4 à 21% des leçons).

Pour ce qui est de la calculatrice, dont l'utilisation en classe est contestée (*National Research Council* 2001), les résultats sont contrastés. Alors qu'elle est utilisée dans 91% des leçons aux Pays-Bas, la calculatrice n'est quasiment jamais utilisée dans les leçons japonaises. Dans les autres pays, les élèves en font usage dans 31% (République tchèque) à 56% des leçons (Suisse et Australie). A noter que l'utilisation de calculatrices graphiques est très rarement observée dans les leçons de mathématiques de 8^e degré, excepté aux États-Unis où il en est fait usage dans 6% des leçons. De même, l'utilisation de l'ordinateur est plutôt rare dans les sept pays participants. Elle concerne 9% des leçons au Japon, 5% à Hong Kong, 4% en Australie et 2% en Suisse. En République tchèque, aux Pays-Bas ainsi qu'aux États-Unis, les ordinateurs sont utilisés trop peu fréquemment pour obtenir des estimations fiables.

1.6 Similitudes et différences dans l'enseignement des mathématiques dans des classes de 8^e degré de sept pays

Les analyses présentées dans ce rapport révèlent un certain nombre de caractéristiques générales communes aux leçons des sept pays. Les enseignants de tous les pays organisent la leçon de manière à ce qu'elle comprenne une part de travail public en classe entière ainsi qu'une part de travail privé – individuel ou par petits groupes. Les enseignants, dans tous les pays, parlent davantage que les élèves. Un manuel ou des fiches d'exercices sont utilisés dans 90% ou plus des leçons et l'enseignement des mathématiques consiste de manière prédominante en la résolution de problèmes. En outre, dans tous les pays, les leçons sont consacrées en partie à de la révision et en partie à du nouveau contenu.

Une analyse plus minutieuse de la combinaison de ces éléments de base durant la leçon révèle des différences entre les pays en ce qui concerne les problèmes mathématiques et la façon de les aborder. Une manière d'examiner ces différences consiste à se demander si les pays présentent des patterns distinctifs d'enseignement. Autrement dit, les leçons de mathématiques d'un pays diffèrent-elles des leçons de tous les autres pays sur des aspects particuliers ? Les résultats de la recherche TIMSS 99 Video montrent qu'aucun des pays participants n'est distinct de tous les autres au niveau de la totalité des caractéristiques considérées. Le Japon diffère toutefois de tous les autres pays dans 17 des analyses liées aux leçons de mathématiques (ou 15% des analyses effectuées)¹⁵. Les Pays-Bas se distinguent de tous les autres pays dans 10 analyses (9%). La République tchèque, Hong Kong et les États-Unis diffèrent de tous les autres pays dans 1 à 3% des analyses. L'Australie et la Suisse ne se distinguent pour leur part de la totalité des autres pays sur aucun des aspects examinés dans cette étude.

Les 17 analyses mettant en évidence une différence entre le Japon et les autres pays concernent pour la plupart les problèmes mathématiques abordés durant la leçon ainsi que les pratiques d'enseignement : par exemple, pourcentage plus élevé de la durée de la leçon consacrée à l'introduction d'un nouveau contenu (60%), de problèmes de complexité élevée (39%), de problèmes qui ont un lien mathématique entre eux (42%), de problèmes résumés (27%), pourcentage plus faible de problèmes qui sont de la répétition (40%), temps moyen consacré à un problème plus élevé (15 minutes). Les leçons des Pays-Bas se distinguent de celles de tous les autres pays principalement au niveau de la structure de la leçon et de pratiques d'enseignement particulières : par exemple, pourcentage plus faible de leçons dont l'objectif est exposé (21%), de problèmes par leçon présentés en n'utilisant que du langage mathématique ou des symboles (40%), pourcentage plus élevé de leçons dans lesquelles la calculatrice est utilisée (91%), temps moyen consacré au commencement des devoirs durant la leçon plus élevé (10 minutes).

Ces résultats témoignent du fait que certaines caractéristiques de l'enseignement des mathématiques dans plusieurs pays, particulièrement au Japon et aux Pays-Bas, ne sont pas partagées par les autres pays. Ces différences se limitent à quelques-unes des caractéristiques mais leur nombre augmente lorsqu'un critère de distinctivité moins strict est adopté, prenant en compte les analyses dans lesquelles un pays diffère de la majorité des autres. En outre, dans 5% des analyses effectuées, aucune différence entre les pays n'est observée.

¹⁵ Ceci ne tient pas compte des différences entre les pays basées sur les réponses des enseignants concernant leur expérience, leur formation, les buts de la leçon, etc. (Hiebert et al., 2003, chapitre 2).

Des éléments de base similaires peuvent donc s'associer de diverses manières pour créer différents types de leçons. Deux approches, proposées ci-dessous, permettent d'explorer davantage ces différences entre les pays en matière d'enseignement. La première consiste à considérer dans chacun d'entre eux des constellations de caractéristiques, qui décrivent la manière dont les leçons sont construites. Une seconde approche consiste à réexaminer la signification des caractéristiques individuelles dans le contexte du « système » d'enseignement de chaque pays.

1.6.1 Relations entre les caractéristiques de l'enseignement des mathématiques dans chaque pays

Profils de leçon dans chaque pays

Si certains aspects caractérisent l'enseignement des mathématiques dans un pays, il devrait y avoir suffisamment de ressemblances entre les leçons de ce pays pour faire apparaître un profil de leçon. Les analyses présentées jusqu'ici se concentraient sur la présence de caractéristiques particulières dans les leçons. Les profils de leçon tiennent compte, en revanche, du moment où ces caractéristiques interviennent au cours de la leçon et de leur co-occurrence. Ils ont été créés en considérant trois dimensions : le *but des activités*, le *type d'interaction de la classe* et la *nature du contenu*. Ces trois dimensions sont composées d'une sélection des caractéristiques analysées pour cette étude (chapitres 1.3 à 1.5)¹⁶.

Dans le profil de chaque pays, chacune des caractéristiques est accompagnée d'un histogramme qui représente sa fréquence d'apparition dans les leçons du pays en question (exprimée en pourcentage de leçons)¹⁷. L'axe horizontal représente le pourcentage de temps écoulé, du début à la fin de la leçon. La comparaison des histogrammes à l'intérieur d'une dimension ou entre les dimensions nous donne une impression générale de ce qui se produit au fur et à mesure de la leçon. Le profil de leçon de chaque pays va être tour à tour examiné et complété par des résultats exposés dans les chapitres précédents.

¹⁶ Les profils de leçon donnent des détails supplémentaires au sujet des problèmes indépendants et des séries de problèmes. Les *problèmes indépendants* sont regroupés en quatre catégories, selon l'ordre dans lequel ils sont abordés au cours de la leçon. En ce qui concerne les *séries de problèmes*, une distinction est faite entre les moments où elles sont abordées en classe entière et les moments où elles sont abordées individuellement ou par petits groupes. L'*organisation mathématique* correspond au temps consacré à la préparation du matériel ou à la discussion d'une information liée aux mathématiques. La présentation de définitions ou de concepts mathématiques et la description de leur origine, l'aperçu ou le résumé des principaux points de la leçon sont des exemples de *travail mathématique hors du contexte d'un problème*.

¹⁷ L'histogramme augmente d'une unité en hauteur pour chaque 5% de leçons comportant la caractéristique à un moment déterminé de la leçon.

Australie

But des activités

Comme le montre le profil de ce pays, 87% des leçons commencent par une phase de révision, qui le plus souvent occupe le premier cinquième de la leçon. En Australie, 28% des leçons sont entièrement consacrées à de la révision, un des pourcentages les plus élevés observés. Après environ un tiers de la leçon, une majorité des leçons australiennes abordent de la matière nouvelle, la pratique de ce nouveau contenu devenant de plus en plus centrale dans la dernière partie de la leçon.

Type d'interaction

Dans les leçons australiennes, le pourcentage de temps consacré à l'interaction publique et celui dévolu à l'interaction privée ne diffèrent pas significativement (52 et 48% en moyenne, respectivement). Le premier tiers environ ainsi que la toute fin de la majorité des leçons se déroulent en classe entière. Entre ces deux moments, les élèves travaillent dans la majorité des leçons de manière privée, généralement individuellement et sur des problèmes leur demandant de répéter des procédures expliquées plus tôt dans la leçon. Selon les experts¹⁸, la leçon australienne typique comporterait une phase de « pratique/application » durant laquelle les élèves doivent souvent effectuer une tâche en privé, tandis que l'enseignant(e) se déplace dans la classe, les aidant dans leur travail.

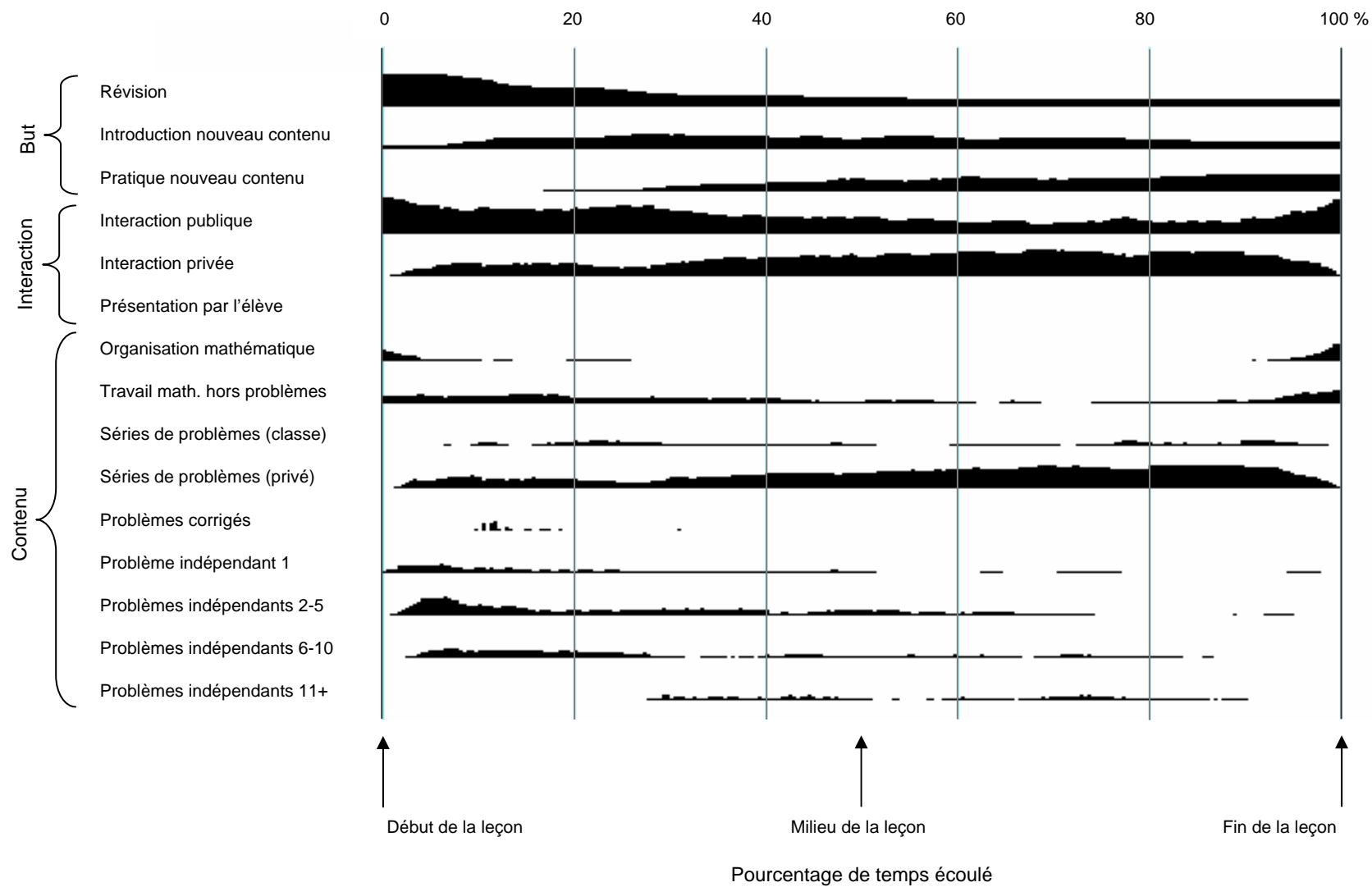
Contenu

Durant la première moitié de la leçon, aucun profil cohérent n'apparaît dans les types de problèmes proposés aux élèves. Les enseignants abordent de la matière connue ou nouvelle, en faisant travailler les élèves sur des problèmes indépendants, des séries de problèmes, ou des mathématiques hors du contexte d'un problème. La seconde moitié des leçons est cependant en grande partie consacrée à des séries de problèmes. En Australie, 61% des énoncés de problèmes proposés durant la leçon suggèrent l'application de procédures. L'examen des processus rendus explicites lors de la résolution des problèmes montre que 77% d'entre eux sont résolus en se centrant soit sur les procédures, soit uniquement sur la réponse, sans discussion de la manière d'y parvenir. En outre, seuls 8% des 15% de problèmes impliquant la recherche de liens mathématiques (soit 1.2% du total) sont explicitement résolus de cette manière. Enfin, le pourcentage de problèmes de faible complexité procédurale en Australie (77% par leçon) est parmi les plus élevés.

Ces résultats suggèrent que les leçons australiennes combinent travail en classe entière et individuel. Le travail individuel sur des séries de problèmes à résoudre en appliquant des procédures devient plus central au moment où une matière nouvelle est introduite dans la leçon et exercée.

¹⁸ Des hypothèses concernant les patterns spécifiques d'enseignement de chaque pays, excepté le Japon, ont été développées par un groupe international d'experts et sont présentées en annexe de la publication internationale (Hiebert et al., 2003).

Graphique 11. Profil de leçon australienne



République tchèque

But des activités

Une majorité des leçons débutent par une phase de révision, qui occupe le premier tiers, voire la première moitié de la leçon. La totalité des leçons comportent une phase de révision. Elle constitue en moyenne 58% de la durée de la leçon, pourcentage supérieur à celui observé dans les autres pays (mais différence CZ-US non significative). Un quart des leçons tchèques sont entièrement consacrées à ce but. Cette phase de révision n'est pas destinée, selon les experts, à la vérification des devoirs, mais a plutôt pour but de ré-expliciter et renforcer des connaissances antérieures, et elle représente une occasion pour les enseignants d'évaluer les élèves. Des évaluations orales peuvent avoir lieu en début de leçon, un ou deux élèves étant alors appelés au tableau pour résoudre un problème et se voyant ensuite attribuer une note. Une fois la première moitié de la leçon écoulée, l'introduction et la pratique d'un nouveau contenu deviennent centrales dans la majorité des leçons.

Type d'interaction

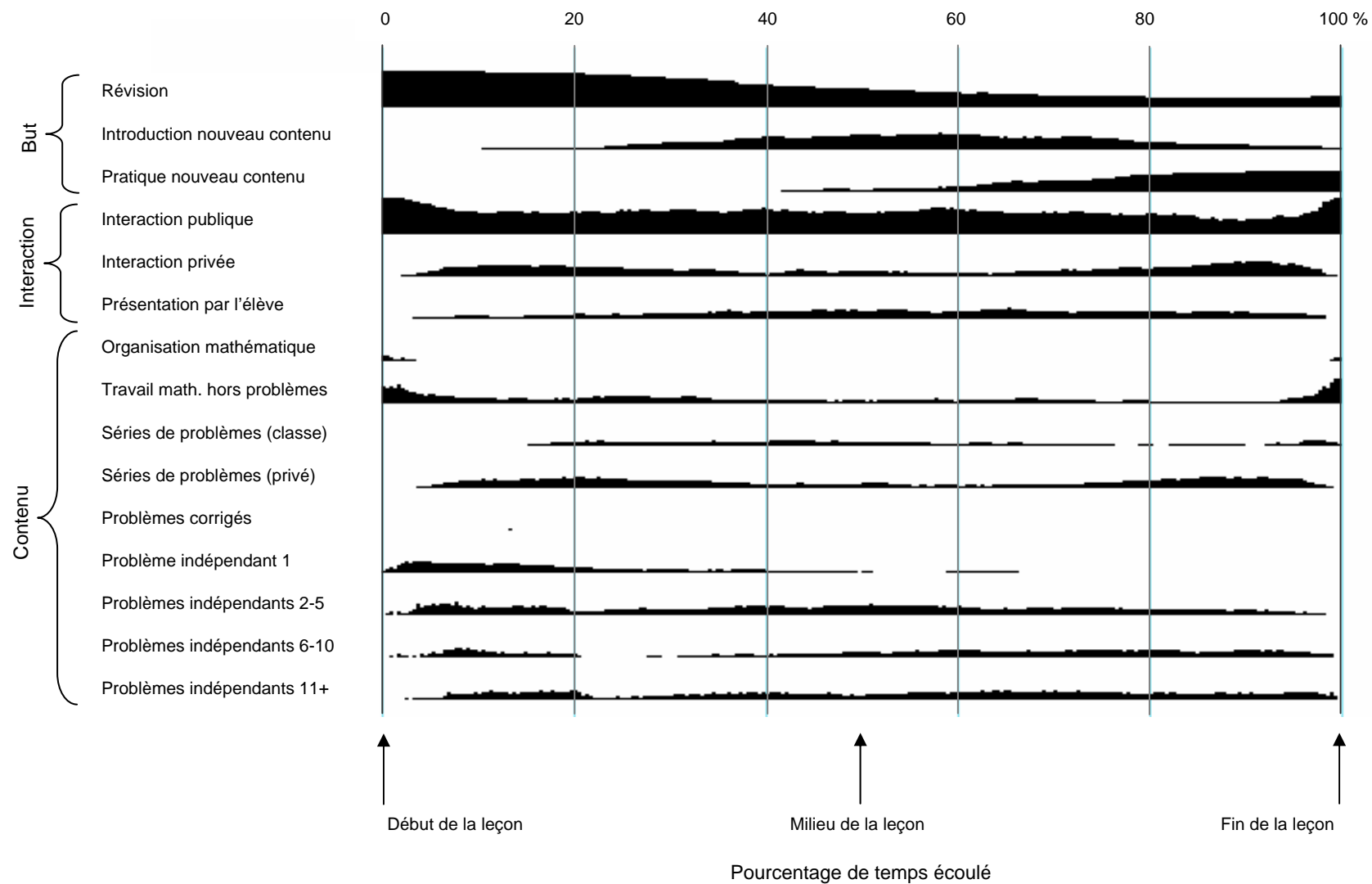
L'interaction publique est prédominante dans les leçons de la République tchèque. En moyenne, 61% de la durée de la leçon se déroule sous cette forme. L'interaction privée occupe quant à elle une petite partie de la leçon (21% en moyenne) et consiste très majoritairement en du travail individuel. Comme évoqué plus haut, les leçons tchèques comportent aussi un troisième type d'interaction, qui les distingue de celles des autres pays : la présentation publique d'information par un élève, durant laquelle les autres élèves peuvent soit interagir avec l'élève en question et l'enseignant(e), soit travailler à leur place. En moyenne, 18% de la durée de la leçon se déroule sous cette forme, qui ne caractérise pas un moment particulier de la leçon.

Contenu

Les leçons tchèques débutent et s'achèvent souvent par une phase durant laquelle aucun problème n'est résolu. Ceci s'explique peut-être en partie par le fait que, dans 91% des leçons tchèques, l'enseignant(e) expose l'objectif de la leçon pour clarifier ce qui va être abordé. Les leçons tchèques comportent un nombre de problèmes indépendants parmi les plus élevés, 13 en moyenne, 52% de la durée de la leçon leur étant consacrée. En outre, 81% des problèmes par leçon sont présentés uniquement à l'aide de langage mathématique et de symboles, et 77% des énoncés de problèmes impliquent l'utilisation de procédures. L'examen des processus rendus explicites lors de la résolution des problèmes montre que 71% d'entre eux sont résolus en se centrant uniquement sur la réponse ou les procédures. Enfin, 64% des problèmes sont de faible complexité procédurale, 25% de complexité moyenne et 11% de complexité élevée.

Ces résultats suggèrent que les enseignants de la République tchèque mettent l'accent sur la révision, en partie pour évaluer les connaissances des élèves, et transmettent de la nouvelle matière en abordant un nombre relativement élevé de problèmes indépendants centrés sur l'application de procédures, tout cela se déroulant en grande partie en classe entière.

Graphique 12. Profil de leçon tchèque



Hong Kong

But des activités

A Hong Kong, la révision occupe 24% de la durée de la leçon en moyenne, pourcentage parmi les plus faibles observés. Néanmoins, 82% des leçons comportent une phase de révision, et 77% des leçons débutent par de la révision. Le temps qui lui est consacré sert, selon les experts, à préparer l'introduction de nouvelles procédures ou de nouveaux concepts plus tard dans la leçon. Les enseignants de Hong Kong sont parmi ceux qui consacrent le plus de temps à l'introduction et à la pratique d'un nouveau contenu (76% de la durée de la leçon); 92% des leçons comportent une phase d'introduction de nouveau contenu, pourcentage parmi les plus élevés observés. Le pourcentage de leçons entièrement dédiées à de la révision (8%) est, à l'inverse, parmi les plus bas. La pratique du nouveau contenu devient, dès le milieu de la leçon, une activité de plus en plus centrale. Les experts soulignent le rôle de cette phase de « consolidation » qui s'effectue sous forme de travail privé, d'évaluation du travail de l'élève (certains élèves travaillant au tableau) ou de devoirs.

Type d'interaction

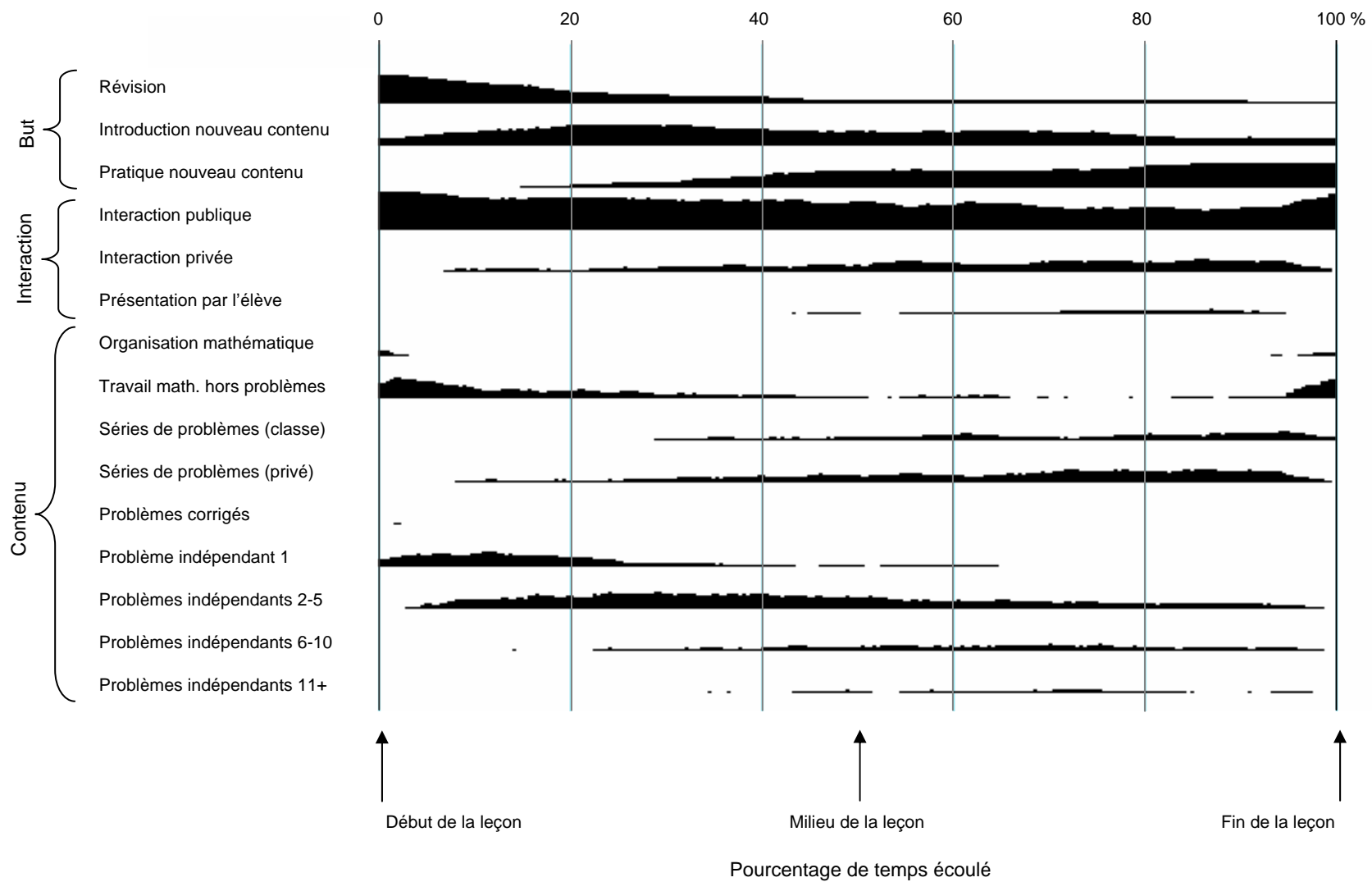
Les trois quarts de la leçon, en moyenne, se déroulent sous forme d'interaction publique à Hong Kong, une proportion supérieure à celle des autres pays (mais différence HK-US non significative). Au cours de cette interaction, l'enseignant(e) parle beaucoup plus que les élèves et les interventions de ces derniers sont souvent brèves. Selon les experts, une des interprétations possibles de ce résultat, comme de l'accent mis sur la matière nouvelle, serait un souci d'efficacité lié à la durée de la leçon, en moyenne plus courte que dans tous les autres pays. L'interaction privée, du travail individuel en grande partie, occupe en moyenne 20% de la leçon.

Contenu

A Hong Kong, 43% des leçons débutent par du travail mathématique autre que la résolution de problèmes : présentation de définitions, mise en évidence de relations entre des idées, aperçu ou résumé des points principaux d'une leçon. Si 20% des leçons débutent par la résolution de problèmes indépendants, 67% d'entre elles abordent de tels problèmes une fois le premier cinquième de la leçon écoulé. Ce moment coïncide avec le passage d'une phase de révision à une phase d'introduction de nouveau contenu dans une majorité de leçons. Lorsque l'on passe à la seconde moitié de la leçon, enseignants et élèves commencent également à se centrer sur la pratique du nouveau contenu, par le biais d'un mélange de problèmes indépendants et de séries de problèmes abordés en classe entière ou non. A Hong Kong, 83% des problèmes par leçon sont présentés en utilisant uniquement du langage mathématique et des symboles, un pourcentage parmi les plus élevés observés. 63% des problèmes sont de faible complexité procédurale, 29% de complexité moyenne et 8% de complexité élevée. En outre, 84% des énoncés de problèmes par leçon suggèrent l'utilisation de procédures, un des pourcentages les plus élevés observés. L'examen des processus rendus explicites lors de la résolution des problèmes montre que 48% d'entre eux sont résolus en se centrant sur les procédures et 15% en donnant uniquement la réponse.

Ces résultats suggèrent qu'à Hong Kong, les leçons de mathématiques d'une durée relativement courte mettent l'accent sur l'introduction et la pratique d'un nouveau contenu, abordé en classe entière et par le biais de problèmes consistant à utiliser des procédures.

Graphique 13. Profil de leçon de Hong Kong



Japon

But des activités

Bien que 73% des leçons japonaises commencent par une phase de révision, celle-ci ne constitue que 24% de la durée de la leçon en moyenne, un des pourcentages les plus faibles observés dans les pays participants. En effet, une fois les 20% de la durée de la leçon écoulés, l'introduction d'une nouvelle matière devient l'activité centrale, et cela dure jusqu'à la fin de la leçon. Au Japon, 95% des leçons comportent une phase d'introduction de nouvelle matière et elle représente en moyenne 60% de la durée de la leçon, proportion supérieure à celle de tous les autres pays. Dès la moitié de la leçon, un pourcentage croissant de leçons passent à la pratique du nouveau contenu.

Type d'interaction

Comme dans plusieurs des pays participants, les leçons se déroulent en grande partie en classe entière, l'interaction publique occupant en moyenne 63% de la durée de la leçon. Durant le tiers de la leçon restant, les élèves travaillent en grande partie seuls. Les enseignants japonais varient plus fréquemment le type d'interaction au cours de la leçon (8 fois en moyenne) que ne le font les enseignants de tous les autres pays (mais différence JP-CZ non significative).

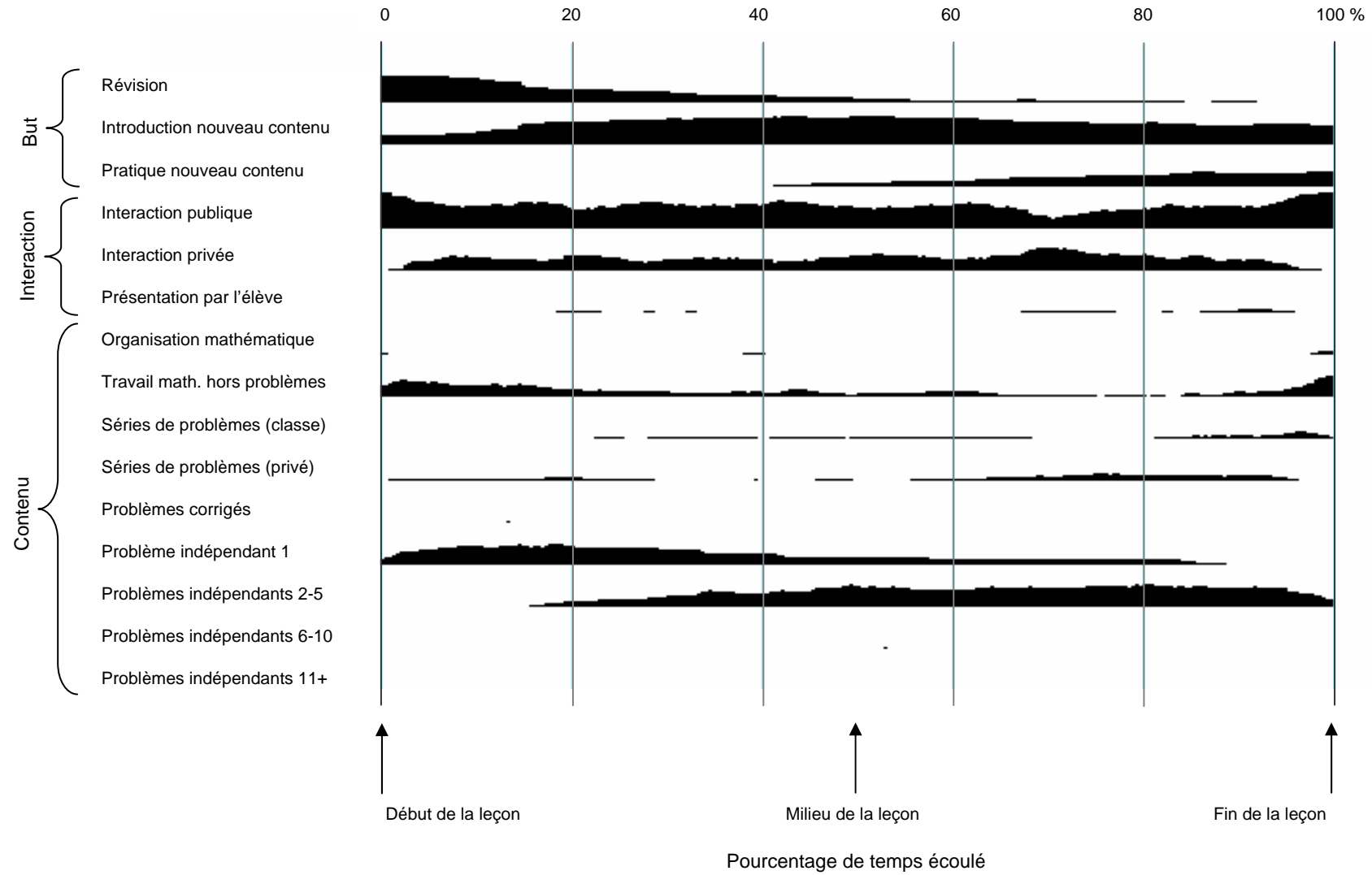
Contenu

Les élèves japonais passent une grande partie de la leçon (64% en moyenne) à travailler sur un nombre relativement peu élevé de problèmes indépendants. Le nombre moyen de problèmes indépendants abordés, trois par leçon, est inférieur à celui de tous les autres pays (mais différence JP-AU non significative), et les élèves japonais consacrent davantage de temps à chaque problème (15 minutes en moyenne) que les élèves de tous les autres pays. En outre, dans 94% des leçons, les problèmes sont relatifs à un seul sujet. Au Japon, 89% des problèmes par leçon sont présentés en utilisant uniquement du langage mathématique ou des symboles, tandis que seuls 9% des problèmes font référence à des situations de la vie courante, pourcentage parmi les plus faibles observés. La majorité des problèmes (54%) sont formulés de telle sorte qu'ils impliquent la recherche de liens entre des idées, des faits, ou des procédures. Le pourcentage d'énoncés de problèmes impliquant l'utilisation de procédures (41%) est parmi les plus faibles observés. L'examen des processus rendus explicites lors de la résolution des problèmes montre que 27% d'entre eux sont résolus en utilisant des procédures et 37% en rendant explicites les liens mathématiques.

Des solutions alternatives sont en outre présentées et discutées pour 17% des problèmes par leçon, ce qui est relativement élevé comparativement aux autres pays. De même, 15% des problèmes sont accompagnés d'une indication claire de la part de l'enseignant(e) laissant les élèves choisir leur propre méthode pour les résoudre. Les enseignants japonais proposent plus fréquemment un résumé du problème abordé afin d'en clarifier les points essentiels que ne le font les enseignants de tous les autres pays, un quart des problèmes par leçon environ étant résumés. Enfin, 17% des problèmes par leçon sont de faible complexité, 45% de complexité moyenne et 39% de complexité élevée.

L'ensemble de ces observations suggère que les leçons japonaises se déroulent en grande partie en classe entière, l'accent étant mis sur l'introduction d'un nouveau contenu par le biais d'un petit nombre de problèmes indépendants relatifs à un sujet unique, avec l'objectif de rechercher des liens entre des faits, des idées et des procédures.

Graphique 14. Profil de leçon japonaise



Pays-Bas

But des activités

La majorité des leçons débutent par de la révision (64%), bien qu'une proportion non négligeable d'entre elles débutent directement par l'introduction d'une nouvelle matière (29%). Vers le milieu de la leçon, révision, introduction et pratique d'un nouveau contenu sont au centre d'un pourcentage relativement équivalent de leçons (30%, 34% et 29% respectivement). La majeure partie de la leçon est consacrée à de la nouvelle matière, et près d'un quart des leçons sont entièrement dévolues à la révision. Selon les experts, les élèves pourraient découvrir de nouveaux concepts ou de nouvelles procédures directement dans leur manuel, peut-être en résolvant les problèmes donnés en devoirs pour le lendemain. Il n'est pas rare que les élèves poursuivent à la maison le travail commencé en classe. Comparativement aux autres pays, une part relativement importante de la leçon (10 minutes en moyenne pour une leçon de 45 minutes) est consacrée aux problèmes donnés en devoirs pour la leçon suivante.

Type d'interaction

Une majorité des leçons néerlandaises débutent par de l'enseignement en classe entière, cette forme d'interaction étant maintenue pratiquement jusqu'au milieu de la leçon. Les enseignants néerlandais sont parmi ceux qui consacrent le plus de temps à la discussion des devoirs préalablement effectués (16 minutes en moyenne). Ces discussions semblent se dérouler durant le début des leçons, alors qu'une majorité d'entre elles sont dans une phase de révision. La majorité des enseignants introduisent ou pratiquent un nouveau contenu après qu'environ 40% de la leçon se soit écoulée, ce qui coïncide avec une importance croissante de l'interaction privée. Aux Pays-Bas, le travail privé occupe une plus grande partie de la leçon (55% en moyenne) que dans les autres pays, et il se déroule en grande partie individuellement plutôt qu'en petits groupes.

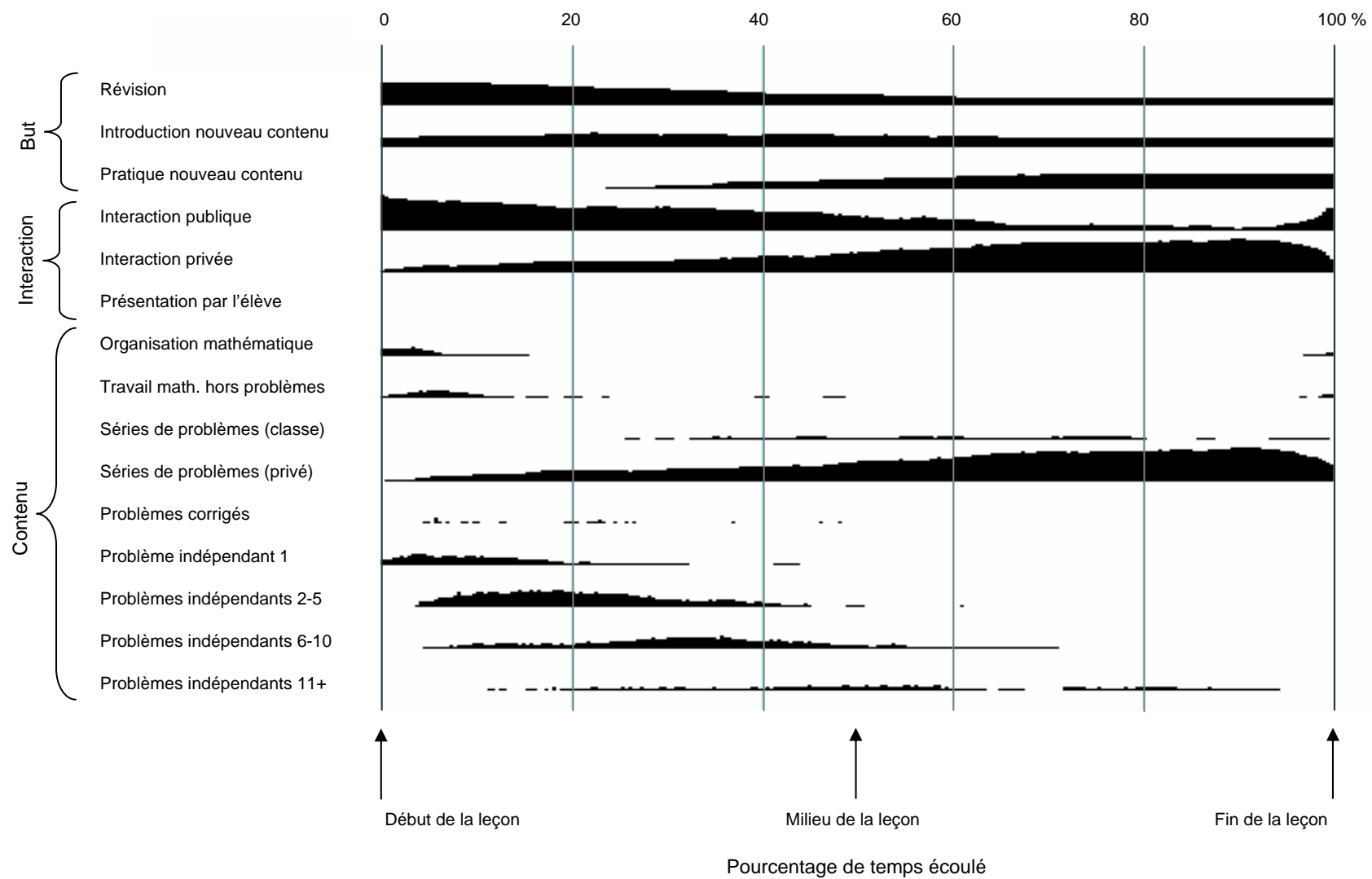
Contenu

L'introduction et la pratique d'un nouveau contenu coïncident avec la centration, dans une proportion croissante de leçons, sur des séries de problèmes résolus individuellement par les élèves. Ces séries de problèmes occupent en moyenne 61% de la durée de la leçon, pourcentage parmi les plus élevés observés, et sont généralement abordées durant la seconde moitié de la leçon. Aux Pays-Bas, on consacre une plus grande part de la leçon (91% en moyenne) à la résolution de problèmes que dans les autres pays (mais différence NL-US non significative). Les références à des situations de la vie courante y sont plus fréquentes que dans la plupart des autres pays (42% des problèmes par leçon, en moyenne), tout comme l'utilisation de calculatrices (91% des leçons) ; 69% des problèmes proposés durant la leçon sont de faible complexité procédurale, 25% de complexité moyenne et 6% de complexité élevée. En outre, la majorité des énoncés de problèmes (57%) impliquent l'utilisation de procédures, un quart la recherche de liens entre des idées, des faits ou des procédures. L'examen des processus rendus explicites lors de la résolution des problèmes montre que 36% des problèmes par leçon sont résolus en appliquant explicitement des procédures et 22% en recherchant véritablement des liens mathématiques. De plus, près des trois quarts du temps consacré au travail individuel ou en petits groupes consiste à répéter des procédures présentées plus tôt dans la leçon.

Les devoirs semblent jouer un rôle important dans l'enseignement aux Pays-Bas, comme en témoigne le temps qui leur est consacré durant la leçon. Selon les experts, cette relative mise en évidence des devoirs donne une certaine responsabilité aux élèves quant au choix de ce qui doit être discuté en début de leçon, et quant au travail effectué sur de la nouvelle matière vers la fin de la leçon.

L'ensemble de ces observations suggère qu'aux Pays-Bas, l'introduction et la pratique d'un nouveau contenu s'effectuent souvent par l'intermédiaire de séries de problèmes résolus individuellement et centrés sur l'application de procédures. Ceci rejoint les affirmations des experts, selon lesquels on attend des élèves néerlandais qu'ils assument la responsabilité de leur propre apprentissage, raison pour laquelle on leur laisse davantage d'indépendance et de liberté pour résoudre les problèmes seuls ou avec d'autres.

Graphique 15. Profil de leçon néerlandaise



Suisse

But des activités

La majorité des leçons suisses (71%) débutent par de la révision. Elle occupe en moyenne 34% de la durée de la leçon. Après le premier tiers de la leçon, l'introduction et la pratique d'un nouveau contenu passent au premier plan, cette dernière étant au centre d'une proportion croissante de leçons au fur et à mesure que le temps s'écoule. Au moment où une majorité des leçons se trouvent dans une phase de révision, l'enseignement se déroule majoritairement en classe entière. Ceci rejoint les observations des experts, suggérant que l'enseignant(e) joue un rôle prépondérant durant la phase de révision mais implique les élèves en posant des questions et en pratiquant un « enseignement interactif ».

Type d'interaction

Si l'interaction publique est courante durant la majeure partie de la première moitié et la toute fin des leçons suisses, durant la seconde moitié de la plupart des leçons, du temps est également consacré au travail individuel ou en petits groupes. En moyenne, 44% de la durée de la leçon est dévolue à l'interaction privée, seuls les Pays-Bas présentant un pourcentage significativement supérieur. Les trois quarts de ce travail privé se déroulent individuellement, le quart restant en petits groupes. Le travail individuel ou en petits groupes coïncide en grande partie avec la résolution de séries de problèmes.

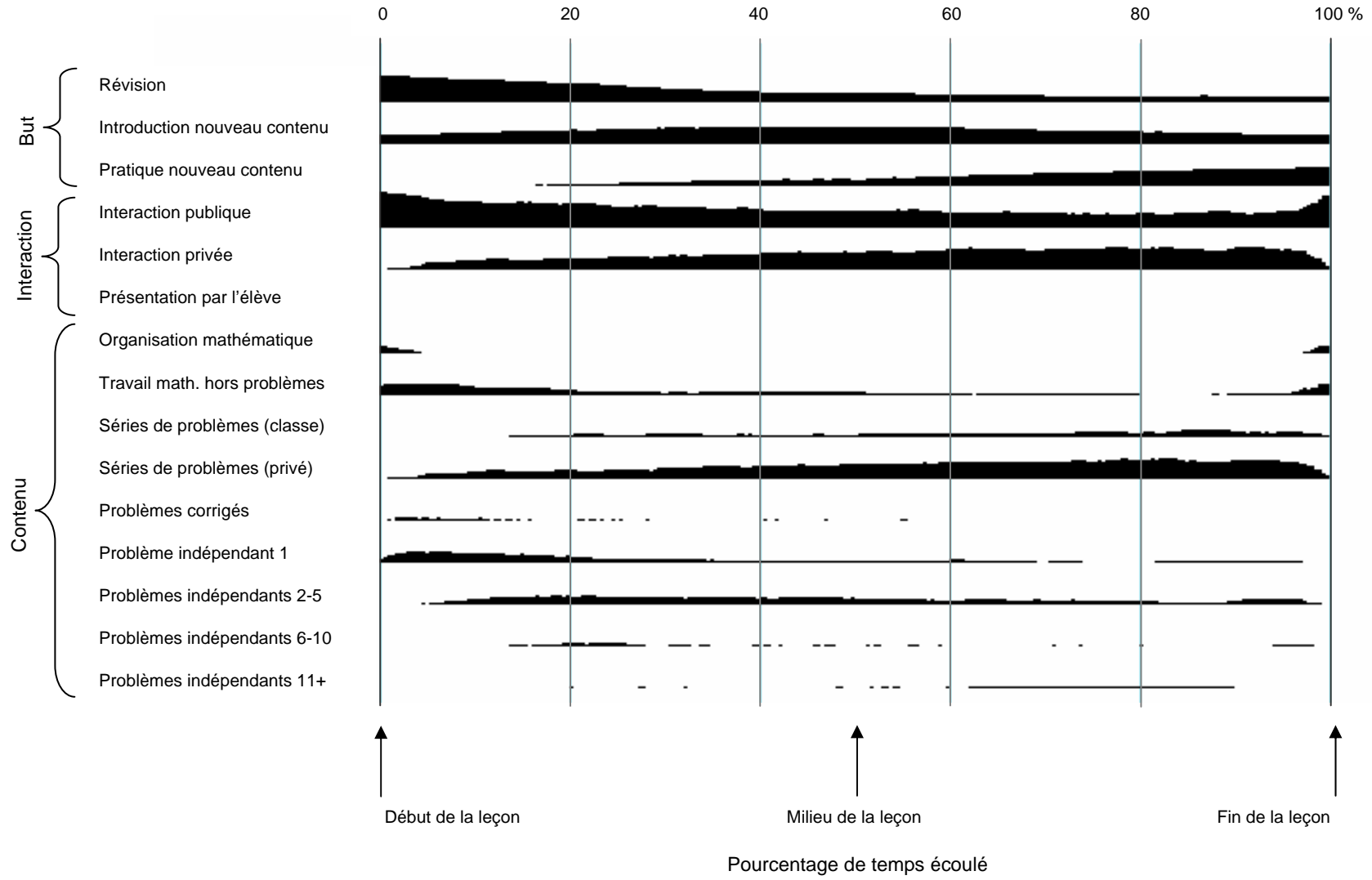
Contenu

Les enseignants suisses consacrent une plus grande partie de la leçon aux séries de problèmes (53% en moyenne) qu'aux problèmes indépendants (31%). Les experts s'attendaient à observer deux types d'enseignement dans les leçons suisses filmées : l'un se focalisant sur l'introduction de nouvelles connaissances à travers une sorte de dialogue socratique entre l'enseignant(e) et les élèves, le second se centrant en grande partie sur la pratique d'un contenu introduit dans des leçons précédentes. Bien que les analyses n'indiquent la prédominance d'aucun de ces deux modèles dans les leçons suisses, il paraît relativement clair que l'introduction et la pratique du nouveau contenu se font par l'intermédiaire de séries de problèmes, ce qui caractérise également les leçons des Pays-Bas. Enfin, une majorité des problèmes abordés durant la leçon (65%) sont de faible complexité procédurale, 22% sont de complexité moyenne et 12% de complexité élevée.

L'examen des caractéristiques de l'enseignement des mathématiques en Suisse fait apparaître un tableau variable. Une part de la leçon est consacrée à la révision, mais la majeure partie est réservée à l'introduction et à la pratique d'une nouvelle matière. Ce nouveau contenu est abordé à travers un mélange de problèmes indépendants et de séries de problèmes. Dans une majorité de leçons cependant, les élèves travaillent sur des séries de problèmes durant la plus grande partie de la seconde moitié de la leçon, qui coïncide avec une centration croissante sur la pratique du nouveau contenu¹⁹.

¹⁹ Il ressort du profil de leçon suisse un manque de convergence sur plusieurs dimensions. La recherche menée simultanément en Suisse suggère que cette variabilité pourrait être expliquée par les différentes régions linguistiques (Clausen, Reusser, & Klieme, 2003) et par une réforme pédagogique, actuellement en cours, qui a produit deux méthodes différentes d'enseignement des mathématiques (Reusser et al., à paraître).

Graphique 16. Profil de leçon suisse



États-Unis

But des activités

Dans une majorité des leçons américaines, la première moitié de la leçon est en grande partie consacrée à la révision. Aux États-Unis, 94% des leçons comportent une phase de révision. Cette dernière occupe en moyenne 53% de la durée de la leçon, pourcentage parmi les plus élevés observés. Par ailleurs, 28% des leçons américaines sont entièrement consacrées à la révision, pourcentage également parmi les plus élevés. A mi-chemin de la leçon environ, la majorité des enseignants passent à l'introduction et à la pratique d'un nouveau contenu, les États-Unis étant néanmoins parmi les pays où l'on y consacre le moins de temps.

Type d'interaction

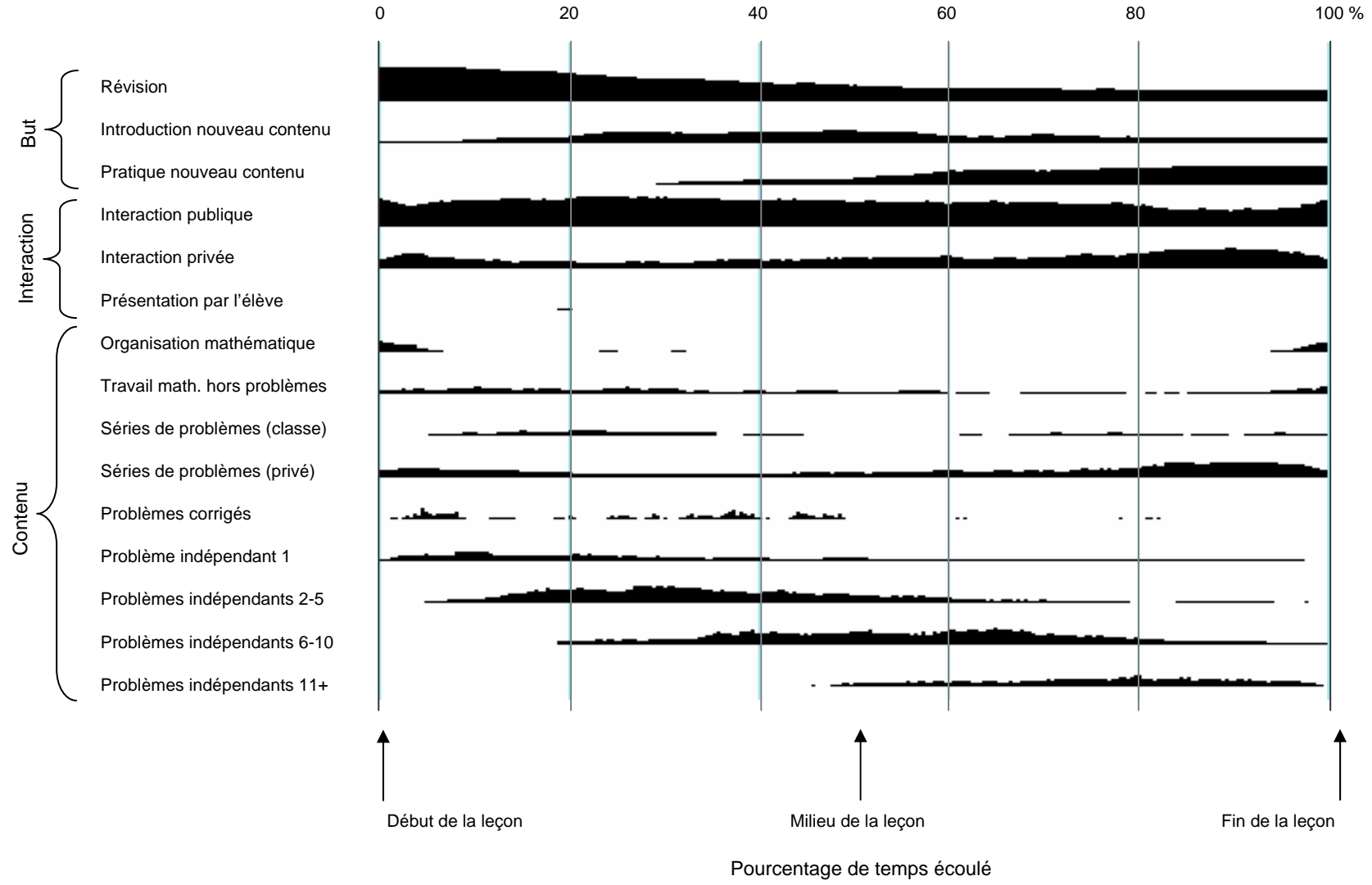
L'enseignement en classe entière occupe une grande partie de la leçon aux États-Unis (67% en moyenne) et ce type d'interaction est relativement saillant durant la majeure partie de la leçon. Les États-Unis sont l'un des rares pays où une partie des leçons (21%) débutent par des séries de problèmes que les élèves abordent individuellement ou en petits groupes, ce qui peut correspondre aux activités de « *warm up* » décrites par les experts, visant à renforcer et activer d'anciennes connaissances.

Contenu

Les enseignants proposent à la fois des séries de problèmes et des problèmes indépendants aux élèves, ces derniers apparaissant surtout dans la partie médiane de la leçon. Ils occupent 51% de la durée de la leçon, et en moyenne dix problèmes indépendants sont abordés au cours d'une leçon américaine, un nombre parmi les plus élevés observés. En règle générale, lorsque les élèves travaillent de manière privée, ils le font individuellement plutôt qu'en petits groupes et ils répètent des procédures qui ont été présentées plus tôt dans la leçon. Aux États-Unis, 69% des énoncés de problèmes par leçon impliquent l'application de procédures. L'examen des processus rendus explicites lors de la résolution des problèmes montre que 91% des problèmes par leçon sont résolus soit en donnant uniquement la réponse sans discussion sur la manière de l'obtenir, soit en se centrant sur les procédures. En outre, moins de 1% des 17% d'énoncés impliquant la recherche de liens mathématiques (donc moins de 0.17% du total) sont explicitement résolus de cette manière. Enfin, 67% des problèmes par leçon sont de faible complexité procédurale, 27% de complexité moyenne et 6% de complexité élevée.

Ces résultats suggèrent que les leçons américaines se déroulent en grande partie en classe entière, l'attention des élèves étant centrée sur de la matière ancienne et nouvelle par le biais de multiples problèmes indépendants, complétés par des séries de problèmes, dans le but d'apprendre et d'appliquer des procédures.

Graphique 17. Profil de leçon des États-Unis



1.6.2 Rôles joués par des caractéristiques individuelles à l'intérieur de différents systèmes d'enseignement

Une analyse complète du (des) système(s) d'enseignement des mathématiques au 8^e degré de chaque pays dépasse le cadre de cette étude, en partie parce qu'elle nécessiterait le recours à une base de données plus riche que celle à disposition (plus d'une leçon par enseignant(e) notamment). Les profils de leçon présentés plus haut en donnent toutefois un aperçu. L'analyse peut être prolongée en considérant les rôles assez différents que peuvent jouer des éléments semblables à l'intérieur de différents systèmes d'enseignement.

L'interaction privée, notamment, peut jouer différents rôles dans les leçons et engendrer des occasions d'apprentissage de différents types pour les élèves. Les profils de leçon suggèrent en effet que cette forme d'interaction peut servir à l'introduction d'une nouvelle matière (Japon, Pays-Bas et Suisse), à l'application de procédures présentées durant la leçon (Australie, République tchèque, Pays-Bas et États-Unis), ainsi qu'à la révision de procédures et de définitions déjà apprises (République tchèque et États-Unis).

La révision en République tchèque et aux États-Unis constitue une seconde illustration des significations différentes qu'une même caractéristique peut revêtir. On consacre en République tchèque une plus grande partie de la leçon à la révision (58% en moyenne) que dans les autres pays (mais différence CZ-US non significative). Il serait cependant erroné de penser que cet accent mis sur la révision aboutit à une expérience similaire pour les élèves tchèques et américains. Dans les deux pays, les phases de révision interviennent vers le début des leçons. Mais durant les phases de révision des leçons tchèques, une forme mixte d'interaction peut avoir lieu. Un ou deux élèves sont appelés au tableau pour résoudre un problème tandis que les autres élèves suivent le dialogue entre l'enseignant(e) et le(s) élève(s) évalué(s) ou travaillent seuls. Aux États-Unis, en revanche, la révision se déroule généralement sous forme de discussion en classe entière ou de travail individuel sur des séries de problèmes (« *warm up* »).

Conclusions

Les résultats de cette étude permettent d'élargir le débat sur l'enseignement en soulignant sa complexité. Une chose ressort toutefois clairement : différentes méthodes d'enseignement peuvent être associées à des scores élevés aux tests internationaux de mathématiques. La comparaison entre le Japon et Hong Kong, les deux pays dont les élèves obtiennent les meilleurs résultats, est particulièrement instructive. Dans les deux pays, on consacre en moyenne 76% de la durée de la leçon à du *nouveau contenu* : si au Japon, son *introduction* occupe davantage de temps (que dans la totalité des autres pays), à Hong Kong, c'est sa *pratique* qui requiert plus de temps (qu'en République tchèque, au Japon et en Suisse). Par ailleurs, un plus grand pourcentage de problèmes implique la *recherche de liens* au Japon que dans les autres pays (mais différence JP-NL non significative) et un plus grand pourcentage de problèmes requiert l'*utilisation de procédures* à Hong Kong que dans les autres pays (mais différence HK-CZ non significative). Des pratiques d'enseignement différentes peuvent donc être observées dans deux pays dont les scores en mathématiques sont très élevés. Cette conclusion montre bien que le choix de méthodes d'enseignement doit se fonder sur des descriptions détaillées des objectifs d'apprentissage et non uniquement sur de bons résultats aux tests internationaux.

Cette recherche révèle en même temps de nombreuses similarités entre systèmes d'enseignement, particulièrement en ce qui concerne les éléments de base des leçons. Dans tous les pays, notamment, la majeure partie de la leçon (80% ou plus) est dédiée à la résolution de problèmes ; et partout, une partie de la leçon est dévolue à la présentation d'un nouveau contenu. Les enseignants des différents pays utilisent cependant ces éléments en les accentuant différemment et en les associant de diverses manières. L'interprétation des résultats de cette étude requiert une approche analytique, incluant de nouvelles analyses et des recherches examinant plus précisément les effets possibles de méthodes particulières sur l'apprentissage de l'élève.

Annexe de la partie 1 : Résultats du groupe d'analyse de la qualité des mathématiques

Un groupe de mathématiciens et d'enseignants de mathématiques du niveau post-secondaire a été invité à apprécier le contenu mathématique d'un sous-échantillon de 120 leçons sélectionnées aléatoirement (20 leçons de chaque pays, à l'exception du Japon²⁰). Ce groupe d'experts a examiné les transcriptions des leçons, ignorant ainsi leur provenance. Étant basés sur un sous-échantillon relativement petit de leçons, les résultats sont par conséquent considérés comme préliminaires et doivent être interprétés avec prudence. Le groupe d'analyse a, entre autres, jugé la qualité globale des mathématiques dans le sous-échantillon de leçons selon plusieurs dimensions : *la cohérence, la présentation, l'engagement des élèves et la qualité globale*. Chaque leçon a été évaluée au moyen d'une échelle en 5 points (de 1 = faible à 5 = élevé) sur chaque dimension.

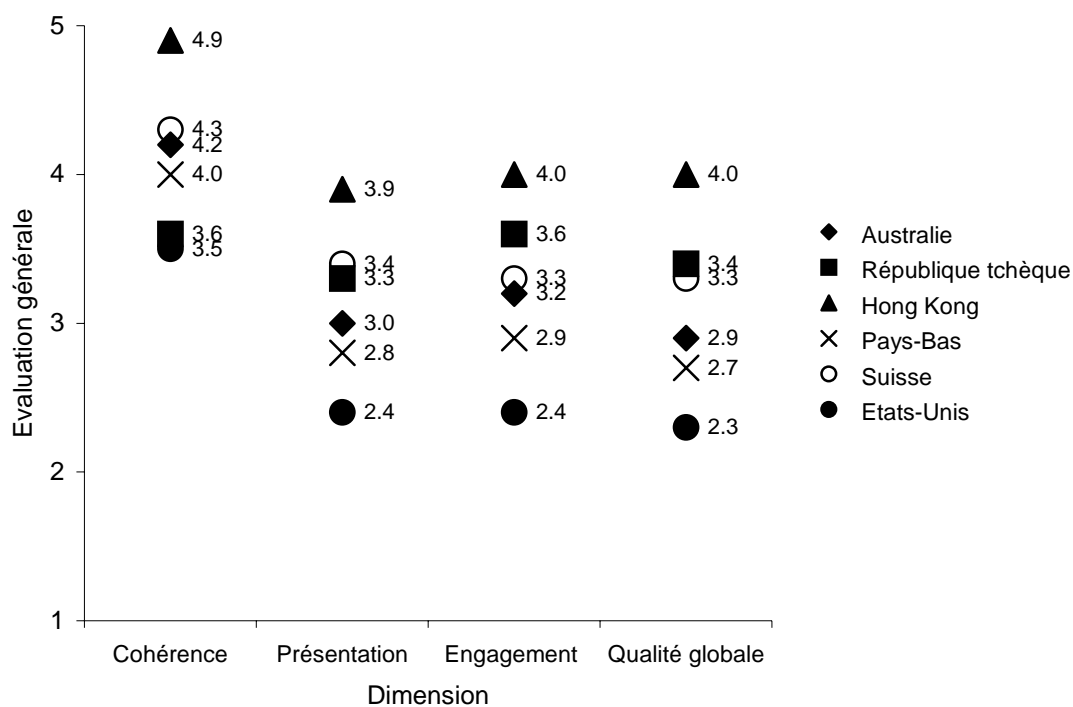
La cohérence a été définie par le groupe comme le lien (implicite et explicite) entre tous les éléments mathématiques de la leçon. Une autre caractéristique définie par le groupe d'experts est la présentation, à savoir dans quelle mesure les concepts ou les procédures mathématiques sont développés et justifiés durant la leçon. L'engagement des élèves a, quant à lui, été défini comme la probabilité que les élèves soient engagés de manière active dans une activité mathématique de réflexion durant la leçon. Le groupe d'experts a émis un dernier jugement global sur la qualité des mathématiques dans chaque leçon. Ce jugement de la qualité globale tient compte de toutes les dimensions précédentes et est défini comme les occasions que fournit la leçon aux élèves de construire d'importantes connaissances mathématiques.

Le graphique 18 présente un récapitulatif des jugements du groupe d'analyse de la qualité des mathématiques. Pour chacune des dimensions, une moyenne de toutes les leçons à l'intérieur du sous-échantillon de chaque pays a été établie²¹. Comme le montre ce graphique, la position relative de Hong Kong est, de manière régulière, élevée et celle des États-Unis basse. Les évaluations des quatre autres pays se situent entre les deux et varient selon la dimension examinée. Étant donné leur caractère exploratoire et descriptif, il est difficile, à partir des résultats du groupe d'analyse de la qualité des mathématiques, de tirer des conclusions au sujet des ressemblances et des différences entre pays. Ils ne sont toutefois pas inconsistants avec les résultats présentés dans la partie 1.4 de ce rapport et peuvent être considérés comme des hypothèses méritant d'être examinées davantage.

²⁰ Le Japon n'a pas été inclus car le même groupe avait déjà analysé des leçons japonaises dans le cadre de la recherche TIMSS 1995 Video.

²¹ Les analyses étant limitées à un sous-ensemble de l'échantillon total des leçons, les évaluations n'ont pas été comparées statistiquement et les résultats doivent être interprétés avec prudence.

Graphique 18. Évaluations générales du sous-échantillon de leçons, pour chaque dimension globale de la qualité du contenu, par pays



2. RÉSULTATS SUISSES

2.1 Introduction

La participation de la Suisse à la recherche internationale TIMSS 1999 Video s'est accompagnée d'une étude nationale, comprenant une analyse détaillée d'un échantillon de 156 leçons de mathématiques de la Suisse alémanique, de la Suisse romande et du Tessin, ainsi que des informations complémentaires recueillies auprès des enseignants et des élèves par le biais de questionnaires. L'étude nationale a été conduite sous la responsabilité d'un groupe de recherche de l'Institut pédagogique de l'Université de Zurich (direction : Kurt Reusser), en collaboration avec le Service de la recherche en éducation de Genève et l'*Ufficio Studi e Ricerche* de Bellinzone. En outre, des analyses concernant les types d'énoncés de problèmes (utilisation de procédures, explicitation de propriétés, recherche de liens) et leur implémentation dans les leçons suisses ont été effectuées, la Suisse n'étant pas incluse dans l'analyse internationale de ces aspects.

2.1.1 Buts de l'étude nationale

L'étude nationale avait les objectifs suivants :

- appréhender l'état de l'enseignement actuel des mathématiques au 8^e degré dans tous les types d'écoles sur l'ensemble de la Suisse et réaliser une comparaison entre les trois régions linguistiques ;
- mettre en relation différentes perspectives sur l'enseignement et la qualité de l'enseignement (analyses d'enregistrements vidéo, perception des enseignants et des élèves) ;
- développer des instruments permettant une compréhension approfondie des processus d'enseignement et de la qualité de l'enseignement ;
- analyser les liens entre les conditions de l'enseignement et de l'apprentissage scolaire, les caractéristiques de l'organisation et de la qualité de l'enseignement et les effets de l'enseignement ;
- développer de la documentation et expérimenter des environnements d'apprentissage novateurs basés sur des enregistrements vidéo, dans un objectif à la fois de développement de l'enseignement et de formation des enseignants.

2.2 Méthode

2.2.1 Échantillon suisse

L'échantillon suisse de la recherche TIMSS 1999 Video était constitué de 39 classes en Suisse romande, 74 classes en Suisse alémanique et 27 au Tessin, soit un total de 140 leçons filmées²². Dans le cadre de l'étude suisse, 16 classes supplémentaires en réforme pédagogique²³ en Suisse alémanique ont également été filmées.

2.2.2 Récolte des données écrites

Le questionnaire international destiné aux enseignants avait pour objectif de fournir des informations sur le contexte des leçons. Des données socio-démographiques concernant les élèves avaient en outre été recueillies à l'aide d'un bref questionnaire. Dans le cadre de l'étude suisse, des questionnaires nettement plus importants ont été élaborés afin de récolter des informations complémentaires.

Enseignants

Le questionnaire suisse destiné aux enseignants, développé en complément au questionnaire international, visait à connaître les positions et les convictions pédagogiques des enseignants, ainsi que les conceptions didactiques et leur application dans l'enseignement quotidien. Avec cet instrument, on a aussi obtenu des informations concernant l'organisation des leçons et la perception de la qualité de l'enseignement.

Élèves

Les élèves ont pour leur part répondu à un questionnaire suisse concernant leur perception de l'enseignement des mathématiques, leur motivation, leur intérêt pour cette discipline, leur image de soi. Le questionnaire international sur les données socio-démographiques des élèves a été intégré dans cet instrument. Les élèves ont également passé un test mathématique (épreuve TIMSS) auquel s'est ajouté, pour les élèves des classes suisses alémaniques, un test cognitif. Une année plus tard, les élèves de Suisse alémanique et du Tessin ont repassé le même test mathématique et ont répondu à un bref questionnaire concernant des caractéristiques motivationnelles.

²² La répartition des écoles dans l'échantillon suisse, selon les régions et les types d'écoles, est la suivante. Suisse alémanique : *Realschulen* 26, *Sekundarschulen* 38, *Progymnasium* 10. Suisse romande : exigences élémentaires 5, exigences moyennes 20, exigences pré-gymnasiales 14. Tessin : *Corso base* 9, *Corso attitudinale* 18.

²³ Ces 16 classes supplémentaires ont été sélectionnées car elles travaillent régulièrement avec les « *Erweiterte Lehrformen* » (ELF) dans la discipline des mathématiques, et non selon un critère de représentativité. Elles sont exclues des analyses nationales et comparatives entre régions linguistiques. Pour une description des caractéristiques de l'enseignement ELF, voir le point 2.4.

2.3 Résultats nationaux et comparatifs entre régions linguistiques

Les résultats présentés concernent les questions suivantes :

- Peut-on observer des différences dans l'enseignement des mathématiques en Suisse romande, au Tessin et en Suisse alémanique ?
- Quelle est la nature des énoncés de problèmes proposés dans les leçons suisses et quel type de traitement est réellement effectué lors de la résolution ?
- Comment les élèves, en Suisse, jugent-ils leur enseignement des mathématiques ?

2.3.1 L'enseignement des mathématiques dans les trois régions linguistiques

Une comparaison des leçons de mathématiques de la Suisse romande, du Tessin et de la Suisse alémanique montre qu'en ce qui concerne les dimensions considérées par l'analyse internationale (structure des leçons, contenu mathématique, résolution de problèmes²⁴), l'enseignement de cette discipline dans les trois régions linguistiques est dans l'ensemble organisé de manière très semblable²⁵. Des analyses plus approfondies sont en cours dans le cadre de l'étude suisse.

Jugement porté par les enseignants sur les leçons filmées

Dans les trois régions linguistiques, les leçons filmées sont décrites par les enseignants, à quelques détails près, comme représentatives de leur enseignement quotidien : 94% des enseignants en Suisse alémanique et 90% au Tessin déclarent avoir enseigné comme ils le font habituellement. En Suisse romande, le pourcentage est un peu plus faible (70%) et diffère significativement de celui de la Suisse alémanique. Le temps consacré à la préparation des leçons de mathématiques diffère en partie. Les enseignants tessinois ont, selon leurs propres indications, consacré davantage de temps à la préparation de la leçon filmée que les enseignants suisses alémaniques, et passent en général davantage de temps à préparer les leçons de mathématiques que leurs collègues suisses alémaniques. La différence avec la Suisse romande n'est pas significative.

Organisation de l'enseignement

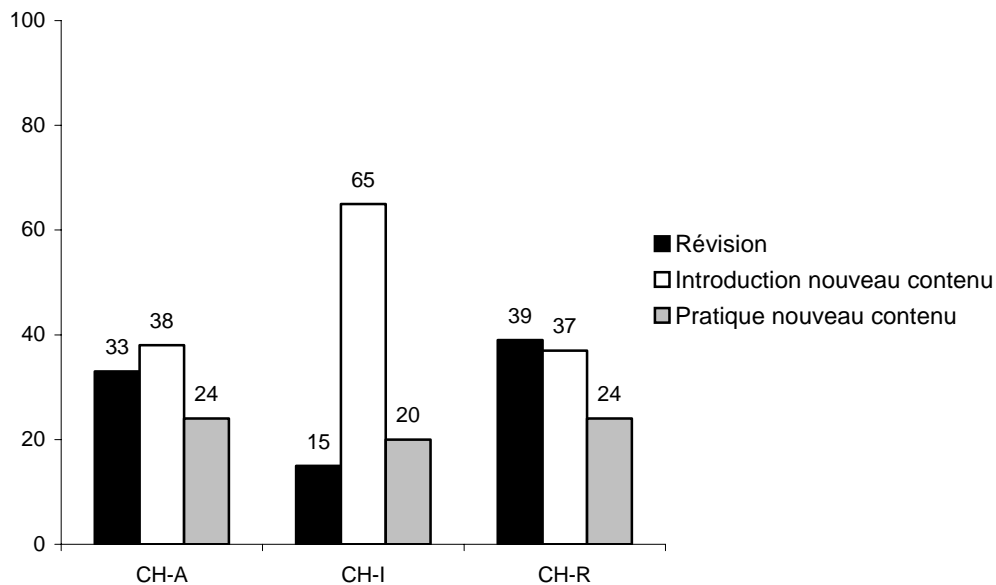
L'organisation de l'enseignement se révèle très semblable dans les trois régions linguistiques. Les quelques différences observables concernent avant tout la structure des leçons.

Au Tessin, le temps réservé à l'introduction de nouveaux contenus est plus important que dans les leçons alémaniques et romandes (graphique 19). Dans les leçons romandes en revanche, la révision prend plus de temps qu'au Tessin. Le pourcentage de leçons entièrement dévolues à la révision est plus élevé en Suisse alémanique qu'au Tessin. Aucune différence n'est observée concernant les formes d'interaction (enseignement en classe entière *versus* travail individuel, par paires ou par groupes).

²⁴ Ces dimensions renvoient respectivement aux points 1.3, 1.4 et 1.5 du présent rapport.

²⁵ Toutes les différences mentionnées dans le texte atteignent un seuil de significativité d'au moins .05.

Graphique 19. Pourcentage moyen de temps par leçon consacré aux différents buts, par région linguistique



En ce qui concerne le contenu mathématique et la résolution de problèmes, on observe une grande ressemblance entre les trois régions linguistiques²⁶. Les problèmes traités sont majoritairement de faible complexité. Le pourcentage moyen de problèmes comportant une référence à la vie quotidienne est également à peu près aussi élevé dans les trois régions linguistiques, tout comme le pourcentage de problèmes qui sont des applications, et peu de leçons comportent des démonstrations mathématiques. En outre, dans les trois régions, le travail privé consiste en grande partie en de la répétition de procédures.

Types d'énoncés de problèmes et leur implémentation dans les leçons suisses

Le rapport international a mis en évidence d'importantes différences entre les pays en ce qui concerne cet aspect (cf. point 1.5.1). Rappelons que trois types d'énoncés de problèmes ont été définis, sur la base du type de traitement mathématique qu'ils impliquent (a priori) : l'utilisation de procédures, l'explicitation de propriétés, la recherche de liens.

L'examen du traitement de chaque problème durant la leçon révèle que les processus suggérés par leur énoncé ne sont pas nécessairement identiques aux processus rendus explicites lors de leur résolution. La recherche a montré qu'en Australie et aux États-Unis, l'implémentation en classe de problèmes dont l'énoncé implique la recherche de liens exploite très rarement cet aspect, se bornant à un calcul sans commentaires ou à l'énoncé du résultat. Dans tous les

²⁶ La seule petite divergence concerne une caractéristique de la résolution de problèmes. Le pourcentage de leçons dans lesquelles, une fois au moins, plusieurs manières de résoudre un même problème sont présentées publiquement est à peu près le même dans les trois régions linguistiques. En revanche, le pourcentage de leçons comportant au moins un problème pour lequel il est explicitement demandé aux élèves de choisir leur propre méthode de résolution est plus faible au Tessin qu'en Suisse alémanique et en Suisse romande.

autres pays, par contre, cette implémentation donne plus souvent lieu à la recherche de liens (graphique 10, p. 24).

La Suisse n'était pas incluse dans cette analyse car des transcriptions anglaises n'étaient pas disponibles pour toutes les leçons. Cependant, ce travail a été effectué indépendamment pour un échantillon de leçons suisses et pour l'ensemble des leçons suisses romandes (Floris, à paraître). Avec environ 10% d'énoncés de problèmes impliquant la recherche de liens, la Suisse se situe un peu en-dessous de la moyenne internationale à cet égard. Par contre, le nombre de problèmes posés sollicitant l'explicitation de propriétés est le plus élevé, avec plus de 40%. Par ailleurs, ce qui surprend en Suisse, c'est que si l'on considère la manière de *traiter* l'ensemble des problèmes (quel que soit l'énoncé initial), il apparaît qu'ils le sont en recherchant effectivement des liens dans environ 30% des cas, taux qui n'est dépassé que par le Japon (37%) (graphique 9, p. 23).

Recherche de liens et place de la leçon dans l'étude d'un chapitre

Il devient intéressant d'aller au-delà des statistiques et d'examiner plus qualitativement à quoi correspondent ce type de problèmes et les leçons dans lesquelles ils sont traités. Une première constatation s'impose : cette caractérisation dépend fortement de la place de la leçon filmée dans l'étude d'un chapitre. C'est en effet au début et à la fin de l'enseignement relatif à une notion que des problèmes de recherche de liens sont les plus susceptibles d'être proposés, alors que lors de la partie centrale de l'étude, le travail en classe concerne le plus souvent des exercices d'applications et les problèmes traités sont plutôt de type procédural. Nous avons ainsi constaté qu'à peu près la moitié des leçons comportant des problèmes posés et résolus en termes de *recherche de liens* étaient dédiées *uniquement* à des problèmes de ce type. Par ailleurs, ces leçons traitaient peu de problèmes, voire un seul. Il s'agissait de leçons introductives ou conclusives, avec mise en place de travail en groupes suivie d'une présentation et d'une discussion des productions de chaque groupe, l'enseignant(e) ne validant ces productions qu'à la fin du processus (profil de leçon typique du Japon, mais aussi mis en avant par des didacticiens connus en Suisse, tels que Guy Brousseau, Marc Legrand et Michel Manthe). Dans les autres leçons, les problèmes avec recherche de liens observés étaient traités dans un temps plus court et mêlés à des problèmes de type procédural. Nous avons également observé un traitement de recherche des liens ou explicitant des propriétés pour des problèmes dont les énoncés sont de type procédural.

Importance du contenu notionnel

Au-delà de la place dans un chapitre, le type de contenu notionnel peut avoir une importance. Ce rôle du savoir a été peu pris en considération dans l'étude internationale, à l'exception du cas de la géométrie plane, une grande majorité des problèmes (73%) traitant de ce sujet au Japon. Pour certains aspects tels que par exemple la complexité procédurale des problèmes proposés, la différence entre le Japon et certains pays, dont la Suisse, diminue si l'on ne considère que les leçons de géométrie.

Qualité de l'apprentissage et rôle de l'enseignant(e)

La recherche de liens peut être prise en charge soit par l'enseignant(e), soit par l'élève, soit dans le cadre d'une interaction entre les deux. Il serait intéressant d'étudier ces deux cas de figure dans la mesure où ils ne sont pas similaires du point de vue de l'apprentissage des élèves, sous l'hypothèse que cet apprentissage est plus efficace s'il s'agit d'une réponse à une question que l'élève se pose lui-même. La codification des leçons qui a été effectuée n'a pas examiné ce point particulier, qui est actuellement l'objet en Suisse romande d'une recherche coordonnée par R. Floris.

2.3.2 Le point de vue des élèves

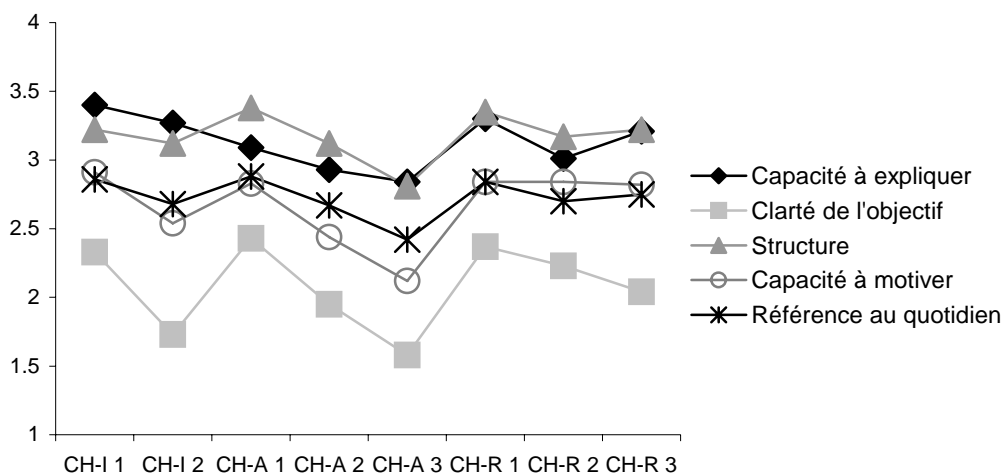
Vécu de l'enseignement

Les élèves ont été interrogés sur un certain nombre d'aspects de l'enseignement. Dans la plupart des cas, une échelle de réponse en quatre points leur était proposée (de 1 = *pas du tout d'accord* à 4 = *tout à fait d'accord*). Les réponses des élèves concernent des caractéristiques telles que le caractère structuré ou non de l'enseignement (par ex. « *Dans nos leçons de mathématiques, les points essentiels sont fréquemment résumés* »), la capacité de l'enseignant(e) à expliquer (par ex. « *Notre enseignante de mathématiques sait bien expliquer* »), la clarté de l'objectif de l'enseignement (par ex. « *Avant que l'enseignant de mathématiques débute la leçon, il en clarifie les objectifs* »), la référence au quotidien (par ex. « *Pour nous expliquer quelque chose de mathématique, notre enseignante prend souvent un exemple de la vie quotidienne* »), la capacité à motiver (par ex. « *Notre enseignant de mathématiques sait rendre réellement intéressante une matière même aride* »). Les résultats de chaque type d'école dans les trois régions linguistiques sont présentés séparément (graphique 20).

La perception qu'ont les élèves de l'enseignement se révèle de manière générale assez positive. Les valeurs moyennes se situent en règle générale au-dessus du centre de l'échelle. La structure de l'enseignement et la capacité à expliquer de l'enseignant(e) sont jugées assez élevées. Les jugements concernant la référence au quotidien et la capacité à motiver sont en comparaison un peu moins élevés. La clarté de l'objectif de l'enseignement est, quant à elle, jugée plutôt négativement. Dans beaucoup de classes, l'objectif de la leçon n'est pas ou que très rarement exposé, selon les élèves. Ce résultat est conforme à ce qui ressort de la recherche internationale. Si l'on compare les types d'écoles, on trouve les valeurs moyennes les plus élevées dans les écoles romandes ayant des exigences élémentaires, et les moyennes les plus basses dans les écoles alémaniques dont les exigences sont élevées (*Progymnasium*)²⁷.

²⁷ Ce modèle s'observe également pour d'autres aspects de l'enseignement non présentés ici.

Graphique 20. Perception des caractéristiques de l'enseignement par les élèves, selon les types d'écoles dans les trois régions linguistiques



Types d'écoles :

Tessin : CH-I 1 = niveau le plus bas, CH-I 2 = niveau le plus élevé.

Suisse alémanique : CH-A 1 = niveau le plus bas (*Real-, Oberschule*), CH-A 2 = niveau moyen (*Sekundarschule*), CH-A 3 = niveau le plus élevé (*Progymnasium*).

Suisse romande : CH-R 1 = niveau le plus bas, CH-R 2 = niveau moyen, CH-R 3 = niveau le plus élevé.

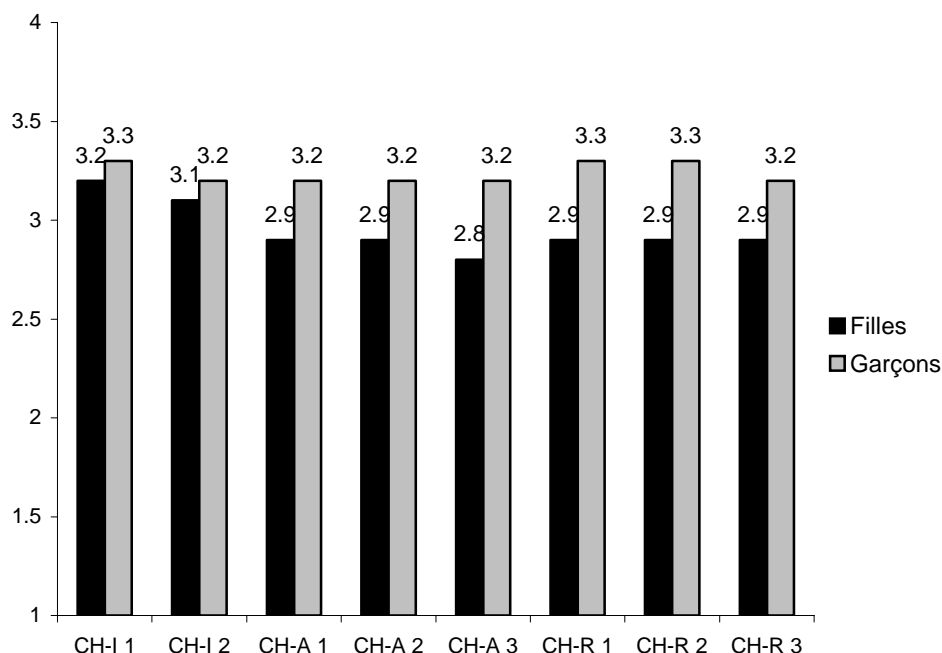
D'une manière générale, les élèves des écoles du plus haut niveau en Suisse alémanique (*Progymnasium*) semblent évaluer leur enseignement de façon plus critique que les élèves d'autres types d'écoles. Mais les différences ne sont pas forcément statistiquement significatives et ne doivent pas être interprétées abusivement. Il serait faux de tirer des conclusions sur la qualité réelle de l'enseignement uniquement sur la base de ces résultats. Des données vidéo ainsi que des données sur les effets, comme par exemple des résultats mathématiques, doivent être également prises en compte pour éclaircir la question de la qualité.

Image de soi

Les élèves ont, entre autres, été interrogés sur la manière dont ils jugent leur confiance en eux en mathématiques (exemple d'item : « *Si je veux, je peux être bon en mathématiques* »)²⁸. Dans tous les types d'écoles, les moyennes se situent clairement au-dessus du centre de l'échelle (graphique 21). Des différences nettes apparaissent dans les réponses des garçons et des filles, ces dernières jugeant leur confiance en elles en moyenne plus faible que les garçons.

²⁸ Une échelle de réponse en quatre points leur était proposée (de 1 = *pas du tout d'accord* à 4 = *tout à fait d'accord*). Une moyenne basse est l'expression d'une confiance en soi plutôt faible, une moyenne élevée laisse en revanche supposer une forte confiance en soi.

Graphique 21. Confiance en soi des filles et des garçons en mathématiques, selon les types d'écoles dans les trois régions linguistiques



La différence entre les sexes ne s'exprime toutefois pas avec la même force dans tous les types d'écoles et toutes les régions linguistiques. Au Tessin, les réponses des garçons et des filles diffèrent peu. Dans les différents types d'écoles de Suisse alémanique et de Suisse romande, la différence entre garçons et filles apparaît plus clairement.

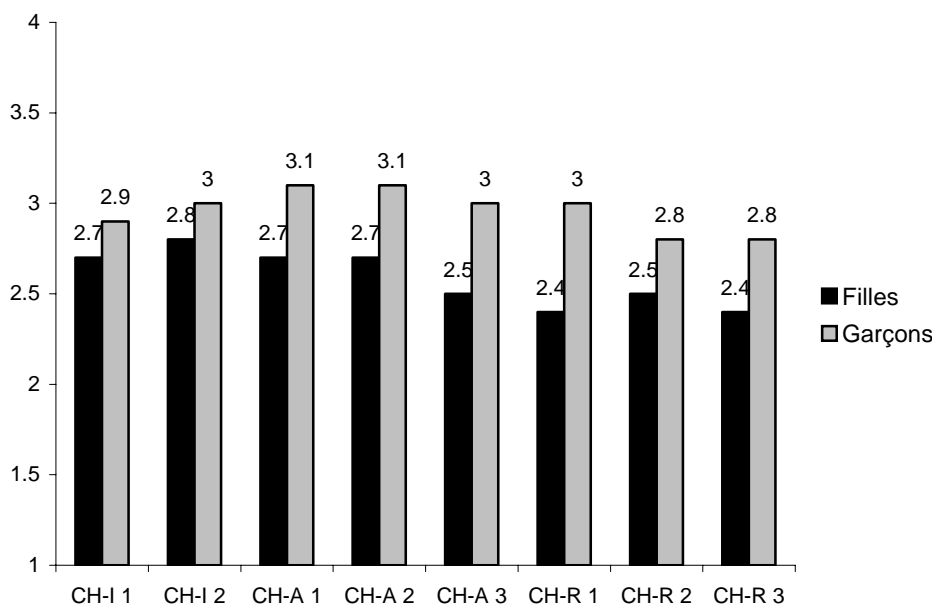
Seule l'information concernant une valeur moyenne est conservée ici. Aucune indication n'est donnée quant à la dispersion des distributions dans les différents types d'écoles. Il y a ainsi, par exemple, parmi les données, des classes dans lesquelles la différence de moyennes est très grande (par ex. moyenne des filles = 2.5, moyenne des garçons = 3.4), et des classes avec des différences très faibles (par ex. moyenne des filles = 3.0, moyenne des garçons = 3.1). On trouve aussi des classes dans lesquelles la différence entre filles et garçons est *inversée* (par ex. moyenne des filles = 3.2, moyenne des garçons = 2.6). Ces classes appellent d'autres analyses. La question se pose notamment de savoir dans quelle mesure et de quelle manière le vécu de l'élève d'un enseignement des mathématiques particulier exerce une influence sur le développement de l'image de soi (voir Reusser, Pauli & Waldis, en préparation).

Intérêt

L'intérêt des élèves pour les mathématiques a également été mesuré au moyen de 8 items (par ex. « *Les mathématiques sont passionnantes* »)²⁹. Les garçons et les filles diffèrent assez fortement en ce qui concerne leur intérêt pour les mathématiques (graphique 22). Dans tous les types d'écoles, les garçons se révèlent être plus intéressés par cette discipline que les filles. Alors que les réponses de ces dernières se situent autour du centre de l'échelle, les moyennes des garçons se trouvent clairement au-dessus de celui-ci.

²⁹ Les élèves devaient indiquer dans quelle mesure chacune des affirmations leur correspondait personnellement. Ils disposaient pour ce faire d'une échelle en 4 points (de 1 = *pas du tout d'accord* à 4 = *tout à fait d'accord*).

Graphique 22. Intérêt pour les mathématiques chez les filles et les garçons, selon les types d'écoles dans les trois régions linguistiques



Les différences les plus nettes entre garçons et filles s'observent dans les écoles suisses alémaniques avec exigences élevées (*Progymnasium*) ainsi que dans les écoles romandes avec exigences élémentaires. Les différences entre les sexes sont les plus faibles dans les deux types d'écoles du Tessin (*Corso base* et *Corso attitudinale*).

L'intérêt pour les mathématiques est globalement un peu plus faible chez les élèves romands et les élèves alémaniques des classes avec exigences élevées (*Progymnasium*) que chez leurs collègues du Tessin et des deux autres types d'écoles de Suisse alémanique (*Realschulen* et *Sekundarschulen*).

Résultats suisses en comparaison internationale

Les présents résultats sont conformes à l'enquête TIMSS de 1995. Il ressortait de la comparaison internationale, à l'époque, que l'intérêt des élèves suisses pour les mathématiques était de façon générale assez élevé, mais qu'il existait des différences nettes entre les sexes. Les processus d'apprentissage et de socialisation intra- et extrascolaires à long terme semblent mener à une ségrégation des sexes dans ce domaine.

2.4 Formes différentes d'enseignement en Suisse alémanique

2.4.1 « *Erweiterte Lehrformen* »

Un des objectifs du projet vidéo suisse consistait également, en ayant recours à d'autres sources de données, à rechercher des pratiques d'enseignement différentes à l'intérieur de la Suisse. La question se posait, entre autres, pour la Suisse alémanique, de savoir jusqu'à quel point les « *Erweiterte Lehrformen* » (ELF)³⁰ étaient appliquées dans l'enseignement des mathématiques du secondaire I.

Les résultats présentés concernent les points suivants :

- Les « *Erweiterte Lehrformen* » sont-elles utilisées dans l'enseignement des mathématiques du secondaire I ?
- Comment les enseignants qui disent avoir fréquemment recours aux ELF organisent-ils leur enseignement en comparaison de ceux qui enseignent plutôt de manière traditionnelle ? Quel est le point de vue des élèves ?
- Des différences d'organisation de l'enseignement peuvent-elles être aussi décelées dans les leçons filmées ?
- Y a-t-il un lien entre le recours aux ELF et les résultats mathématiques, l'intérêt et le bien-être des élèves à l'école ?

Principaux résultats

Les dépouillements laissent penser qu'il y a réellement différentes pratiques d'enseignement en Suisse alémanique, qui se distinguent avant tout pour ce qui est des formes d'apprentissage et d'interaction. Les élèves jugent l'enseignement ELF sous plusieurs aspects un peu plus positivement que les élèves qui font l'expérience d'un enseignement plutôt traditionnel. On ne constate cependant aucune différence en ce qui concerne les résultats ou l'intérêt.

Diffusion

Dans le questionnaire suisse, les enseignants ont été interrogés sur la fréquence à laquelle ils recourent aux ELF dans leur enseignement des mathématiques³¹. Près de 50% des enseignants disent pratiquer de temps en temps l'enseignement ELF et 42% des enseignants déclarent y

³⁰ Depuis le projet « *Erweiterte Lehrformen* » (NW EDK, 1990-1995), les enseignants ont plus souvent recours, dans différents cantons de Suisse alémanique, à des formes d'enseignement plus ouvertes. Ces formes d'enseignement et d'apprentissage ne doivent en aucune façon remplacer totalement l'enseignement traditionnel en classe, mais le compléter.

L'enseignement ELF attache plus d'importance à la différenciation interne, à l'activité propre des élèves, à l'autorégulation et la réflexion sur leur propre conduite d'apprentissage, ainsi qu'à l'apprentissage coopératif.

Quelques-unes des méthodes d'enseignement importantes appliquées de manière accrue dans le cadre de l'enseignement ELF sont le plan de travail hebdomadaire, l'enseignement sous forme d'atelier, l'enseignement par projet, le travail libre et différentes formes d'apprentissage coopératif. Un encouragement à la réflexion et à l'autorégulation est également visé, notamment par le biais de contrats d'apprentissage ou de carnets dans lesquels les élèves écrivent des comptes rendus de leurs apprentissages.

³¹ La question a été intentionnellement posée de manière générale et visait un jugement global de la part des enseignants. Les données se rapportent à l'échantillon représentatif de la Suisse alémanique.

recourir ou souvent ou (presque) toujours. Les ELF ont par conséquent manifestement acquis une certaine importance dans l'enseignement des mathématiques en Suisse alémanique. Elles sont mises en pratique avant tout par les enseignants des écoles à exigences élémentaires (*Realschulen*) et moyennes (*Sekundarschulen*), un peu moins dans les classes à exigences élevées (*Progymnasium*).

Organisation de l'enseignement

Dans quelle mesure l'enseignement des mathématiques avec les ELF se distingue-t-il d'un enseignement des mathématiques plutôt traditionnel ? Pour examiner cette question, les enseignants participants ont été répartis en deux groupes. Le groupe « ELF » est constitué des enseignants qui déclarent avoir recours souvent ou presque toujours aux ELF, le groupe « enseignement traditionnel » est formé des enseignants qui disent les utiliser de temps en temps ou jamais.

Les comparaisons qui suivent prennent uniquement en compte les classes avec exigences élémentaires (*Realschulen*) et les classes avec exigences moyennes (*Sekundarschulen*) de Suisse alémanique. L'échantillon a été enrichi de 16 classes supplémentaires dont les enseignants déclarent avoir recours aux ELF dans leur enseignement³².

Le point de vue des enseignants

Selon le jugement porté par les enseignants, l'enseignement du groupe « ELF » se distingue de celui du groupe « traditionnel » en ce qui concerne les formes d'apprentissage et d'interaction. Comme attendu, selon leurs propres indications, les enseignants « ELF » pratiquent plus rarement un enseignement en classe entière (enseignement frontal), mais en revanche plus fréquemment des formes ouvertes (plan de travail hebdomadaire, atelier), tout comme des formes d'enseignement orientées vers la réflexion de l'élève ainsi que vers l'apprentissage coopératif.

Le point de vue des élèves

La perception des élèves concernant les formes d'apprentissage et d'interaction utilisées correspond tendanciellement au jugement porté par les enseignants. On trouve des corrélations significatives entre la perception des enseignants et celle des élèves, par exemple pour la fréquence de l'enseignement avec un plan de travail hebdomadaire ($r = .628$, $N = 73$), l'enseignement en classe entière ($r = .324$, $N = 59$) et le libre choix de la forme d'interaction (c'est-à-dire que les élèves choisissent s'ils veulent travailler seuls, par paires ou dans un groupe) ($r = .274$, $N = 59$). La corrélation n'est pas significative en ce qui concerne le recours à un enseignement sous forme d'atelier.

« *Erweiterte Lehrformen* » et qualité de l'enseignement

La recherche empirique sur la qualité de l'enseignement a identifié un certain nombre de caractéristiques qui semblent distinguer un enseignement efficace. Une bonne gestion de la classe, la clarté et la structure de l'enseignement, un niveau d'activité élevé de la classe, l'adaptabilité de l'enseignement ainsi qu'un soutien individuel à l'apprentissage en font partie, en particulier. De surcroît, d'autres critères de qualité plus spécifiques, comme par

³² Pour cette raison l'échantillon ne peut prétendre à une stricte représentativité, les résultats ne sont pas à proprement parler généralisables. Pour un meilleur jugement de leur significativité, la taille de l'effet est estimée avec le d de Cohen.

exemple un enseignement orienté vers la compréhension, proviennent de la recherche actuelle sur l'enseignement et l'apprentissage ainsi que de la recherche didactique.

L'enseignement procédant plutôt traditionnellement se distingue-t-il de celui du groupe ELF en ce qui concerne de telles caractéristiques ? Pour répondre à cette question, on a eu recours aux résultats issus du questionnaire destiné aux élèves. Par ailleurs, on a aussi pris en compte les constatations d'observateurs externes, auxquels on avait demandé d'évaluer les leçons filmées.

Le point de vue des élèves

Dans l'ensemble, les élèves des enseignants ELF jugent l'enseignement un peu plus positivement que les élèves des enseignants procédant traditionnellement. L'enseignement dans les classes ELF est jugé plus favorablement entre autres en ce qui concerne la clarté et la structure, les aspects d'adaptabilité et de participation, le soutien individuel à l'apprentissage, la capacité à motiver et la transmission de stratégies d'argumentation pour des discussions mathématiques.

Les craintes qu'une ouverture de l'enseignement se fasse inévitablement au détriment de la clarté et de la structure, et qu'elle engendre le chaos dans la salle de classe, s'avèrent infondées. Les élèves des enseignants ELF jugent l'enseignement légèrement plus positivement en ce qui concerne la structure et la clarté, et on n'observe aucune différence par rapport aux classes traditionnelles en ce qui concerne la gestion de la classe et de la discipline.

De même, pour ce qui est des caractéristiques de la qualité de l'enseignement basées sur la didactique telles que l'orientation vers la compréhension, la référence au quotidien ou la transmission de stratégies de résolution de problèmes, les élèves des enseignants ELF jugent l'enseignement soit légèrement mieux, soit aussi bien que les élèves des enseignants procédant plutôt traditionnellement.

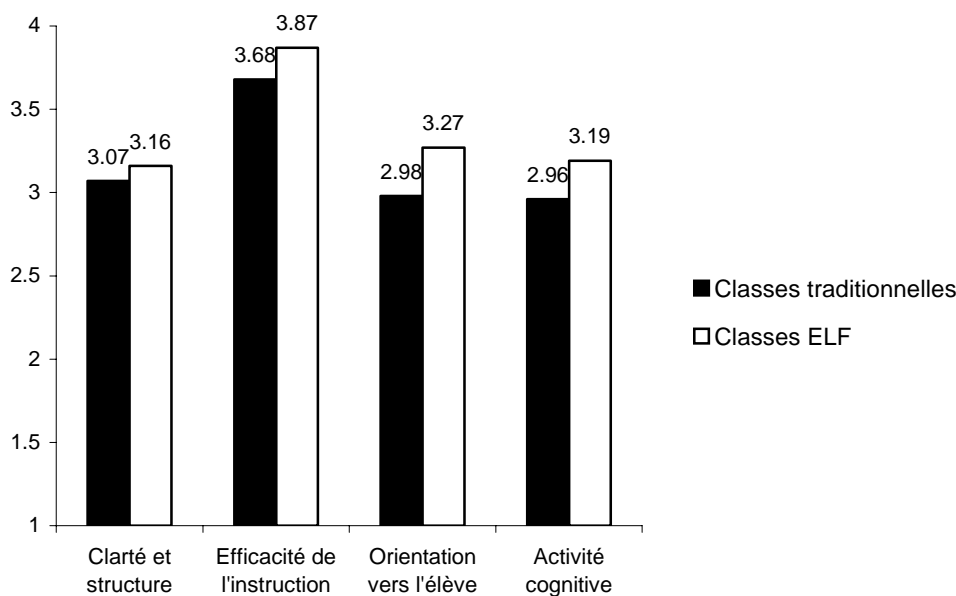
Le point de vue des observateurs

Les différences de qualité de l'enseignement perçues par les élèves sont-elles aussi observables dans les leçons filmées ? Pour éclaircir ce point, les enregistrements vidéo ont été jugés par quatre observatrices et observateurs formés, à l'aide d'un questionnaire³³. Les jugements ont porté sur les quatre dimensions de la qualité de l'enseignement suivantes : l'efficacité de l'instruction (gestion de la classe, utilisation du temps, etc.), l'orientation vers l'élève (soutien à l'apprentissage, etc.), l'activité cognitive (niveau d'exigences, capacité à motiver, etc.), et enfin la clarté et la structure. Les jugements se sont faits sur une échelle en quatre points : plus la valeur est élevée, plus la qualité de l'enseignement est jugée positivement sur la dimension correspondante.

Les jugements des observateurs se situent dans l'ensemble clairement au-dessus du centre de l'échelle (graphique 23). On constate une bonne gestion de la classe avec un déroulement de l'enseignement sans perturbations. L'enseignement dans les leçons observées est jugé clair. On relève également des valeurs élevées pour ce qui est de l'activité cognitive et de l'orientation vers l'élève.

³³ En collaboration avec un groupe de recherche allemand (Dr. Marten Clausen, Prof. Dr. Eckhard Klieme), des caractéristiques de la qualité de l'enseignement ont été jugées dans toutes les leçons suisses et dans 85 leçons allemandes par des observatrices et observateurs formés. Pour un exposé plus détaillé des jugements et des résultats voir Clausen, Reusser, & Klieme (2003).

Graphique 23. Quatre domaines de caractéristiques dans les classes traditionnelles et les classes ELF



Des différences peuvent être observées entre les classes ELF et les classes avec un enseignement traditionnel. Les leçons des classes ELF sont évaluées un peu plus positivement dans les quatre domaines. Les évaluations des deux groupes se distinguent systématiquement concernant les trois domaines « efficacité de l'instruction » (effet moyen ; d de Cohen = .69), « orientation vers l'élève » (grand effet ; d de Cohen = .94), et « activité cognitive » (effet moyen ; d de Cohen = .52). Aucune différence statistiquement significative n'est observée en ce qui concerne les évaluations de la « clarté/structure » (petit effet ; d de Cohen = .20).

Résultats et intérêt des élèves

Dans ce contexte d'ouverture de l'enseignement ou d'« *Erweiterten Lehrformen* », les uns craignent qu'un tel enseignement puisse mener à de moins bons résultats. A l'inverse, d'autres espèrent qu'il puisse particulièrement bien susciter la motivation et l'intérêt des élèves. Pour cette raison, la question se pose de savoir si les résultats en mathématiques et l'intérêt des élèves du groupe ELF se distinguent de ceux des élèves suivant un enseignement traditionnel.

Les analyses montrent qu'il n'y a de différences entre les classes du groupe ELF et les classes des enseignants procédant plus traditionnellement ni en ce qui concerne l'intérêt pour les mathématiques, ni pour les résultats au test de mathématiques, lorsque le type d'écoles (*Sekundarschule* versus *Realschule*) est contrôlé. Il faut constater en revanche que les élèves des enseignants ELF se sentent un peu mieux à l'école que leurs collègues des classes avec un enseignement traditionnel. Ces résultats ne permettent aucune interprétation causale. Ils indiquent cependant que non seulement des craintes, mais des espoirs exagérés liés aux « *Erweiterte Lehrformen* », compte tenu de leurs effets, ne sont guère justifiés.

3. HYPOTHÈSES ET PERSPECTIVES SUGGÉRÉES PAR LES RÉSULTATS INTERNATIONAUX ET ROMANDS

Nous devons d'abord constater que cette recherche, ambitieuse, est au milieu du gué. Entre nos connaissances encore fragmentaires concernant les processus d'apprentissage en classe et les performances des élèves mesurées par une épreuve telle que TIMSS, il y a des zones de profonde incertitude, auxquelles s'ajoutent toutes celles inhérentes à la dimension interculturelle. De fait, cette recherche s'est donnée plusieurs buts et plusieurs méthodes d'investigation relativement disparates, comme autant de piliers d'un pont qu'il faut encore relier entre eux.

Les « indices quantitatifs des pratiques d'enseignement » et les « profils de pratiques d'enseignement »³⁴ établis pour chaque pays ne permettent pas pour le moment de vraiment expliquer pourquoi certains pays sont plus performants que d'autres à l'épreuve TIMSS, ni de valider une approche particulière, telle que le constructivisme par exemple, puisqu'il apparaît que les enseignants des pays les plus performants ont des pratiques très différentes. Nous ne sommes donc effectivement qu'au stade d'une riche description de l'enseignement pouvant « stimuler les débats et contribuer à l'identification des facteurs susceptibles d'accroître et d'améliorer les occasions d'apprentissage »³⁵.

Malgré ces limitations, des faisceaux d'indices suggèrent des possibilités, des pistes à suivre dans ces débats. Pour tenter cette interprétation, nous ferons aussi appel, outre les résultats de nos propres analyses de l'échantillon romand (de Marcellus, à paraître), à quelques autres sources, notamment à la première étude TIMSS Video (Stigler, Gonzales, Kawanaka, Knoll, and Serrano, 1999), ainsi qu'à une expérience à laquelle nous avons participé dans le cadre de la recherche TIMSS. Dans cet exercice, des « experts » (méthodologues et chercheurs) se sont réunis dans les six pays participants (à l'exception du Japon) afin de visionner les 12 leçons (2 par pays) jugées « typiques » de chacun, chaque groupe consignait ses observations concernant les différences et ressemblances (Hollingsworth, Bogard Givvin, Jacobs, à paraître).

³⁴ Buts de l'enquête formulés à la page 8.

³⁵ Idem.

3.1 Contexte culturel et évolution des formes d'enseignement

Partons du constat qu'une variété de méthodes d'enseignement donnent de bons résultats, le Japon utilisant des méthodes très constructivistes alors que Hong Kong et la République tchèque obtiennent des résultats assez semblables avec une approche plus traditionnelle et directive³⁶. On peut postuler que la diversité des « profils » d'enseignement observée s'est développée en fonction des conditions culturelles et sociales locales, et vraisemblablement à partir de la méthode la plus simple et directe : la personne détenant la connaissance l'explique, la montre, puis propose aux apprenants de la reproduire.

Cette méthode serait souvent spontanément préférée quand on dispose d'apprenants motivés et/ou de peu de temps, même si elle privilégie sans doute la quantité de matière abordée par rapport à la qualité de la compréhension. D'ailleurs, même des enseignants pratiquant les méthodes constructivistes avec succès l'utilisent quand ils sont pressés par le programme. Comme le relèvent nos collègues suisses-allemands, elle est aussi souvent préférée dans les filières des « bons » élèves. Elle devient quasiment la règle au supérieur (le constructivisme lui-même étant le plus souvent exposé de cette manière !).

On peut supposer que cette approche est efficace – ou au contraire est obligée d'évoluer – en fonction d'un ensemble de représentations, valeurs et attitudes : envers la figure sociale de l'enseignant(e), envers les adultes plus généralement, envers le savoir, etc. Il s'agit des attitudes des élèves, mais qui sont elles-mêmes influencées par celles des enseignants, des parents et de la société en général. On peut penser que cette méthode plus directive est effectivement la plus efficace, tant que les élèves sont suffisamment motivés pour soit apprendre par cœur, soit spontanément décortiquer et reconstruire activement un savoir livré « clé en mains ».

Par contre, quand le respect pour l'enseignant(e)³⁷ et la valeur accordée au savoir faiblissent (entraînant avec eux la motivation et l'activité intellectuelle spontanée de l'élève), il y aurait forcément évolution par rapport à l'enseignement traditionnel. Un procédé d'enseignement qui fonctionne très bien à Hong Kong, Prague ou dans certaines petites villes romandes ne « passe » plus forcément dans une banlieue de Genève. Il peut même devenir quasiment inconcevable, voire être oublié.

Ainsi, les « experts » suisses romands ont eu une impression quasi « proustienne » en regardant les leçons « typiques » tchèques. Ces leçons commencent généralement avec plusieurs élèves appelés au tableau pour écrire et expliquer la résolution d'un problème entier relativement complexe, et sur laquelle les élèves sont notés. Ce procédé, assez courant en Suisse (et même aux États-Unis) quand les « experts » étaient eux-mêmes élèves, semble

³⁶ Outre leurs scénarios de leçons magistrales assez classiques, on relèvera que dans les leçons de Hong Kong, les problèmes sont très souvent posés en termes procéduraux. Ce sont aussi les leçons où l'enseignant parle le plus, relativement aux élèves. Dans les leçons jugées « typiques », l'enseignant suit un rythme rapide en s'appuyant surtout sur des élèves volontaires, et ceci dans des classes très grandes (voir l'exemple de leçon sur le CD-ROM). Il doit donc être difficile dans une telle classe de repérer les difficultés des élèves, et encore plus de les prendre en charge. Et pourtant « elle tourne » (cf. résultats, tableau 1, p. 8) !

³⁷ Il est sans doute significatif que les élèves de Hong Kong, du Japon et de la République tchèque se lèvent et saluent formellement l'enseignant(e) en début d'heure. Les élèves japonais le remercient d'avance pour son enseignement !

avoir pratiquement disparu, comme si on ne pouvait plus s'attendre à ce que les élèves assument une telle responsabilité³⁸.

Deux évolutions possibles semblent alors pouvoir se dessiner :

– *Première possibilité* : l'approche de l'enseignant(e) reste apparemment inchangée. Néanmoins, dans ce cas aussi il y a évolution, car le changement d'attitude des élèves fait que l'apprentissage tend automatiquement à se limiter aux aspects procéduraux, à du « par cœur » relativement fragile.

Insensiblement, le but principal deviendrait de trouver la réponse juste, et non de comprendre. Les enseignants eux-mêmes s'accommodent inconsciemment du fait que les élèves ne vont pas essayer de comprendre le sens des opérations. C'est ainsi, par exemple, qu'on peut interpréter le fait qu'il n'y ait pas de démonstrations mathématiques dans l'échantillon de leçons des États-Unis.

Une telle évolution pourrait expliquer que des énoncés de problèmes identiques de fait semblent faire appel à un travail différent, selon la culture mathématique du pays considéré. Si l'on examine le rapport entre énoncé de problème et résolution effective pour l'ensemble des pays (graphiques 9 et 10, pp. 23 et 24), on constate une nette divergence. A Hong Kong, en République tchèque, aux Pays-Bas, au Japon (et en Suisse), le nombre de problèmes résolus en impliquant seulement des procédures (ou en se bornant à formuler le résultat) est inférieur au nombre de problèmes formulés en ces termes. Un énoncé en termes procéduraux peut donc annoncer une recherche de relations, de sens dans ces pays. Par contre, en Australie et aux États-Unis, c'est le contraire : il y a déjà une grande proportion de problèmes posés en termes procéduraux, mais *encore plus* qui sont résolus de cette manière (ou avec une simple annonce du résultat).

Le contraste est encore plus saisissant si l'on examine uniquement la manière dont sont résolus les problèmes énoncés comme des recherches de liens, de sens (cf. graphique 10, p. 24). Aux États-Unis en particulier, où 17% des problèmes sont énoncés en termes de liens à rechercher, seuls un nombre négligeable de problèmes sont résolus ainsi. En Suisse romande, par contre, des 10% de problèmes énoncés en termes de liens, 70% sont effectivement résolus de cette manière. De plus, quel que soit l'énoncé, 30% des problèmes (pourcentage dépassé seulement par le Japon) sont de fait résolus en faisant appel à une recherche de liens.

Tout se passe comme si enseignants et élèves de certains contextes culturels s'attendaient à dépasser relativement souvent le niveau purement procédural, quel que soit l'énoncé du problème. Alors que dans d'autres, même les appels explicites de l'enseignant(e) à rechercher des liens ne sont pas suivis d'efforts, y compris de la part de celui-ci ! Puisqu'une telle façon d'opérer est souvent en contradiction avec les principes affichés des enseignants, il est probable que ces derniers ne soient même pas conscients de ce glissement. L'analyse vidéo pourrait probablement se révéler utile pour faire prendre conscience de cette incohérence, ainsi que pour analyser les interactions et les contraintes qui détermineraient éventuellement ces évolutions divergentes.

Parallèlement, les enseignants tendent à motiver les élèves en invoquant l'utilité, plutôt que l'intérêt, le défi ou le jeu intellectuel. On privilégie les problèmes ayant un rapport avec la vie quotidienne, puisqu'on ne sent plus la possibilité de réveiller la curiosité intellectuelle des

³⁸ En Suisse romande, quand on demande la résolution publique d'un problème entier à un élève, ce serait plus souvent l'enseignant qui écrit sous sa dictée (et qui très souvent y met du sien). Plus souvent encore, on ne demande que des réponses partielles.

élèves, alors que dans les pays les plus performants (Japon, Hong Kong, République tchèque) on utilise plus rarement ce genre de problème (cf. contexte du problème, point 1.5.1).

Parallèlement, la proportion des leçons consacrée à la révision augmente par rapport à l'introduction et la pratique de nouveaux contenus (graphique 2, p. 13)³⁹. On se fie à la répétition pour faire « entrer » les procédures correctes (« La règle, la règle, la règle ! » martèle le maître d'une des leçons « typiques » australiennes ; « la seule façon de vous la rappeler est de l'écrire très souvent en entier »).

– *Deuxième possibilité* : les enseignants modifient plus ou moins radicalement la forme de l'enseignement, afin d'assurer une activité intellectuelle et un intérêt qui ne vont plus de soi. Ces enseignements (qu'on peut désigner génériquement comme « constructivistes », malgré les ambiguïtés possibles du terme, cf. ci-dessous) sont structurés afin que le raisonnement, le *sens* soient le but explicite et incontournable de l'exercice, typiquement en incluant une phase de recherche – individuelle et/ou collective – avant l'institutionnalisation d'une démarche par l'enseignant(e). Cette approche est souvent mise en avant quand la question primordiale devient celle d'impliquer réellement les élèves (typiquement ceux de filières plus « faibles ») dans un apprentissage. C'est ainsi que Altet (1994) conclut une étude approfondie d'observations en classe en citant Berger (1988) : « *Où est donc la fonction enseignante ? Doit-elle se définir par la notion d'apprentissage ou par celle d'éducation ? On touche là à une évolution historique importante de la fonction enseignante. L'enseignant doit, dans sa classe, produire le sens qui a déserté le système. Aujourd'hui, les élèves ne donnent pas spontanément sens à leur présence à l'école. L'enseignant doit fabriquer ce sens* » (p. 254).

La supériorité des résultats japonais serait due en partie⁴⁰ au fait que, de façon atypique, leur enseignement cumule les avantages d'attitudes encore très positives envers l'éducation avec une approche radicalement constructiviste et socio-constructiviste. En effet, dans la leçon « typique » japonaise, l'enseignant(e) débute en posant un problème sans fournir de méthode de solution. Les élèves cherchent ensuite seuls, puis en groupes, l'enseignant(e) n'intervenant qu'après la présentation des solutions des élèves, pour reprendre et synthétiser.

Cela dit, tant que les élèves de Hong Kong ou de République tchèque⁴¹ ont d'aussi bons résultats avec des enseignements plus « traditionnels », il faut admettre que cet enseignement est bien adapté au contexte culturel et social de ces pays et au type de relations existants entre l'adulte enseignant(e) et les élèves. D'après les résultats observés, il est probable que ceux-ci maîtrisent les mathématiques présentées de façon relativement opératoire. C'est donc qu'ils les ont reconstruits activement, sans que l'enseignement n'ait besoin de les y inciter.

En effet, pour la psychologie constructiviste, si un élève maîtrise les opérations mentales impliquées dans la pose d'une équation, c'est nécessairement qu'il les a reconstruites. Toutefois, cela n'implique pas qu'un *enseignement* du type dit « constructiviste » est toujours et forcément la façon la plus efficace de promouvoir un apprentissage. L'enseignement

³⁹ Le temps important consacré à la révision en République tchèque correspond à une pratique différente : la présentation par les élèves de problèmes entiers au tableau en début de leçon (cf. point 1.6.2).

⁴⁰ Il faut savoir qu'au Japon (et d'autres pays d'Asie), une grande majorité des élèves suivent aussi des cours privés, phénomène qui témoigne de la forte motivation des familles. Ces répétitoires ou « *juku* » assurent le drill et les automatismes, laissant la part belle au maître d'école. Cela dit, le temps total d'enseignement de mathématiques reçu par les élèves japonais ne serait pas significativement plus important qu'ailleurs. L'existence des *juku* nuance ainsi le sens de l'exemple japonais : sa réussite est le fruit d'une *variété* de méthodes, autant en classe qu'en dehors. La variété de modes dans une leçon semble aussi caractéristique des meilleures leçons de l'échantillon suisse et est souvent évoquée positivement par les élèves (de Marcellus, 2002a).

⁴¹ A cet égard, il sera intéressant de vérifier si la baisse significative des résultats tchèques entre 1995 et 1999 se confirme à l'avenir.

japonais nous interpelle particulièrement, car il applique particulièrement bien une option constructiviste qui est déjà assez largement considérée comme une réponse adaptée à nos problèmes éducatifs. Cependant, la leçon plus générale à tirer de cette enquête serait que diverses formes d'enseignement peuvent être (ou ne pas être !) appropriées pour diverses situations.

3.2 Au-delà des dichotomies : pour une analyse fine des interactions

3.2.1 Une variété d'approches... et de pièges

En effet, contraster un enseignement constructiviste par rapport à un pôle plus directif n'apporte rien de très nouveau en soi ! Au-delà de cette dichotomie, l'intérêt des analyses de leçons avec la vidéo serait de permettre d'affiner notre compréhension de comment fonctionnent ces deux modes d'enseignement. L'analyse qualitative de l'échantillon romand est déjà fort instructive, car le « profil » suisse masque une grande hétérogénéité (de Marcellus, à paraître). Alors que ce profil (p. 38) donne l'image de leçons abordant beaucoup de problèmes de faible complexité (ressemblant en cela au profil des États-Unis), dans notre échantillon il y a aussi une minorité significative de leçons typiquement « japonaises », proposant peu de problèmes – ou un seul – assez complexes. Et les leçons plus « traditionnelles » sont en fait très diverses.

Il s'agit notamment de différencier à l'intérieur de chaque leçon entre situations et épisodes de type différents. Une bonne leçon constructiviste, en particulier, inclut justement une *variété* de modes d'interaction, y compris des épisodes plus directifs : des synthèses magistrales, par exemple. Les enseignants japonais, par exemple, varient plus fréquemment le type d'interaction au cours de la leçon (8 fois en moyenne) que ne le font les enseignants de tous les autres pays (cf. p. 34, mais différence JP-CZ non significative) – sans parler des *juku* (cf. note 40).

Il s'agit aussi de pouvoir identifier les formes hybrides entre les deux genres, voire les malentendus fréquents quant à ce qui constitue un enseignement constructiviste.

En effet, un des résultats les plus frappants de la première étude TIMSS Video a été de constater que 70% des enseignants de l'échantillon des États-Unis considéraient qu'ils s'inspiraient des recommandations constructivistes de la *National Council of Teachers of Mathematics*, alors que chercheurs et méthodologues n'en trouvaient que des traces superficielles dans les leçons filmées (Stigler et al., 1999, p. VI) !

En Suisse romande aussi, on trouve bon nombre de dialogues que les enseignants mènent en croyant sans doute stimuler l'activité et la participation des élèves, mais qui sont plutôt des exemples de « fausse maïeutique » dans laquelle le rôle de l'élève se réduit souvent à fournir un mot manquant dans un « discours à trous » conduit par l'enseignant(e) (de Marcellus, 2002b). Sans s'en rendre compte, l'enseignant(e) fournit le cadre, l'orientation générale vers une solution que lui seul voit, et que les élèves sont souvent incapables de retrouver par la suite. Altet (1994) caractérise de tels échanges comme des « épisodes inducteurs », qui restent dans « la logique de l'enseignement classique où l'enseignant mène le jeu par son discours » (p. 78). « On trouve ce mode de communication discursif dans l'attitude magistrale mais aussi dans l'attitude interrogative très employée dans l'enseignement actuel, au travers du dialogue interrogatif-informatif-évaluatif, qui constitue le dialogue pédagogique le plus courant » (*ibid.*, p. 79).

Encore une fois, il ne s'agit pas de condamner tel procédé dans l'absolu, mais simplement de constater que selon la situation il fonctionne ou ne fonctionne pas – et que les enseignants aient les moyens de s'en rendre compte (voir ci-dessous). Si on admet, peu ou prou, nos hypothèses sur l'évolution des formes de l'enseignement, sur le sens différent que peut prendre un énoncé en apparence identique, par exemple, on admettra aussi qu'il n'est pas possible de juger d'un procédé d'enseignement indépendamment des *réactions des élèves*, qui peuvent varier selon la culture – et même sans doute dans un même pays, voire dans une même classe.

Ainsi, un des méthodologues suisses a tout de suite reconnu le procédé utilisé dans une des leçons « typiques » de Hong Kong : la présentation d'un nouveau problème reposait sur un partage topogénétique, ou « division du travail » entre enseignant et élèves, qui de fait correspondait à des épisodes inducteurs au sens d'Altet. Les opérations connues étaient déléguées aux élèves, alors que les aspects nouveaux étaient rapidement expliqués par l'enseignant (cf. aussi l'exemple sur le CD-ROM). Cette leçon (brillante) semblait fonctionner très bien, car en l'occurrence les élèves paraissaient à la hauteur. « Preneurs », ils fournissaient les éléments connus, mais semblaient aussi essayer d'intégrer le raisonnement nouveau amené par l'enseignant. Cette leçon était un petit morceau de bravoure, mais dans un style qui chez nous conviendrait sans doute mieux à l'enseignement supérieur. Avec des élèves plus passifs, le même procédé de « division du travail » serait sans grand intérêt, les élèves fournissant plus ou moins docilement les calculs qu'on leur demande, mais sans comprendre, ni essayer de prendre en charge, le problème d'ensemble et la nouveauté visée, qui resteraient gérés par l'enseignant(e). Celui-ci pourrait, par la suite, être surpris de constater que ses élèves n'ont « rien retenu », alors qu'en fait ils n'ont jamais vraiment compris – fournissant les arbres sans voir la forêt.

Un autre ensemble de scénarios, tout en étant effectivement de forme plus ou moins constructiviste, semblent manquer leur but pour diverses raisons. Ici aussi, une meilleure perception des réactions des élèves permettrait souvent de rectifier le tir. Sur le plan des interactions, une attitude de l'enseignant(e) perçue comme évaluatrice peut dissuader les élèves d'oser poser une question, de hasarder une réponse ou même de reformuler une idée dans leurs propres mots. Du coup, un scénario constructiviste tombe vite à plat avec une classe « si passive ». Certains prévoient bien une découverte de la solution par les élèves, « à la japonaise », mais délayent la recherche dans tant d'étapes (sans doute dans le but de faciliter la tâche aux élèves) que ceux-ci s'ennuient ou perdent de vue le but (d'ailleurs le but – le véritable problème de fond à résoudre – n'est pas toujours communiqué aux élèves !). Dans d'autres scénarios, au contraire, la voie prévue est trop abrupte, comportant des sauts que les élèves ne peuvent pas franchir seuls.

En effet, la maîtrise remarquable de l'approche constructiviste par les enseignants japonais est le fruit d'une préparation minutieuse, qui leur permet de prévoir très précisément la difficulté des problèmes qu'ils peuvent demander à leurs élèves de résoudre, les indices efficaces (souvent écrits d'avance sur des petites cartes !) qu'ils peuvent fournir sans « vendre la mèche », les divers raisonnements – faux et justes – auxquels ils peuvent s'attendre⁴². Depuis plus de 30 ans, les enseignants japonais ont une pratique – le « *lesson study* » – intégrée dans leur temps de travail. Celle-ci consiste en la préparation collective d'une seule leçon pendant toute une année. Les scénarios ainsi élaborés constituent aujourd'hui la majorité des publications didactiques japonaises⁴³. Pour pouvoir fonctionner comme mode d'interaction pédagogique, le constructivisme requiert un savoir didactique approfondi.

⁴² Dans l'exemple de leçon japonaise (cf. CD-ROM) les élèves fournissent toute une gamme de solutions – par itération simple, mathématiques, équations et inéquations – étayant ainsi l'apprentissage voulu.

⁴³ Cf. Stigler and Hiebert (1999, pp. 109-127), ainsi que Fernandez (2002).

3.2.2 Initiative des élèves = feedback pour l'enseignant(e)

Quel que soit le type de scénario, l'analyse fine utilisant les enregistrements vidéo semble faciliter l'identification de types d'interactions maître-élèves qui encouragent une participation plus active des élèves et qui surtout, par la même occasion, renseignent mieux l'enseignant(e) sur l'état réel du processus d'apprentissage.

Des chercheurs, tels que Crahay (1989) et Durand (1996), ont soulevé la question des contraintes pesant sur l'enseignant(e), surtout en situation de classe entière. Celui-ci est partagé entre son objectif de stimuler l'activité intellectuelle et la participation des élèves et la nécessité de garder un contrôle (autant cognitif que comportemental) sur le déroulement de la classe. Crahay a bien montré que cet effet pervers se manifeste particulièrement dans l'enseignement frontal. Néanmoins, nous pensons pouvoir identifier des modes d'interaction qui le minimisent, même dans cette situation.

Cette contradiction ne peut pas être levée par une partie des enseignants de notre échantillon, d'où sans doute la persistance des « épisodes inducteurs » déjà évoqués. La priorité est donnée au contrôle, ce qui peut se refléter dans divers aspects de l'interaction : dialogue dominé par le maître, questions de bas niveau et temps d'attente court accordé pour les réponses. Celles-ci sont aussi évaluées de façon sommaire, généralement par l'enseignant(e), qui souvent se charge en outre de les développer ou les justifier. L'accent est mis sur les procédures plutôt que le raisonnement, sur l'évaluation et la justesse du résultat plutôt que le processus d'apprentissage.

Avec ce type de contrôle, l'enseignant(e) agit comme si c'était à *lui* de faire les mathématiques, d'amener les élèves à suivre *ses* raisonnements. Dans ce cas, il a forcément peu de disponibilité mentale pour comprendre les pistes que suivent ces élèves. D'ailleurs, dans ce genre d'interaction, les questions, objections ou formulations propres des élèves se font rares, privant l'enseignant(e) du feedback essentiel qui indique si le mode d'enseignement pratiqué est adéquat ou non à la situation. Et l'enseignant(e) peut réagir à cette passivité par un redoublement d'activité et d'encadrement... un cercle vicieux qui bétonne cette malheureuse division du travail.

Par contre, d'autres enseignants, même dans une situation d'enseignement frontale assez classique, parviennent à donner une plus grande priorité à l'initiative intellectuelle des élèves. Les questions posées sont de niveau plus élevé, plus ouvertes. Les réponses fournies ne sont pas évaluées immédiatement, ou le sont en premier lieu par les élèves, donnant lieu à des mini-débats. Le fait de reléguer l'évaluation et l'exactitude de la réponse au second plan permet d'encourager les questions et interventions des élèves, y compris leurs mathématiques « personnelles », souvent révélatrices de raisonnements et difficultés insoupçonnés. Dans les meilleurs cas, cette participation accrue des élèves fait que la discussion sur les mathématiques devient un véritable enjeu social du groupe, la sociabilité des adolescents dynamisant l'apprentissage au lieu de s'y opposer.

Plus généralement, la participation accrue des élèves fournit un feedback d'une qualité essentielle pour savoir si « ça passe » ou si au contraire il faut réguler la démarche. A cet égard, les questions d'élèves renseignent généralement bien mieux que leurs réponses à nos questions! En effet, celles-ci sont fonction d'hypothèses sur leur compréhension qui – forcément – tombent souvent à côté.

Dans ce cas de figure, l'enseignant(e) renoncerait à un contrôle rapproché sur la progression du raisonnement, ce qui du coup lui permettrait de prendre assez de recul pour pouvoir exercer un contrôle plus réflexif, à un niveau supérieur. Ainsi, par exemple, en laissant se

développer le raisonnement de l'élève, il peut mieux le saisir et trouver la question, l'indice ou le contre-exemple qui remettra l'élève sur la bonne piste.

Ce recul est particulièrement important pendant les moments (en fait assez rares) des leçons où il y a une réelle difficulté, une réelle occasion pour les élèves de raisonner, de se tromper et d'apprendre. Très souvent, les enseignants (par peur de perdre le contrôle d'une situation complexe) passent « comme chat sur braise » sur ces moments critiques de l'apprentissage, au lieu de laisser se développer un moment « a-didactique »⁴⁴. Alors que toute sa leçon culmine logiquement sur la découverte de tel raisonnement nouveau, l'enseignant(e) s'empresse de fournir lui-même la solution et de revenir sur un terrain plus sûr !

Il y a pourtant une autre façon de faire, pratiquée par une partie des enseignants de notre échantillon. Ce serait déjà une contribution importante si la recherche vidéo pouvait aboutir à ce qu'elle soit mieux connue.

3.3 De la recherche à la formation... et vice-versa

Les coordinateurs de la recherche internationale TIMSS Video aux États-Unis n'ont pas attendu de parvenir au niveau de la recherche fondamentale pour commencer à appliquer les enseignements provisoires de cette enquête à la formation professionnelle des enseignants⁴⁵, cette pratique devenant ainsi un « pilier » de plus du pont évoqué plus haut. Cela est cohérent avec l'attitude envers les divers modes d'enseignement qui semble découler de cette recherche. En effet, il ne s'agit pas de déterminer expérimentalement *la* meilleure façon d'enseigner, mais de mettre au point des outils pratiques et théoriques qui favorisent une réflexion des enseignants sur leurs pratiques. La pratique japonaise du « *Lesson Study* », qui a confié – avec les résultats qu'on peut constater – une part déterminante de la recherche didactique aux praticiens eux-mêmes, est exemplaire si l'on considère que la recherche elle-même devrait être cohérente avec une vision constructiviste du savoir.

Toujours de ce point de vue-là, il faut admettre que les instruments d'analyse des situations ne devraient pas s'élaborer en l'absence des personnes qui sont censées les utiliser. Tout simplement parce que les questions que se pose un(e) enseignant(e) ne sont pas les mêmes que celles du chercheur. L'enseignant(e) se pose d'abord des questions pratiques et urgentes telles que « est-ce que les élèves suivent ? » ou « comment éviter l'indiscipline ? ». Quelle que soit leur visée, les instruments d'analyse des séquences vidéo doivent partir des questions des enseignants pour leur être vraiment utiles.

A Genève aussi⁴⁶, de premières expériences d'utilisation de séquences vidéo dans la formation des enseignants semblent prometteuses. Il s'agit d'abord d'une approche qui conduit à définir plus précisément ce qu'on observe. Non pas, comme on pourrait le penser, parce que la vidéo permet de montrer simplement « de quoi on parle ». Au contraire, il est frappant de constater que les perceptions et interprétations de ce qui se passe dans une séquence diffèrent de façon spectaculaire au premier abord. Évidemment, le formateur peut être tenté d'utiliser la vidéo pour montrer de quoi *il* parle, ce à quoi il faut faire attention,

⁴⁴ Cf. Floris (2002).

⁴⁵ Voir à ce sujet le site de LessonLab : <http://www.lessonlab.com/>

⁴⁶ Le SRED collabore depuis septembre 2003 avec l'Institut de formation des maîtres et maîtresses de l'enseignement secondaire (IFMÉS) dans la mise au point de séquences de formation utilisant des enregistrements vidéo (de Marcellus, à paraître).

selon lui, dans telle séquence. Mais il s'agit alors d'un enseignement « inducteur » qui ne tient pas compte des perceptions et expériences propres des apprenants, et qui risque par conséquent d'être aussi inefficace à ce niveau qu'à celui des élèves.

La diversité de perceptions d'une même situation est aussi une conséquence de la complexité extrême du métier de l'enseignant(e). L'intérêt de l'approche vidéo est précisément de nous mettre face à cette complexité. Sur la vidéo, on peut projeter et confronter une variété d'expériences et d'approches théoriques. Reconnaître leurs richesses propres et leur complémentarité paraît alors bien plus nécessaire que quand chacune se présente isolément sur papier en sélectionnant soigneusement les aspects de la réalité qui l'arrange. C'est à ce travail passionnant que la vidéo invite chercheurs et praticiens.



4. BIBLIOGRAPHIE

- Altet, M. (1994). *La formation professionnelle des enseignants*. Paris : PUF.
- Ball, D.L. (1993). Halves, Pieces, and Twoths : Constructing and Using Representational Contexts in Teaching Fractions. In T.P. Carpenter, E. Fennema, & T.A. Romberg (Eds.), *Rational Numbers : An Integration of Research* (pp. 157-195). Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Berger, G. (1988). Formation introuvable pour profession impossible. *Education Permanente*, 96.
- Brophy, J. (1999). Teaching (Education Practices Series No. 1). Geneva : International Bureau of Education. Available online at <http://www.ibe.unesco.org>.
- Brophy, J.E., & Good, T.L. (1986). Teacher Behavior and Student Achievement. In M.C. Wittrock (Ed.), *Handbook of Research on Teaching* (3rd ed., pp. 328-375). New York : Macmillan.
- Brownell, W.A. (1935). Psychological Considerations in the Learning and Teaching of Arithmetic. In W.D. Reeve (Ed.), *The Teaching of Arithmetic : Tenth Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 1-31). New York : Teachers College, Columbia University.
- Burkhardt, H. (1981). *The Real World and Mathematics*. London : Blackie.
- Cazden, C. (1988). *Classroom Discourse : The Language of Teaching and Learning*. Portsmouth, NH : Heinemann.
- Clausen, M., Reusser, K. und Klieme, E. (2003). Unterrichtsqualität auf der Basis hochinferenter Unterrichtsbeurteilungen : Ein Vergleich zwischen Deutschland und der deutschsprachigen Schweiz. *Unterrichtswissenschaft*, 31 (2), 122-141.
- Crahay, M. (1989). Contraintes de situation et interactions maître-élève. Changer sa façon d'enseigner, est-ce possible ? *Revue Française de Pédagogie*, 88.
- Davis, P.J., & Hersh, R. (1981). *The Mathematical Experience*. Boston : Houghton Mifflin.
- Durand, M. (1996). *L'enseignement en milieu scolaire*. Paris : PUF.
- Fernandez, C. (2002). Learning from Japanese Approaches to Professional Development. *Journal of Teacher Education*, 53 (5).
- Floden, R.E. (2001). Research on Effects of Teaching : A Continuing Model for Research on Teaching. In V. Richardson (Ed.), *Handbook of Research on Teaching* (4th ed., pp. 3-16). Washington, DC : American Educational Research Association.
- Floris, R. (2002). Didactique et occasions d'apprentissage des mathématiques. *Actes du 15^e colloque de l'ADMEE*.
- Floris, R. (à paraître). *Adidacticité dans des leçons de mathématiques du secondaire I en Suisse romande*.
- Gage, N.L. (1978). *The Scientific Basis of the Art of Teaching*. New York : Teachers College Press, Columbia University.
- Goldenberg, C.N. (1992/93). Instructional Conversations : Promoting Comprehension Through Discussion. *The Reading Teacher*, 46, 316-326.

- Goodlad, J. (1984). *A Place Called School*. New York : McGraw-Hill.
- Hatano, G. (1988). Social and Motivational Bases for Mathematical Understanding. In G.B. Saxe & M. Gearhart (Eds.), *Children's Mathematics* (pp. 55-70). San Francisco : Jossey-Bass.
- Hiebert, J. (1999). Relationships Between Research and the NCTM Standards. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30, 3-19.
- Hiebert, J., Carpenter, T.P., Fennema, E., Fuson, K.C., Wearne, D., Murray, H., Olivier, A., & Human, P. (1997). *Making Sense : Teaching and Learning Mathematics With Understanding*. Portsmouth, NH : Heinemann.
- Hiebert, J., & Wearne, D. (1993). Instructional Tasks, Classroom Discourse, and Students' Learning in Second-grade Arithmetic. *American Educational Research Journal*, 30, 393-425.
- Hoetker, J., & Ahlbrand, W. (1969). The Persistence of Recitation. *American Educational Research Journal*, 6, 145-167.
- Hollingsworth, H., Bogard Givvin, K., & Jacobs, J. (à paraître). *Educators' Judgments of Mathematics Lessons*.
- Jacobs, J., Garnier, H., Gallimore, R., Hollingsworth, H., Givvin, K.B., Rust, K., Kawanaka, T., Smith, M., Wearne, D., Manaster, A., Etterbeek, W., Hiebert, J., & Stigler, J.W. (à paraître). *TIMSS 1999 Video Study Technical Report : Volume 1 : Mathematics Study*. U.S. Department of Education. Washington, DC : National Center for Education Statistics.
- Lesh, R., & Lamon, S.J. (Eds.). (1992). *Assessment of Authentic Performance in School Mathematics*. Washington, DC : American Association for the Advancement of Science.
- de Marcellus, O. (2002a). *De l'autre côté du miroir : aperçus du vécu scolaire des élèves du Cycle d'orientation de Genève*. SRED.
- de Marcellus, O. (2002b). La régulation des routines pédagogiques en classe : constructivisme et contraintes. *Actes du 15^e colloque de l'ADMEE*.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA : National Council of Teachers of Mathematics.
- National Research Council (1999). *How People Learn : Brain, Mind, Experience, and School*. J.D. Bransford, A.L. Brown, & R.R. Cocking (Eds.). Committee on Developments in the Science of Learning, Commission on Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC : National Academy Press.
- National Research Council (2001). *Adding it up : Helping Children Learn Mathematics*. J. Kilpatrick, J. Swafford, & B. Findell (Eds.). Mathematics Learning Study Committee, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC : National Academy Press.
- Prawat, R.S. (1991). The Value of Ideas : The Immersion Approach to the Development of Thinking. *Educational Researcher*, 20 (2), 3-10.
- Reusser, K. und Pauli, C. (2003). *Mathematikunterricht in der Schweiz und in weiteren sechs Ländern. Bericht über die Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Video-Unterrichtsstudie*. Universität Zürich : Pädagogisches Institut.
- Reusser, K., Pauli, C. und Waldis, M. (à paraître). *Mathematikunterricht und Mathematiklernen in Schweizer Schulen. Ergebnisse einer nationalen und internationalen Video-Studie*.

Reusser, K., Pauli, C., Waldis, M., und Grob, U. (à paraître). Erweiterte Lernformen – auf dem Weg zu Einem Adaptiven Mathematikunterricht in der Deutschschweiz. *Unterrichtswissenschaft*, 31 (3).

Rosenshine, B. & Stevens, R. (1986). Teaching Functions. In M. Wittrock (Ed.), *Handbook of Research on Teaching* (3rd ed., pp. 376-391). New York : Macmillan.

Stanic, G.M.A., & Kilpatrick, J. (1988). Historical Perspectives on Problem Solving in the Mathematics Curriculum. In R.I. Charles & E.A. Silver (Eds.), *The Teaching and Assessing of Mathematical Problem Solving* (pp. 1-22). Reston, VA : National Council of Teachers of Mathematics.

Stigler, J.W., Gonzales, P., Kawanaka, T., Knoll, S. & Serrano, A. (1999). *The TIMSS Videotape Classroom Study : Methods and Findings From an Exploratory Research Project on Eight-grade Mathematics Instruction in Germany, Japan, and the United States*. NCES 1999-074. Washington, DC : U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics.

Stigler, J.W. & Hiebert, J. (1999). *The Teaching Gap : Best Ideas From the World's Teachers for Improving Education in the Classroom*. New York : Free Press.

Streefland, L. (1991). *Fractions in Realistic Mathematics Education : A Paradigm of Developmental Research*. Dordrecht, the Netherlands : Kluwer.

Tharp, R., & Gallimore, R. (1989). *Rousing Minds to Life : Teaching, Learning and Schooling in Social Context*. Cambridge, England : Cambridge University Press.

U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics. *Teaching Mathematics in Seven Countries : Results from the TIMSS 1999 Video Study*, NCES (2003-013), by James Hiebert et al. Washington, DC : 2003.

Walberg, H. (1986). Synthesis of Research on Teaching. In M. Wittrock (Ed.), *Handbook of Research on Teaching* (3rd edition, pp. 214-229). New York : Macmillan.

Wittrock, M.C. (Ed.). (1986). *Handbook of Research on Teaching* (3rd ed.). New York : Macmillan.

<http://nces.ed.gov/timss>

<http://www.lessonlab.com/>

<http://www.didac.unizh.ch/>