Courants et tourbillons

Gestions dévolutives et directives des interactions en classe

Olivier de Marcellus

Avril 2009

REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE
POST TENEBRAS LUX

Service de la recherche en éducation

Courants et tourbillons

Gestions dévolutives et directives des interactions en classe

Olivier de Marcellus

Avril 2009

Remerciements

Je remercie – en ordre chronologique inverse – tous les collègues de l'IFMES et du SRED pour leurs contributions diverses, particulièrement François Ducrey pour le traitement statistique des résultats, et Gabriel Charmillot et Narain Jagasia pour leur aide technique indispensable ; Ruhal Floris pour la mise à disposition de ses analyses "MSP" des données ; les enseignantes et enseignants qui ont accepté de partager leur remarquable expertise ; les directeurs du SRED qui m'ont laissé le temps de poursuivre librement mon étude de ces vidéos, dont Norberto Bottani qui me l'a proposé ; et en premier lieu Bärbel Inhelder et mon premier "patron", Jean Piaget, cette recherche n'étant qu'une note en bas de page de leur œuvre.

Avertissement

Cette brochure est accompagnée d'un DVD qui nécessite, pour être visionné, l'installation du logiciel *Real Player* (téléchargeable gratuitement sur Internet). L'usage de ce DVD est réservé à la formation et à la recherche.

Compléments d'information :
Olivier de Marcellus
elviejo@greenmail.ch

Responsable de l'édition :
Narain Jagasia
Tél. +41/0 22 546 71 14
narain.jagasia@etat.ge.ch

Internet :
http://www.ge.ch/sred

Diffusion :
Service de la recherche en éducation (SRED)
12, quai du Rhône - 1205 Genève
Tél. +41/0 22 546 71 00
Fax +41/0 22 546 71 02

Document 09.010

Table des matières

I. Introduction 5

A. La participation spontanée des élèves : un critère essentiel 5

B. Comment l'enseignant simplifie sa tâche : quelques hypothèses interprétatives 7

C. Les pratiques dévolutives qui nous intéressent sont-elles "constructivistes" ? 12

D. Méthodologie 15

II. L'option directive 19

A. Logique et avantages de l'approche directive 19

B. Limites de la gestion directive : quand ça ne "suit" plus 31

Perdre de vue le sens 40

Sous les dérives du directif, une option pour simplifier la situation ? 44

Comment participer – en toute bonne foi – à la construction de l'échec scolaire 48

C. La gestion directive des difficultés : la réaction de contrôle 53

D. Limites de la structure directive 55

E. Une évolution socioculturelle entraîne-t-elle celle de l'enseignement ? 56

Première alternative : dérive discrète de l'approche directive et appauvrissement du contenu 57

Deuxième alternative : le constructivisme pour retrouver le sens 61

"Singapore maths" et le "backlash" contre les méthodes actives 61

III. L'option dévolutive 63

A. Logique et avantages de la structure dévolutive 63

Travailler un problème avant de recevoir la solution 63

Chercher, pas forcément tout découvrir 63

B. La variété d'approches dans les leçons dévolutives 64

C. Leçons à structure dévolutive 65

Une leçon japonaise 65

Une leçon constructiviste suisse 69

D. Difficultés de la structure dévolutive 72

Les faux constructivismes 72

Leçons mélangeant approches directives et dévolutives 73

Des sauts trop grands 78

Des sauts trop petits 80

E. La gestion dévolutive des difficultés des élèves : indices, reformulations, moments a-didactiques et heuristiques immergés dans les pratiques d'une vraie maïeutique 82

Mais si l'enseignant ne trouve pas tout de suite ? *83*
La leçon SW 283 .... *83*
La leçon SW 208 .... *85*
Une vraie maïeutique *92*
Les reformulations du problème *95*
Les heuristiques *96*

F. Interactions dévolutives et participation active des élèves 99
Les questions ouvertes *100*
La réaction aux réponses des élèves *100*
Dépannages *100*
Éviter d'obliger les élèves à improviser, sous pression *100*
Le mini-débat *101*
Les silences *101*
Le ton de l'enseignant *102*
Le climat de la classe, le bruit qu'elle fait *103*
La recherche proactive du feedback pour pouvoir s'adapter aux élèves *103*
La leçon SW 205 .... *107*
La qualité de l'attention de l'enseignant : essence de l'attitude constructiviste *115*
Apprentissages et problèmes de comportement : un parallélisme entre cognitif et affectif *116*
Faire attention pour comprendre, ou avoir quelque chose à comprendre pour faire attention ? *117*
Travail prescrit et travail réel : chez l'élève comme chez l'enseignant *120*

G. Différences superficielles et similarités profondes 126

IV. Quelques résultats quantitatifs 131

Analyse "MSP" de l'énoncé et de la résolution des problèmes 132

Rapport entre la catégorisation "MSP" des problèmes et celle "directive/dévolutive" des leçons 135

La catégorisation directive/dévolutive et les réponses des élèves au questionnaire 137
Le travail en groupe *137*
Autres aspects pédagogiques *138*
Gestion *138*
Relation *138*
Une classification de leçons en Suisse alémanique *139*

V. Conclusions 141

Annexes 143

Annexe 1. Transcription française des extraits de la leçon de Hong Kong 143

Annexe 2. *Lesson Plan* de la leçon de Hong Kong 146

Annexe 3. Extrait A de la transcription de la leçon SW 267 147

Annexe 4. Extraits de la transcription de la leçon CAD1 150

Bibliographie 153

"Une leçon est comme un torrent rapide"

Ineko Tsuchida, chercheur japonais

I. Introduction

A. La participation spontanée des élèves : un critère essentiel

Enseigner est sans doute le plus complexe des métiers. On estime qu'au cours d'une leçon, l'enseignant[1] prend en moyenne plus d'une centaine de décisions (plus de deux par minute !) – dont seulement sept sont conscientes – et intervient en moyenne tous les vingt secondes (Bressoux et Fayol, 2003). De plus, ces décisions se réfèrent à des réalités très différentes – allant du savoir de référence au bruit au fond de la classe. Enfin, elles concernant des relations humaines et intellectuelles, non pas avec deux ou trois interlocuteurs, mais une vingtaine, et dont les références intellectuelles sont très différentes ! La recherche peut-elle dire quelque chose qui l'aide vraiment à piloter sa barque sur ces eaux turbulentes, ou a-t-il déjà assez à faire sans devoir encore retenir les conseils de ceux qui l'observent depuis sur la berge ?

Depuis huit ans, nous étudions les enregistrements vidéo d'un échantillon de leçons de navigateurs et navigatrices de Suisse romande, ainsi que de leçons représentatives de Suisse allemande, du Tessin et de six autres pays. Il s'agit en l'occurrence de leçons de mathématiques de huitième année (élèves de 13-14 ans)[2], mais nous pensons que l'analyse en termes d'interactions que nous en faisons ici a une portée plus générale. En effet, la recherche internationale parallèle à celle-ci dans le domaine des sciences (à laquelle la Suisse n'a pas participé), *Teaching Science in Five Countries : Results from the TIMSS 1999 Video Study* (Roth et al., 2006) a constaté un certain nombre d'aspects tout à fait analogues dans le domaine des sciences. De même, Bautier (2002), Bucheton (1996) et Bonnery (2002) ont relevé des pratiques très similaires en français et d'autres disciplines.

Certaines de ces leçons nous offrent des exemples de pratiques remarquables notamment par rapport à la *qualité* de la participation qu'elles suscitent chez les élèves. Cette étude cherche surtout à aider d'autres enseignants à les découvrir, les apprécier et les essayer. Cela ne veut pas dire que nous prétendons identifier des enseignantes "expertes", ni classer les enseignants par rapport à leur cohérence avec telle théorie implicite ou explicite. D'ailleurs, nous n'avons même pas la preuve qu'une telle cohérence serait souhaitable ! Les arguments de Crahay (2002) nous semblent irrésistibles sur tous ces points.

Mais si nous acceptons cette leçon de modestie, quel critère pouvons-nous retenir pour justifier notre intérêt pour certaines des pratiques observées ? Celui de la réussite des élèves, toujours difficile à appliquer, nous échappe dans les conditions données pour cette recherche. Reste celui proposé : la participation intelligente – particulièrement la participation spontanée – des élèves observable pendant certains types d'interactions, et que certains enseignants savent intégrer dans leurs développements. Crahay rappelle aussi que la situation de l'enseignant l'amène le plus souvent à viser la participation plutôt que directement l'apprentissage, faisant le pari que la première provoquera le second. Si tel est le cas, il faut alors peut-être mieux différencier, parmi les différentes formes de participation, celles qui risquent le plus d'effectivement en provoquer.

Nous accordons une importance particulière à la participation *spontanée* (c'est-à-dire à l'exclusion des réponses aux questions directes de l'enseignant – auxquelles l'élève est bien obligé de répondre, même

[1] Nous parlerons tantôt de "l'enseignant", tantôt de "l'enseignante", pour rappeler, sans trop alourdir le texte, que la moitié des "enseignants" sont des femmes.

[2] Notre corpus fait partie de celui constitué pour la recherche internationale TIMSS-R, qui a porté sur 738 leçons de mathématiques de 8e année, sélectionnées au hasard dans 7 pays (Suisse, Japon, Hong Kong, Australie, États-Unis, Pays-Bas et la République tchèque) (Hiebert J. et al., 2003 et Ferrez et al., 2004).

s'il était tout à fait ailleurs dans sa tête), pour quatre raisons. D'abord, parce qu'il s'agit de *l'indicateur le plus clair d'une implication*, d'une attention, et donc d'un processus d'apprentissage probable. Plus que cela, elle signifie que l'élève cherche à *prendre activement en main* la réflexion mathématique, et non pas de simplement suivre passivement les procédures proposées – attitude malheureusement encore trop souvent provoquée par l'enseignement, à Genève[3] comme ailleurs. Tout aussi important : la participation spontanée des élèves fournit *un feedback essentiel* qui permet à l'enseignant d'adapter son discours et la situation d'apprentissage en temps réel (elle est, en effet, généralement bien plus révélatrice et utile que les simples réponses aux questions du maître). Enfin, et ce n'est pas un hasard, une telle participation a un sens qui n'est pas seulement cognitif et didactique. Il est plus généralement le *sine qua non* d'un changement profond, d'un *rééquilibrage des rapports maître-élève*, dans le sens d'une plus grande réciprocité sociale et intellectuelle. Elle signifie qu'on a laissé une place plus grande à l'élève, un espace existentiel qu'il a commencé à investir, dans lequel il peut réellement grandir – autant socialement que du point de vue intellectuel – au lieu de devoir se créer cet espace à côté – ou contre – l'école (Dubet et Martucelli, 1996). Il nous semble que cela fait de ces classes des endroits bien plus agréables et productifs pour tout le monde[4].

Il y aurait sans doute mille façons d'analyser ces leçons, mais il ne s'agit pas d'alourdir la barque ! Nous nous en tenons à essayer d'identifier un certain nombre de concrétisations d'attitudes ou d'options, quant à *la manière de simplifier la situation* et d'y répondre, qui semblent inspirer beaucoup de cette centaine de décisions conscientes et inconscientes chez les enseignants, et en particulier certaines qui affectent significativement la qualité de la participation et des échanges entre maître et élèves.

---

[3] En effet, la comparaison des résultats cantonaux de l'enquête internationale PISA 2003 (Guignard N. et Nidegger C., 2005) révèle que :

- Les faiblesses genevoises par rapport aux autres cantons relèvent surtout de *la capacité d'utiliser des connaissances et de raisonner* pour poser un problème (aspect important dans l'épreuve PISA), et pas tellement dans les fameuses "bases" qui leur manqueraient.

- Et même dans ces bases, les faiblesses sont plutôt dans la compréhension du *sens* du système décimal ou des opérations arithmétiques que dans les automatismes. "Les élèves genevois possèdent la plupart des connaissances requises en fin de scolarité obligatoire mais très peu d'entre eux savent résoudre des problèmes" (ibid., p. 6). En somme, ils additionnent sans faute moutons et chèvres pour calculer l'âge du capitaine.

- Coup de pied final de nos jeunes ânes genevois à leurs maîtres : ils sont plutôt meilleurs que les autres dans les raisonnements concernant le domaine de l'incertitude... qui ne fait pratiquement pas l'objet d'un enseignement en Suisse ! Apparemment, ils savent mieux (osent plus ?) raisonner sans les cours de mathématiques qu'avec !

- En effet, face aux mathématiques, les élèves genevois se distinguent par des *niveaux d'intérêt beaucoup plus bas*, et *d'anxiété* beaucoup plus hauts que ceux des autres cantons. Il faut bien admettre que ce désintérêt et cette angoisse ont été *appris* (encore mieux à Genève qu'ailleurs) à l'école ! C'est sans doute le résultat le plus grave, car il hypothèque leurs possibilités d'apprentissages futurs. Des résultats à comparer avec les pays les plus performants : la Finlande, qui a des niveaux d'anxiété des plus faibles ; ou le Japon, où on a rajouté "la joie de faire des mathématiques" aux objectifs du programme (Keiko, 2007).

Autant de raisons de penser qu'il faut faire plus – et non pas moins – d'efforts pour donner aux élèves l'habitude et le goût de participer, de s'impliquer activement dans la résolution des problèmes. Contrairement à ce que pourraient penser autant ses tenants que ses détracteurs, l'enseignement genevois (des mathématiques en tout cas) n'est donc pas un bastion du constructivisme ! Avant, d'abandonner cette "mode", il faudrait peut-être vraiment la comprendre et l'essayer ! Les résultats de l'évaluation Mathéval (Guignard N. et Christinat C., 2007) montrent des difficultés semblables (par rapport à la résolution de problèmes et leur dévolution aux élèves, entre autres) dans la prise en main des nouvelles méthodes d'enseignement par les enseignants du niveau primaire.

[4] Précisons que ce type de recherche ne peut pas amener des preuves statistiques quant à la supériorité d'une approche par rapport à une autre. D'ailleurs, on verra que les résultats de la recherche TIMSS-vidéo R, qui soulignent les méthodes très différentes utilisées à Hong Kong et au Japon (les deux pays participants ayant les meilleurs résultats en mathématiques), posent la question de l'existence d'une méthode meilleure en soi. Cela dépend probablement essentiellement du contexte socioculturel. Cependant, nous pensons qu'il est difficile d'examiner de près ces leçons, de constater la *qualité* de la participation et réflexion qu'elle suscite chez les élèves, sans être convaincu qu'il s'agit en tout cas d'une approche qui peut être à la fois des plus efficaces pour enseigner une matière et, de façon plus large, profondément éducative, du moins dans notre contexte socioculturel.

Le premier but de cette recherche est que chacun puisse mieux repérer certaines pratiques dans le foisonnement d'une activité réelle, alors que la recherche et notre pratique de formation avec la vidéo[5] révèlent que la simple *identification* de celles-ci pose déjà beaucoup de problèmes aux enseignants[6]. Il s'agit, deuxièmement, de pouvoir les comprendre en contexte, de les "sentir" grâce à des exemples vidéo concrets, et de constater qu'effectivement "ça marche". Cela pourrait mieux préparer et inciter à les pratiquer qu'une seule approche théorique. Il s'agit de montrer aux enseignants, prisonniers de routines relativement frustrantes, que d'autres rapports avec les élèves *sont possibles,* et ne nécessitent pas un don ou un charisme mystérieux. En effet, *nous pensons qu'on peut identifier certaines sortes de décisions et pratiques très concrètes qui amorcent – ou au contraire rendent impossible* – une participation intelligente des élèves. Enfin, nous espérons que nos analyses pourront au moins suggérer l'intérêt qu'il y aurait à confronter plus systématiquement les discours théoriques avec la complexité des pratiques effectives.

Pour tous ces objectifs, il nous semble que la vidéo est un outil particulièrement indiqué. Quelle que soit la valeur des analyses que nous proposons, nous pensons que ce recueil d'extraits et le corpus dont ils sont tirés pourront être utiles pour faciliter une réflexion plus large et plus opérationnelle sur les pratiques. C'est pourquoi nous avons inclus au moins de courts extraits d'une grande partie de ces leçons, ce qui permettra aussi à chacun de vérifier dans une certaine mesure l'intérêt de nos analyses.

B. Comment l'enseignant simplifie sa tâche : quelques hypothèses interprétatives

La gestion d'une classe est d'une telle complexité que *la simplification de la tâche* est une nécessité cognitive absolue pour l'enseignant. Comme dans beaucoup de métiers complexes, apprendre celui-ci est en grande partie apprendre à le simplifier de façon pertinente[7], et on a pu montrer que les enseignants expérimentés tendent à *plus* simplifier les situations que les débutants (Crahay, 2005 ; Maurice, 2006). Parler de simplification n'a donc aucune connotation négative, bien au contraire. Il faut justement faire des choix stratégiques par rapport aux aspects de la situation sur lesquels on doit centrer l'attention[8]. La question est plutôt de quel type de simplification il va s'agir.

Peut-on identifier des simplifications particulièrement pertinentes, voire favoriser leur pratique ? Affaire délicate, d'autant plus qu'on a pu montrer que l'enseignant débutant a – à juste titre – des priorités souvent un peu différentes de celles de l'enseignante chevronnée (Saujat, 2002). Il s'agirait donc plutôt de favoriser un développement professionnel que d'imposer des modèles ou des "organisateurs" ; d'aider les enseignants à être conscients des différentes formes ou options de simplification, pour pouvoir mieux "jouer" avec celles-ci.

---

[5] De 2003 à 2008, nous avons collaboré avec une équipe de formateurs et formatrices de l'IFMES de Genève, pour expérimenter les conditions d'une utilisation efficace de la vidéo dans la formation des enseignants (de Marcellus et al., à paraître).

[6] Stigler et al. (1999a) constatent que 70% des enseignants états-uniens de la recherche TIMSS 1995 Vidéo considéraient qu'ils appliquaient les méthodes nouvelles recommandées par le *National Council of Teachers of Mathematics*, alors que les auteurs de ces recommandations n'en trouvaient pratiquement pas trace en analysant leurs leçons ! Nos expériences de recherche et de formation des enseignants incitent à penser qu'on pourrait souvent faire un constat similaire à Genève, berceau du constructivisme piagétien (cf. aussi note 3). Nous avons observé que même des formateurs pouvaient identifier un même extrait comme étant "constructiviste" ou au contraire "directif", voire autoritaire ! La vidéo peut donc servir en premier lieu pour savoir de quoi on parle.

[7] Que tout opérateur apprend à simplifier ses tâches est une évidence pour les ergonomes, qui ont montré, par exemple, comment les pilotes, face à la multitude de cadrans de contrôle d'un avion, doivent apprendre à focaliser leur attention sur la petite partie pertinente dans une situation donnée.

[8] Par ailleurs, l'enseignant peut aussi juger que ce sont *les élèves* qui ont besoin d'une simplification de *leur* situation cognitive, ce qui a évidemment aussi l'avantage de simplifier par ricochet la sienne. Il est difficile – autant pour l'enseignant que l'observateur – de démêler les deux choses.

H1 : Un des axes principaux de cette simplification prendrait la forme d'une alternative : dévolution ou directivité.

On peut simplifier par *dévolution***,** en déléguant autant que possible le raisonnement, le calcul et la résolution du problème aux élèves, pour pouvoir se centrer sur une gestion plus indirecte de l'apprentissage en tant que tel. Cependant, cela nécessite en amont l'institution de formes d'interaction et de participation qui assurent un feedback/contrôle "à distance" sur l'activité de l'élève. A l'inverse, on peut simplifier en fournissant un apport plus important et en intervenant de façon plus *directive* sur la résolution du problème, ce qui simplifie la situation en réduisant la confusion due aux errements des élèves, mais aussi la qualité de leur participation et leur activité intellectuelle autonome.

Nous entendons par approche "directive" celle, plus traditionnelle, utilisant plus exclusivement des méthodes transmissives, expositives ou interrogatives, par opposition à celle, "dévolutive", qui peut aussi y faire recours, mais dans un ensemble privilégiant une perspective constructiviste ou "active" (pour reprendre un terme plus ancien) bien comprise. Pour Brousseau (2003), la dévolution est un "processus par lequel l'enseignant parvient à placer l'élève dans une situation a-didactique… a faire en sorte qu'il *se sente responsable de l'obtention du résultat proposé*, et qu'il accepte l'idée que *la solution ne dépend que de l'exercice des connaissances qu'il possède déjà*." (nos italiques). Notre utilisation du terme "dévolution" correspond à la deuxième partie, plus large, de cette définition, et non pas à la seule situation a-didactique. Bien entendu, dévolution ne signifie pas un retrait de l'enseignant, au contraire, son rôle est décisif. "En réalité, il s'efforce de réussir la *médiation vers un savoir qu'il sait ne pas pouvoir donner*, et auquel, pourtant, les élèves seraient incapables d'accéder de leur propre mouvement. Il est contraint, pour ce faire, d'intervenir de manière décisive, *mais sur un mode qui n'est pas substitutif à l'activité propre des élèves*" (nos italiques) (Astolfi, 1992, p. 118). Astolfi se réfère aussi à cet égard à la *fonction d'étayage* de l'adulte, selon le psychologue américain Jerome Bruner (Bruner, 1983).

Le sens juridique de "dévolution" – le transfert ou délégation d'un *pouvoir* ou *compétence* – nous semble aussi éclairant, car il s'agit aussi d'une délégation de pouvoir dans la classe (p. ex. si les élèves contrôlent effectivement, par leurs questions, le rythme d'avancement d'une exposition de l'enseignante).

Nous utilisons aussi les termes "directive" et "dévolutive" pour éviter des malentendus par rapport à ce qu'on entend souvent par les termes "constructiviste" et "transmissif", et pour essayer de penser leurs rôles dans un ensemble où ils seraient moins conçues comme mutuellement exclusifs, que comme complémentaires et se situant sur un continuum de pratiques.

H2 : L'alternative se pose au niveau structurel, mais aussi au niveau de la gestion.

Au niveau structurel, cette alternative se pose dans le choix du type de situation à utiliser à chaque étape du scénario de leçon : par quelle révision des pré-requis faut-il commencer, p. ex., et comment faut-il la conduire ? De manière relativement rapide et transmissive, ou en faisant plus appel aux élèves ? Quel énoncé de problème, plus ou moins ouvert ? Fournit-on une méthode de résolution par avance ? Quelle situation de travail (cours dialogué, travail individuel, en duos, etc.) ?

Le choix se reposera de nouveau, de manière plus subtile et *sans doute plus décisive,* au niveau de la gestion dynamique de la leçon, des interactions, et notamment dans la réaction de l'enseignant à chaque difficulté d'apprentissage rencontrée : faut-il intervenir pour expliquer ou corriger ? C'est-à-dire renforcer la transmission et le contrôle intellectuel direct, ou au contraire diminuer la transmission (ralentir la progression, laisser chercher, voire s'empêtrer, les élèves) en comptant sur un contrôle et une stimulation indirectes ?

La *réaction directive* est celle, égocentrique (mais pas toujours inefficace pour autant), qui simplifie la situation en *resserrant* son contrôle sur le discours, afin de ramener l'élève vers la solution correcte. L'enseignant peut, par exemple, fournir ou valider immédiatement la solution correcte ; ou redévelopper son explication, la décomposer, y adjoindre des éléments de révision, des exemples, etc.

Cette option a l'avantage de correspondre à la réaction primaire, spontanée[9]. Pour l'enseignant débutant, il est effectivement plus simple, puisque il ne nécessite à la limite qu'une connaissance de la matière à transmettre, sans beaucoup de didactique ou de pédagogie. Par contre, elle ne stimule guère les apprenants.

La *réaction dévolutive* simplifie la situation en évitant de prendre en charge directement la résolution et l'explication de la difficulté. L'enseignante est ainsi libre pour exercer un contrôle à un niveau plus élevé, plus "méta", et encourager (au lieu de décourager) plus d'initiatives intellectuelles des élèves. Cette position de retrait relatif lui permet de se décentrer, au sens piagétien : à s'intéresser à l' (in)compréhension actuelle de l'élève, *en se demandant quelle stimulation indirecte (indice, nouvelle formulation du problème, débat, silence…) pourrait la faire évoluer*. Cette maïeutique *vraie* donne des ailes aux apprentissages et à l'implication des élèves. Elle serait par contre difficile à exercer de façon permanente, car elle exige du temps, un effort créatif (de part et d'autre !) et une très bonne connaissance des cheminements cognitifs possibles des élèves pour chaque problème.

Alors que le constructivisme est souvent vu essentiellement comme le choix d'un type de *situation*, le type de *gestion des interactions* (particulièrement des difficultés) nous paraît encore plus important, car celui-ci déterminerait des dynamiques divergentes, qui s'autoalimentent (boucle de feedback positif). Celles-ci finissent par établir des contrats didactiques instituant des contextes d'apprentissage fort différents. Par exemple, chaque fois que l'enseignant valorise et fait fructifier une erreur ou une question d'élève, il rend plus probable la participation d'autres élèves. Et vice versa… La passivité d'une classe s'apprend autant que son activité ! Ainsi, on peut constater que dans certaines classes il y a des dizaines d'interventions spontanées des élèves et dans d'autres *aucune*. Dans un tel contexte (on dira que c'est "une mauvaise classe" !), le choix d'une situation constructiviste devient effectivement très difficile. La boucle "vicieuse" se referme.

H3 : Il n'y a pas de raison de penser que l'une ou l'autre option est toujours la meilleure.

Il ne s'agit pas d'opposer stérilement le dirigisme du maître et l'autonomie de l'élève dans la mesure où on reconnaît, avec Astolfi (1992), "le paradoxe central de l'apprentissage". D'une part, que c'est l'élève qui construit son savoir, d'autre part que "l'objet du savoir se situe en rupture avec les intérêts, les besoins et les questions des élèves au moins autant que dans leur prolongement". Il ne s'agit pas de choisir entre les pôles d'auto et hétérostructuration, mais de gérer la tension entre eux.

La transmission des connaissances et le développement de l'autonomie intellectuelle de l'élève sont *les deux* des buts fondamentaux de l'école, et sont forcément complémentaires et interdépendants (l'autonomie ne pouvant grandir sans apports extérieurs, l'apprentissage ne pouvant avoir lieu sans activité du sujet), même s'ils sont *aussi* tendanciellement contradictoires. Les choix pratiques des enseignants dépendront forcément de la priorité donnée à tel moment à différents buts éducatifs poursuivis en parallèle. Transmettre des informations, "tenir" la classe (garder le contrôle autant cognitif qu'au niveau du comportement), respecter le programme ou simplement finir de présenter une idée avant la fin de l'heure peuvent militer en faveur d'une alternative. Par contre, faire raisonner et s'approprier les savoirs, assurer la compréhension en profondeur, la motivation ou l'apprentissage du travail collectif motiveraient un choix opposé.

La réaction directive peut être indiquée si l'erreur ne concerne pas l'essentiel de l'apprentissage en cours ou s'il s'agit essentiellement d'une erreur d'inattention, d'information ou de raisonnement élémentaire pouvant être légitimement considérée comme un "incident de parcours" – lors d'une révision, par exemple. Par contre, cette option peut se révéler inadéquate si elle est systématique, ou intervenant aussi à propos de raisonnements ou jugements essentiels, qui devraient, au contraire, être

[9] Face à une résistance intellectuelle, la réaction primaire est en effet de répéter ses arguments (éventuellement en élevant la voix !), sans tenir compte de ceux de l'autre. Au bistrot, cela donne souvent un dialogue de sourds. En classe, aussi. "Grâce" à sa position d'autorité, souvent l'enseignant n'entend vraiment les objections intellectuelles des élèves que quand elles s'expriment sous forme d'erreurs à l'épreuve (et encore...).

confrontés et rendus compatibles avec les structures mentales et conceptions préexistantes de l'élève, permettant ainsi l'évolution de celles-ci.

Plutôt que de valoriser un choix par rapport à l'autre, il s'agit de s'assurer que le choix reste ouvert, et selon des critères adéquats. En effet, le choix du transmissif serait souvent un choix par défaut : parce que c'est l'approche primaire, du sens commun ; parce que c'est le modèle qu'ont vécu la plupart des enseignants comme élèves ; et parce qu'il est effectivement plus simple en début de carrière, quand les enseignants connaissent mieux leur discipline de référence que le métier d'enseignant. Pour toutes ces raisons, ce choix peut facilement se pérenniser et devenir exclusif.

On peut penser que les deux approches devraient être complémentaires, les choix particuliers s'insérant dans un ensemble et dépendant des objectifs d'apprentissages particuliers poursuivis, ainsi que de l'attitude et des difficultés de l'élève en particulier, et/ou de la classe dans son ensemble à ce moment-là (la "classe dans son ensemble" étant évidemment une abstraction recouvrant une diversité aussi grande que mystérieuse !)

Il peut aussi dépendre de la culture scolaire en vigueur. En effet, si les méthodes directives utilisées à Hong Kong ou en Tchéquie donnent des résultats à peu près aussi bons que les méthodes constructivistes japonaises, (Ferrez, op cit.) on peut penser que l'efficacité d'une méthode est étroitement liée aux attitudes culturelles envers le savoir et l'école partagées par élèves et enseignants, celles-ci leur attribuant des rôles particuliers et spécifiques dans le processus de reproduction des savoirs. Et si tel est le cas au niveau de la culture scolaire d'un pays, on peut se demander si le contrat didactique particulier établi dans une classe n'affecte pas lui aussi le sens et l'efficacité de tel ou tel procédé, qui pourrait avoir un tout autre effet dans un autre contexte.

De fait, nos observations, rejoignant d'autres recherches (Crahay, 2002), suggèrent que dans la réalité les enseignants font des choix différents à des moments différents d'une même leçon, alors que les débats entre pédagogues et enseignants donnent souvent l'impression d'un choix "d'école" dichotomique (méthodes "actives" contre méthodes "directives", pour faire vite). Est-ce de "l'incohérence" de la part des enseignants, ou une salutaire flexibilité ? *En fait, dans les leçons "dévolutives" qui nous paraissent les plus réussies, les enseignantes utilisent une variété de situations et de réactions, celles constructivistes au sens restreint, usuel, n'en constituant souvent que le dénouement ou "point d'orgue".*

H4 : Souvent les variations au cours d'une leçon correspondent à une modulation de la difficulté de la tâche, les enseignants sachant qu'une tâche trop difficile ou trop facile démobilise rapidement les élèves (Maurice, 2006). Cependant, *rendre la tâche plus facile n'implique pas forcément adopter une attitude plus transmissive*, même si c'est sans doute la réaction la plus fréquente. Au contraire, nos observations rejoignent d'autres analyses (Butlen et al., 2002 ; Bautier, 2002 ; Curonici et McCulloch, 2004) pour suggérer que souvent une telle réaction n'est pas la plus favorable pour l'élève en difficulté, car elle le prive de l'occasion d'affronter le problème – ou même de le percevoir.

H5 : D'autres chercheurs (Murillo, 2004 ; Maurice, 2005) ont étudié comment les enseignants adaptent le niveau de difficulté de la tâche pendant l'interaction, mais en se "calant" sur une distance proximale moyenne, qui impose à des élèves de différents niveaux des statuts très différents par rapport au savoir. Des situations permettant une individualisation et différenciation de l'enseignement peuvent réduire ce problème, mais seulement dans la mesure où l'enseignant sait en profiter dans sa façon de gérer ses interactions avec l'élève (en particulier, pendant le travail individuel). On verra que souvent ce n'est pas le cas. Ce qui nous amène à la nécessité de savoir manier l'alternative dévolution-transmission en fonction d'une interaction fine assurant – et reposant sur – un feedback riche.

En effet, l'enseignant s'adapterait mieux à la situation dans la mesure où il s'assure de disposer de feedbacks qui lui permettent d'agir (par rapport à l'alternative directive/dévolutive, et en général) en connaissance de cause, *d'où l'importance cruciale de la qualité de la participation des élèves instaurée par l'enseignant et de la qualité de l'attention de l'enseignant vis-à-vis du feedback reçu.* Celui-ci permettrait à l'enseignant de concilier au mieux les objectifs tendanciellement contradictoires de la transmission et du contrôle d'une part, et de l'encouragement de l'initiative des élèves de l'autre (un peu comme un conducteur expérimenté trouve un optimum entre vitesse et sécurité, constamment modulé en fonction du feedback sur les conditions). Il s'agit de savoir si telle notion ou explication n'est pas "passée", mais aussi le contraire. En effet, il nous semble que les enseignants perdent aussi souvent l'attention des élèves en s'attardant sur des choses qui leur sont évidentes. Le "over-dwelling" de Kounin (1976) est susceptible de deux interprétations également néfastes de la part des élèves : le maître, il est stupide et/ou il pense que nous le sommes ! Nous rejoignons là le point de vue de la cognition située (Collins et al., 1989), pour lequel la participation des élèves, qui rend visible une partie de leur pensée, est essentielle aussi pour la régulation de l'enseignement qu'elle permet.

H6 : Tout en admettant que le transmissif et le contrôle direct ont forcément un rôle important à jouer dans l'enseignement, on peut néanmoins avoir *une préférence de principe* (c'est-à-dire là où elle est réaliste) pour la dévolution du problème aux apprenants, cela : 1) Parce que la dévolution favoriserait la qualité de la participation-feedback, permettant ainsi à l'enseignant de se guider de façon plus avisée. 2) Parce que le but final est bien d'aboutir à l'autonomie de l'élève – dans chaque apprentissage particulier comme d'un point du vue plus général. 3) Parce que les enseignants pratiquant des situations de structure dévolutive semblent développer des formes dévolutives *d'interaction* avec leurs élèves qui enrichissent aussi les autres situations dans la leçon, dont les structures sont plus transmissives, en stimulant une plus grande participation des élèves. Réciproquement, il semblerait que les enseignants des leçons ne faisant jamais un appel clair à la dévolution profitent peu des situations qui se prêteraient à une stimulation de l'initiative intellectuelle des élèves – et notamment de leurs échanges avec les élèves pendant le travail individuel. Au moins au cours d'une même leçon (nous n'avons pas d'autres données), la plupart des enseignants semblent ainsi se répartir dans deux types d'interaction relativement homogènes, au moins par rapport à certains aspects de celle-ci.

H7 : Cette dernière constatation pose la question : en quelle mesure est-ce la leçon ou *l'enseignante* qu'il faudrait qualifier de dévolutive ou directive ? Sans doute un peu les deux. Nous ne pensons pas contester la part de variabilité dans le comportement de chaque enseignant, notamment en fonction des contraintes de situation (Crahay, 1989), ni par ailleurs l'utilité des situations de travail frontales, de séquences plus transmissives, ou l'existence de leçons dédiées essentiellement à exercer des procédures. Par ailleurs, Floris (2002) relève qu'une grande partie des situations "a-didactiques" dans notre corpus de leçons sont des leçons introductives ou conclusives, moments de l'enseignement qui se prêteraient plus à une approche "dévolutive".

Cependant, tout en admettant l'influence du type de situation d'enseignement, du genre d'apprentissage et du moment de l'étude, il nous semble évident que ces facteurs ne peuvent pas expliquer toutes les différences observées entre leçons quant aux formes de participation et d'interaction. Preuve en est les différences nettes dans les modes d'interaction de différents enseignants traitant des problèmes analogues et engagés dans des situations semblables – en dialogue frontal avec toute la classe, ou en tête à tête avec un élève lors du travail individuel, notamment – et dans lesquelles nous constatons des interactions, une communication et une participation des élèves de qualité manifestement différente.

Notre hypothèse est que la pratique d'un certain nombre de situations plus dévolutives créerait des habitudes et des routines – autant du côté de l'enseignant que de celui de la classe – qui enrichissent aussi les autres. A l'inverse, la pratique habituelle ou quasi-exclusive de situations directives tendrait à rendre impossible une participation plus active des élèves, y compris dans des situations qui s'y prêteraient (travail en tête à tête, par exemple).

Il est probable que le choix de l'une ou l'autre option correspond en partie à des convictions pédagogiques ou à des caractéristiques individuelles, mais notre hypothèse est que *c'est la pratique* qui en définitive ouvre ou ferme la porte à d'autres rapports avec les élèves. D'où le rôle possible d'une analyse et d'un partage plus poussés des pratiques (par la vidéo, entre autres), afin de montrer qu'on peut faire autrement et que "ça marche", argument sans doute plus effectif (Crahay, 2002) que les simples considérations théoriques, pour qu'un enseignant se lance à essayer une nouvelle pratique.

H8 : Enfin, on peut aussi penser qu'une bonne partie de *l'apport (nécessaire) de l'enseignant, qu'il s'agisse de nouveautés ou de rappels concernant "l'acquis", devrait intervenir dans un deuxième temps* et en fonction des besoins constatés, plutôt que dans l'ordre apparemment "logique", transmissif (rappel des acquis => présentation du nouveau problème et sa solution => exercices) qui demeure la règle générale à l'école, avec l'exception notable du Japon (cf. ci-dessous). D'abord, parce que cela maximiserait la mobilisation intellectuelle des élèves, et les chances que ceux-ci se posent le sens général du problème, son rapport avec leurs connaissances antérieures, etc. Ensuite, encore une fois, parce que leurs essais spontanés donneraient un feedback beaucoup plus précis sur leurs difficultés réelles, et donc sur quels apports sont nécessaires.

C. Les pratiques dévolutives qui nous intéressent sont-elles "constructivistes" ?

Oui, dans le sens qu'elles priorisent la participation intelligente des élèves, mais elles ne correspondent pas forcément à l'idée que l'on se fait souvent d'une méthode constructiviste, conçue comme en opposition avec l'utilisation de situations frontales ou de moments ponctuels d'interaction transmissive. L'approche constructiviste est encore trop fréquemment assimilée à certaines démarches ou situations typiquement proposées par la pédagogie d'inspiration constructiviste, la situation de travail en petits groupes[10] ou par projet, par exemple, alors que certaines leçons que nous considérons d'esprit "constructiviste" sont en grande partie frontales et comportent aussi des phases transmissives importantes, voire prépondérantes.

Dans ce sens, on verra que les leçons "typiques" du Japon (seul pays de la recherche TIMSS-Vidéo qui aurait réellement généralisé une pédagogie constructiviste, et qui a parmi les meilleurs résultats aux épreuves internationales) suggèrent aussi une conception un peu différente du terme. En effet, au Japon on donne une large place à la résolution de problèmes de haut niveau (trois fois plus qu'en Suisse, pays qui vient pourtant en deuxième place de ce point de vue parmi les sept pays étudiés), et pour lesquels, en plus, les Japonais ne fournissent pas d'avance des méthodes de solution. Par contre, l'enseignement y est très souvent frontal, car on considère que la résolution des problèmes peut néanmoins y être centré sur l'élève *("student-centered in whole class")*. Que le problème soit abordé en frontal, en petits groupes ou seul, l'enseignant est censé intervenir activement pour favoriser la réflexion des élèves. Ce n'est pas seulement par la proposition d'une situation problème en soi, mais par "la gestion soigneuse de la pensée des élèves" dans cette situation frontale que l'enseignant peut espérer faciliter leur progrès (Keiko, 2007). La leçon est très structurée par l'enseignant, qui utilise le discours magistral plus que chez nous (dans plus de 70% des leçons) – mais *après* que les élèves ont cherché eux-mêmes une solution (car on considère que les élèves participeront *mentalement* – même à 40 dans une classe ! – s'ils ont essayé de résoudre le problème seuls auparavant). Le rôle de l'enseignant "constructiviste" japonais ne se réduit donc nullement à "animer" des activités des élèves, sans parler d'autres différences par rapport à certaines conceptions occidentales du terme (Bishop, 2007 ; Stigler, 1997).

Chez les enseignants que nous avons observés, la situation "constructiviste" au sens restreint n'est souvent pas la règle, mais plutôt un moment clé (notamment d'activation et d'intégration cognitive, de motivation et d'*"empowerment"* des élèves – ainsi que de vérification pour l'enseignant) dans un ensemble varié. Les élèves doivent aussi recevoir des informations, et ne peuvent pas tout réinventer,

[10] Voir à cet égard les réponses de la grande majorité des enseignants états-uniens de la recherche TIMSS-vidéo (Seago, 1997). Les enseignants romands réagissent souvent de même.

ni être créatifs à longueur de journée. Ce serait exténuant ![11] Réciproquement, ils acceptent volontiers d'écouter relativement passivement ou de faire des exercices, si à d'autres moments leur intelligence est vraiment sollicitée de façon valorisante. La *variété* des approches, dont on sait par ailleurs (Kounin, 1976 ; Legendre, 1995) qu'elle est un facteur important pour les apprentissages, est donc essentielle chez l'enseignant constructiviste. Par contre, l'enseignement qui se cantonne dans le transmissif réduit d'autant la variété de registres dont il dispose.

Ici nous rejoignons totalement Astolfi, qui admet d'emblée que le modèle constructiviste (au sens restreint, conçu autour d'objectifs-obstacles), consommateur de temps, ne peut être la règle. "L'enseignement ne peut se ramener raisonnablement à une course aux obstacles ni à des conflits [cognitifs] en cascade ! Il est clair qu'une part de l'enseignement relève seulement d'informations qui manquent aux élèves, informations qu'on peut leur donner sans avoir nécessairement à transformer leurs représentations mentales." Il s'agit donc de choisir "le petit nombre de points-clés" à traiter avec le modèle constructiviste dans un "modèle annuel composite"…"Au lieu de fonctionner de manière uniforme, selon le principe de la classe dialoguée, dont on a vu trop souvent qu'elle constitue l'habillage moderne du cours magistral."

"Ce qui rend inefficace le modèle transmissif, ce n'est peut-être pas tant sa nature elle-même, que l'exclusivité de son usage scolaire. Si, à certains moments de l'année, les élèves pouvaient (grâce au modèle constructiviste) vivre l'expérience de la manière dont s'élabore, se transforme et s'enrichit leur savoir, cela pourrait donner davantage de sens à leurs yeux, aux autres moments (y compris transmissifs) où ce savoir leur est présenté sous une forme achevée. Et ils les vivraient peut-être, du coup, de manière moins passive" (Astolfi, 1992, p. 129-130).

Comme le rappelle Perrenoud (2003), *le constructivisme n'est pas une démarche pédagogique particulière, mais une loi psychologique et épistémologique* se référant au "caractère incontournable de la construction active des savoirs" dans *tout* apprentissage humain. Malheureusement, en pédagogie le mot constructivisme n'évoque souvent que les situations et techniques pédagogiques (manipulations matérielles, résolution de problèmes, énigmes, projets, travail en groupe, etc.) conçues pour faciliter, visibiliser et socialiser une reconstruction de toute façon incontournable pour tout apprentissage cognitif durable, mais qui est le plus souvent implicite, invisible et intériorisée. Le constructivisme est réduit à des situations particulières, à une option dans l'activité de l'enseignant, alors que il doit être compris comme un principe permettant de comprendre celle de *l'élève,* et ainsi de savoir mieux gérer *toutes* les situations d'apprentissage. A la limite, cette réduction du concept finit par fausser aussi la pratique. Dans une pédagogie constructiviste chaque initiative, chaque réaction de l'enseignant devrait chercher à encourager, comprendre et "se caler" sur l'activité intellectuelle de ses élèves, les situations typiquement "constructivistes" n'étant que des outils particuliers de cette pratique. *Quand cette attitude générale fait défaut, on peut observer que même des situations typiquement "constructivistes" ne le sont souvent pas vraiment, car elles ne sont pas gérées de façon correcte.*

Il ne faudrait sans doute pas penser en termes de choix entre approches constructivistes et transmissives, mais d'un ensemble d'approches pouvant toutes – si elles sont mises en œuvre de façon avisée et au bon moment – participer à la reconstruction active du savoir par les élèves. Si l'essence du constructivisme, au sens de la psychologie cognitive, est la nécessité d'une reconstruction des concepts par le sujet, il faut admettre que cela peut aussi avoir lieu lorsqu'un élève suffisamment motivé et armé assimile une séquence d'enseignement transmissive (cf. les exemples de Hong Kong ci-dessous !). Mais quelle que soit la nature de la séquence, on verra que l'initiative intellectuelle des élèves peut et doit être constamment encouragée. Celles plus structurellement "constructivistes" ont un rôle privilégié à cet égard, mais il y a aussi une marge de manœuvre dans les autres, dont il est possible et même vital de profiter, si on veut instaurer une attitude active envers le savoir dans la durée, dans le contrat didactique de la classe.

---

[11] Comme disait Einstein, les idées sont rares ! L'analyse de nos leçons de mathématiques (une discipline censée être riche en occasions de raisonnement et de résolutions de problèmes) révèle que même les leçons les plus stimulantes comportent beaucoup d'exercices de routine et seulement un ou deux moments a-didactiques où les élèves ont l'occasion de réfléchir seuls à un problème nouveau. Et le plus souvent, ces ouvertures, trop difficiles à gérer (cf. note 20), sont rapidement refermées par l'enseignant.

En effet, selon Raynal et Rieunier (1997), auteurs de *Pédagogie : dictionnaire des concepts clés*, une trichotomie généralement acceptée (dans le foisonnement terminologique de "méthodes" et de "pédagogies") serait celle qui distingue la méthode expositive (ou dogmatique), la méthode interrogative (maïeutique) et les méthodes actives. Cependant, à y regarder de plus près, les choses se compliquent, car les mêmes auteurs définissent les méthodes actives comme essentiellement celles dans lesquelles "l'implication de l'apprenant est particulièrement forte" (p. 265). Ils citent d'ailleurs un des pères des méthodes actives (Claparède, 1973, p. 153) : "Une leçon doit être une réponse. Si elle remplit cet office, elle sera de l'école active, quand bien même les élèves ne feraient rien d'autre qu'écouter." Une même leçon pourrait donc être définie à la fois comme expositive et active, puisque le qualificatif "active" dépend finalement de la réaction, de l'implication, de l'activité effective des élèves (ce qui est au demeurant fort logique !).

La pédagogie traditionnelle (expositive et interrogative ou frontale participative), par contre, utiliserait des "techniques qui impliquent peu les apprenants dans l'action" (Raynal et Rieunier p. xvi). "Le rôle du maître est de dispenser le savoir, l'élève devant s'organiser au mieux pour l'apprendre." (ibid., p. 277). En appliquant cette définition, on verra que la méthode utilisée à Hong Kong est très nettement traditionnelle, expositive. Mais, si on prend le critère de Claparède, il faut admettre que, dans ce contexte culturel, elle est "de l'école active" !

Cette confusion terminologique recouvre, selon nous, une question de fond et un malentendu très répandu. Claparède avait absolument raison. On ne peut pas définir la pédagogie active – celle qui rend actifs les apprenants – de façon statique (petits groupes, projets, etc.) et sans se référer constamment à leurs attitudes, réactions, motivation, etc.

Plus encore, *non seulement celles-ci varient, mais une pédagogie vraiment réussie vise justement à ce qu'elles le fassent* à moyen terme, et même au cours d'une leçon, si "la mayonnaise prend" ! C'est ainsi que les enseignants japonais pensent pouvoir faire un discours magistral transmissif à leurs élèves une fois leur esprit mobilisé par l'effort de chercher (même vainement) une solution. En effet, idéalement les élèves sont progressivement plus sûrs d'eux, plus motivés, prennent plus spontanément l'initiative intellectuelle, peuvent gérer de façon de plus en plus autonome leurs apprentissages et difficultés, et donc sont mieux à même d'assimiler activement une lecture ou un exposé transmissif de l'enseignant. On sait aussi, malheureusement, que les choses ne sont pas si faciles, qu'ils retombent souvent en arrière pour toutes sortes de raisons, ce qui nécessiterait de nouvelles adaptations de la méthode utilisée par l'enseignant pour que celle-ci demeure "active".

En somme, tout dépend d'où en sont les élèves. Par exemple, s'en tenir à donner les solutions correctes aux devoirs (ou même les donner d'avance) peut être un peu le degré zéro de la pédagogie. Cela peut aussi être un excellent procédé dans un contexte où il encourage les élèves à se détacher de "la réponse" pour réfléchir à comment on y arrive, à poser eux-mêmes les questions pertinentes, etc.

Nous constatons dans ces leçons qu'une situation frontale et transmissive (expositive ou encore interrogative selon le typologie ci-dessus) peut aussi être gérée de façon à relativement favoriser la participation et l'initiative intellectuelle des élèves, même si cela est évidemment plus difficile qu'en tête-à-tête ou en petits groupes. Des séquences de ce type peuvent participer à un ensemble qui met les élèves en mouvement. Puisque le travail en classe entière continue d'être généralement la base de l'enseignement, nous nous sommes d'ailleurs centrés sur les mécanismes favorisant la participation et l'initiative intellectuelle des élèves dans ce genre de situation. Réciproquement, on verra que des situations de travail individuelles, en duos ou petits groupes, en principe plus favorables à l'initiative des élèves, peuvent parfaitement rater leur but si la gestion de l'interaction avec l'enseignante n'est pas menée de manière à en profiter.

L'attitude constructiviste, dans le sens large où nous l'entendons, n'exclut donc pas l'utilisation du mode transmissif. Au contraire, elle *se module* sur un continuum entre transmissif et dévolutif, en fonction des objectifs de l'enseignant et du feedback continu que la participation des élèves lui fournit sur les dispositions et les compréhensions des élèves.

Une démarche constructiviste nécessiterait donc une gestion de l'interaction particulièrement *attentive* pour pouvoir piloter adroitement l'interaction entre les pôles transmissifs et dévolutifs. Il s'agit non seulement d'être à l'écoute, mais aussi d'encourager pro-activement toutes sortes de feedbacks des élèves, afin de détecter (voire anticiper) et comprendre les ruptures dans la communication aussi précocement que possible, et de "rattraper" l'élève avant qu'il ne décroche, en s'adaptant à ce feedback. Il s'agit aussi de s'assurer qu'une étape a été réellement comprise avant de proposer la suivante. Cette attention, cette qualité de l'interaction, est relativement indépendante du caractère plus ou moins transmissif de l'interaction en cours et sert justement à moduler celui-ci. Le cas échéant, elle peut donc aussi autoriser une réaction plus directive ou transmissive.

Par la suite on cherchera donc à distinguer plusieurs aspects : l'alternative directive/dévolutive se joue d'abord au niveau de la *structure* de la situation plus ou moins transmissive (flux d'informations de l'enseignant vers l'élève ou vice versa), mais aussi au niveau de la *gestion* des interactions, en général et plus particulièrement lors de difficultés, de ruptures dans la communication. Il s'agira aussi d'identifier les aspects de la pratique de l'enseignant qui sont plus ou moins favorables à l'initiative et à la participation des élèves, en particulier sa qualité *attentive-adaptative* (écoute, recherche de feedback et adaptation du discours et démarche en fonction de celui-ci), qui devrait informer constamment les décisions.

Ce dernier aspect est aussi crucial parce que c'est par cette attention et cette ouverture que l'enseignant invite les élèves à (re)prendre leur place dans la classe, à participer activement au processus d'apprentissage (aboutissant de fait à une dévolution partielle du contrôle sur la gestion de l'apprentissage). D'ailleurs, on constatera que l'importance de l'écoute attentive des élèves (et des conditions qui la rendent possible) – afin de détecter, reconnaître et réagir de façon précoce et décentrée aux ruptures – se pose de façon très semblable par rapport aux problèmes de comportement des élèves, un bel exemple du parallélisme entre processus affectifs et cognitifs postulé par Piaget (1964), mais qui se manifeste ici sur le plan sociocognitif.

D. Méthodologie

Comme nous l'avons déjà indiqué, le critère essentiel que nous avons retenu pour différencier les pratiques dans ces leçons est la qualité de la participation des élèves et le rôle qu'on laisse à ceux-ci dans le développement du discours et des solutions aux problèmes.

En effet, cette participation peut être bornée à répondre à des questions plus ou moins simples lorsqu'on est interrogé (nominalement ou collectivement), à essayer d'exécuter les travaux proposés et à signaler à l'enseignant qu'on a une difficulté, sans préciser sa nature. Mais on verra qu'elle peut aussi prendre la forme d'interventions spontanées (questions, commentaires, reformulations plus ou moins originales, suggestions, objections) ; de développements plus ou moins importants des explications à propos d'une réponse ; de participation à des mini-débats en classe entière ; d'interactions lors de travaux en petits groupes, ou encore de remplir un rôle "d'expert" auprès d'autres élèves.

En fonction de ces différences dans la qualité de la participation des élèves, nous avons essayé d'analyser les aspects de la situation instituée par l'enseignant qui pourraient les expliquer : les aspects structurels (la variété des situations de travail ou le fait de travailler sur un problème avec ou sans solution donnée, par exemple), comme ceux relevant plus de la conduite de l'interaction (de quelle façon l'enseignant fait appel à la participation, quelle place il laisse à celle-ci dans la conduite du discours en classe, quand et comment il valide les réponses, etc.).

Nous avons analysé l'ensemble de chaque leçon, en examinant d'abord la transcription, puis la vidéo au moins deux fois, et souvent à maintes reprises – au besoin en ayant recours à l'enregistrement de la deuxième caméra braquée sur la classe – car le sens de ce qui se passe dans les interactions ne se dégage pas toujours immédiatement. Les aspects examinés étaient généralement définis de façon dichotomique. Exemple : présence ou absence de participations spontanées des élèves. Ou encore : lorsqu'un élève signale une difficulté, l'enseignant se contente-t-il de le "dépanner" par rapport à la difficulté particulière, ou poursuit-il l'interaction jusques à la solution du problème ? Il a été généralement possible de caractériser ainsi une leçon par rapport à ces aspects, en acceptant au plus une demi douzaine d’exceptions à la règle.

Ces aspects, sur lesquels on reviendra dans le détail par la suite, nous ont paru se retrouver le plus souvent dans deux ensembles de pratiques, deux postures, deux options de l’enseignant face à la complexité de la tâche, qui permettaient de qualifier la leçon de plutôt directive ou plutôt dévolutive. Ce qui ne veut pas dire que *tous* ces aspects étaient chaque fois présents. Ainsi, les leçons dévolutives faisaient plus souvent appel au sens qu’à la simple application de procédures pour résoudre des problèmes, mais certaines leçons présentant par ailleurs beaucoup d’aspects dévolutifs n’utilisaient pas majoritairement cette approche. La catégorisation des leçons est donc moins sûre – et sans doute moins intéressante, le diable est dans le détail ! – que l’identification des aspects particuliers. Nous pensons néanmoins qu’elle correspond à des agrégations d’aspects qui reflètent une option de l’enseignant pour la leçon considérée, sinon plus généralement.

Enfin, après ce travail d’analyse qualitative, nous avons confronté cette classification des leçons avec deux autres sortes d’évaluations à leur sujet : a) les attitudes et opinions des élèves de ces classes, qui ont répondu à un questionnaire concernant les mathématiques et l’enseignant, et b) l’analyse effectuée par des didacticiens des mathématiques (Floris, 2002 ; Bertoni et al., 2006) du type d’énoncé, puis de résolution mise en œuvre par l’enseignant pour chaque problème.

Précisons tout de suite que nous n’avons pas pu nous donner les moyens de vérifier expérimentalement toutes nos hypothèses ! Il s’agit d’une démarche empirico-inductive (Mucchielli, 2000) dans laquelle le cadre d’interprétation est dérivée en partie de nos observations, mais oriente aussi certainement celles-ci. Nous pensons que notre approche qualitative et interprétative (Erickson, 1986) se justifie surtout par le *sens* qu’elle peut dégager, en contexte, d’un phénomène systémique extrêmement complexe. Le noyau le plus solide dans ce travail est sans doute dans le fait de pouvoir identifier différents aspects dans les interactions instaurées par les enseignants avec les élèves, et les formes de participation / feedback qu’elles semblent provoquer. L’analyse de la qualité du contenu de certains types d’interactions et de participation peut nous fournir *directement* des indices précieux sur la qualité de leur expérience éducative : quel niveau des raisonnements et des réflexions exprimés de part et d’autre ? Quel sens passe ? Ou au contraire, quels contresens et quels malentendus se multiplient ?

Par cette approche, nous rejoignons le point de vue des éducateurs du Japon, qui ne croient pas que les apprentissages des élèves peuvent seulement être inférés (avec les difficultés qu’on connait) à partir de résultats d’examens ou d’autres indicateurs de performance extérieurs. "On s’attend à ce que les fruits d’un enseignement de qualité puissent être observés directement" (Isoda et al., 2007). Ils se réfèrent par là à la pratique de masse par les enseignants japonais du *Lesson Study* (cf. infra), une pratique d’observation et d’analyse qualitative méticuleuse – directe en classe ou par l’entremise de la vidéo – qui a fait du Japon un des très rares pays ayant réellement transformé les pratiques séculaires de l’école.

Observées de près, il est clair que les interactions en classe font système. C’est-à-dire que les phénomènes ne peuvent être compris – ou même vraiment identifiés – isolément, car ce sont leurs relations avec d’autres qui leur donnent leur sens réel. La question "D’accord ?", un silence, le fait de fournir la réponse ou de ne pas relever une erreur, d’utiliser une séquence transmissive, etc., ont des significations complètement différentes selon le contexte, qui détermine le sens que lui donne l’enseignant et le sens que perçoivent les élèves ; selon la capacité de l’enseignant à entendre et réagir aux interprétations des élèves ; selon le contrat didactique en vigueur dans la classe, voire dans le pays, etc. Il s’agit notamment de tenir compte des normes socio-mathématiques, des systèmes d’attentes et obligations mutuelles, de la microculture de classe (Mottier Lopez, 2006). Les situations nous semblent franchement incompréhensibles si on en reste, par exemple, à quantifier des aspects isolés les uns des autres, et à une conception statique, quasi-fétichisée, de situations ou réactions "constructivistes", ou "transmissives" censées toujours avoir les mêmes effets.

Il nous semble qu’aussi bien des recherches expérimentales plus concluantes sur les méthodes d’enseignement, qu’une diffusion plus réussie de pratiques "constructivistes" dans le corps enseignant, gagneraient à prendre appui sur des interprétations qualitatives plus fines et contextualisées, comme celles que nous tentons d'ébaucher ici.

En effet, un des constats les plus élémentaires qui a été fait, en Suisse comme ailleurs, lors de la recherche TIMSS-vidéo, a été que les institutions éducatives – décideurs, enseignants, chercheurs – ont finalement remarquablement peu d'informations sur ce qui se passe effectivement en classe ! Aux Etats-Unis comme en Suisse, les méthodes d'enseignement recommandées font l'objet de grands débats et beaucoup de recherches, mais il y a en réalité très peu de matériaux qui permettent de voir si ces méthodes sont effectivement appliquées dans les classes, et de quelle manière (Stigler, 1997) ! Par exemple, nous avons constaté que les institutions de formation et recherche pédagogiques romandes n'avaient pratiquement pas d'enregistrements vidéo de leçons à disposition.

Quand on amène ce type de matériel on fait un deuxième constat : celui d'un flou inquiétant dans les discours sur l'enseignement. On peut penser être plus ou moins d'accord quand on *écrit* ou on *parle* de ce qui se passe (ou devrait se passer) en classe – ou au minimum être d'accord sur *de quoi* on parle ! – mais il suffit d'introduire un extrait de vidéo dans la discussion pour constater que les malentendus là aussi sont constants.

En effet, les enseignants, et même les chercheurs ou les formateurs, sont souvent en désaccord radical sur l'interprétation, voire la simple identification, de ce qui se passe dans un extrait précis ! Et dans un premier temps, la vidéo en soi ne tranche pas le débat (de Marcellus et al., à paraître). Sans un travail d'interprétation sérieuse, impliquant souvent de multiples allers et retours entre transcription et enregistrement, chacun en retire ce qu'il "voit". Comme l'a constaté déjà Brophy (2004), dans *Using Video in Teacher Education,* "Les enseignants en général, et les novices en particulier, retirent rarement de nouvelles idées ou compréhensions sur comment améliorer leur enseignement du simple visionnement de vidéos." C'est pourquoi nous avons pensé utile de tenter un tel travail avec les extraits que nous présentons ici. On peut surement faire mieux, mais c'est un début !

En tout cas, un des acquis de la recherche TIMSS-vidéo est que nous disposons maintenant d'un corpus de 38 leçons de mathématiques de huitième année de Suisse Romande, accompagnées de transcriptions intégrales, de questionnaires d'enseignants et d'élèves, d'épreuves de mathématiques, etc. Nous espérons que ce texte et le DVD qui l'accompagne vont au moins motiver chercheurs, formateurs – et enseignantes ! – à en profiter.

II. L'option directive

A. Logique et avantages de l'approche directive

La structure de leçon directive fait essentiellement appel au mode transmissif : on cherche à éviter les ruptures dans la communication du savoir en transmettant d'emblée la solution, et ceci de façon suffisamment fractionnée et claire pour être évidente. On s'attend à ce que les élèves soient suffisamment actifs intellectuellement pour reconstituer le tout et son sens. Ou, à défaut, de pouvoir au moins retenir la procédure présentée et l'appliquer à bon escient.

Le plus simple et le plus rapide est souvent en effet d'exposer le savoir, que ce soit par un monologue ou par un cours dialogué relativement "fermé". On peut perdre beaucoup de temps (et lasser ou énerver les élèves !) à vouloir "faire découvrir" tout. Mais le mode transmissif suppose une motivation, une activité spontanée de l'apprenant (pour reconstruire et explorer malgré tout le champ du problème) *proportionnelle à la difficulté* de la connaissance transmise. Si l'élève est suffisamment actif, la pédagogie a moins besoin de l'être ! Le sujet motivé se met à la place de l'autre, l'imite, reproduit d'abord sans comprendre, mais cherche – et finit par trouver – le sens, en faisant le lien entre ses propres connaissances et les explications énigmatiques qui lui sont fournies[12]. Si le "maître" est vraiment reconnu comme tel par un "disciple", il peut se limiter à exposer clairement le discours ou solution correcte et monopoliser l'initiative intellectuelle. Les élèves "suivent", au sens négatif, mais aussi positif, du terme. Ainsi, ils évitent aussi un certain nombre d'erreurs (aspect qui peut aussi être vu sous un angle positif ou négatif). C'est la forme traditionnelle d'enseignement encore dominante au niveau universitaire, par exemple (y compris pour enseigner le constructivisme !).

Sans rien céder par rapport à la nécessité fondamentale de la reconstruction du savoir chez l'apprenant, on peut reconnaître le rôle complémentaire joué par l'imitation dans l'apprentissage – le pôle de l'accommodation chez Piaget. Le sujet doit reconstruire, mais il le fait souvent en se référant à un modèle, une information retenue de façon plus "périphérique", que la reconstruction lui permet justement de comprendre et vraiment assimiler à ses structures centrales. Par exemple, dans la genèse de l'image mentale Piaget (1991) a montré que l'enfant qui n'a pas encore construit un cadre de référence extérieur ne remarque pas l'horizontalité de l'eau dans un bocal qu'on penche. Par conséquent, même après avoir fait l'expérience, il dessine l'eau penchée par rapport au sol et parallèle au fond du bocal. Cependant, Piaget a aussi mis en évidence que certains enfants corrigent spontanément leurs souvenirs et leurs dessins lors d'un post-test quelques mois plus tard, sans avoir refait l'expérience. Il faut en conclure qu'ils ont conservé une trace perceptive correcte du phénomène, en conflit avec l'image mentale, et qui doit sans doute jouer un rôle dans l'évolution de celle-ci. Le

[12] Pour prendre des exemples extrêmes, pensons aux jeunes "hackers" passionnés (souvent nuls à l'école) qui font tout seuls sens des codes complexes et arbitraires de l'informatique ; aux esprits fins reproduits à longueur de siècles par les enseignements talmudiques, islamiques ou de notre moyen âge, sur la base de mémorisation de textes sacrés ; ou aux élèves du tiers-monde qui apprennent à lire sans matériel, dans des classes de soixante-dix, alors que certains des nôtres… L'activité intellectuelle constructive d'un jeune esprit humain motivé est capable de faire sens des réalités les plus brutes. Heureusement, le constructivisme *pédagogique* n'en est pas une condition nécessaire ! Le mode transmissif peut être efficace, comme le reconnaît Astolfi, mais pour "un public *motivé* et *averti*", qui possède "des structures intellectuelles comparables à celles de l'enseignant" ou qui, disposant déjà "d'éléments de connaissances dans le domaine… profite de l'exposé systématique pour organiser et restructurer" ceux-ci. Mais justement, "là résident sans doute les raisons de la faible efficacité actuelle de ce modèle" (Astolfi, 1992, p. 124).

discours, le modèle du savoir présenté par le maître – même mal compris – jouerait un rôle semblable à celui de cette trace perceptive.

Les avancées récentes des neurosciences dans le domaine des "neurones miroirs" nous incitent aussi à reconnaître la place importante que joue malgré tout l'imitation dans l'apprentissage, et justement particulièrement l'imitation liée aux gestes et à *la parole d'un modèle humain*. En effet, on a découvert un groupe de neurones du cerveau des primates qui sont impliqués dans des activités motrices, mais qui se mettent aussi en activité lorsque le sujet observe une activité *intentionnelle* des mains ou de la bouche d'un autre primate, (alors qu'ils restent inactifs si le singe fait un geste semblable pour s'épouiller, ou si une manipulation identique est effectuée par un robot !) On pense aujourd'hui que ces "neurones miroirs" jouent un rôle important dans les capacités d'imitation, d'empathie (et de rivalité), de compréhension des intentions et de communication chez les primates. Le langage humain ce serait notamment développé ainsi, à partir de la communication gestuelle et faciale des primates, et des expériences étonnantes montrent que la compréhension du langage parlé continue de passer en bonne partie par la vue (De Keukelaere, 2005) ! On peut en conclure que l'attention que peut prêter un apprenant au discours "live" d'un modèle humain a peut-être une fonction et une efficacité spécifique. La magie du verbe serait un peu inscrite dans notre ADN ! Le cours ex cathedra n'est apparemment pas qu'une survivance moyenâgeuse et aurait tout à fait sa place dans la variété utile des situations d'apprentissage.

Cette capacité spécifique d'imitation des mains et des mots humains, l'attention particulière aux intentions exprimées par un modèle utilisant ces moyens, redonne un certain poids au rôle de l'imitation (et de la transmission orale) dans l'apprentissage. Bien entendu, le singe a un besoin essentiel de prendre les choses en main et de faire lui-même pour comprendre. Depuis Piaget, la cause est entendue. Mais il a aussi souvent besoin d'avoir vu un autre singe faire (ou dire, en ce qui concerne notre espèce) avant lui, pour lui suggérer un but et un modèle d'apprentissage.

Les recherches en neurosciences convergent avec celles en psychologie du développement. Celles-ci soulignent les liens profonds qui existent dès la naissance entre les apprentissages et le besoin de comprendre les actions et intentions des autres, manifestés particulièrement par l'attention que le nouveau-né porte au visage, parole et gestes de l'autre (Meltzoff, 2005 ; De Keukelaere, 2005). L'apprentissage est profondément social et le "charisme" attribué à certains enseignants n'est qu'une manifestation plus importante d'un phénomène général.

Cela dit, de telles considérations n'invalident nullement le point de vue constructiviste, bien au contraire, elles l'enrichissent (et sont même une confirmation éclatante du concept de schème, intuition géniale de Piaget), car ces recherches insistent sur le fait que "ce n'est que lorsque l'action a un *sens* que les neurones miroirs s'activent. Leur réponse est donc liée à l'expression d'une intentionnalité, au but du geste observé" (Dubuc, 2002). Chez le singe cette intentionnalité est reconnue par le fait que le geste est lié à un objet. S'agissant du langage, il faut sans doute que les mots aient déjà une relation avec une intentionnalité, des actions, un sens déjà connu. Cette relation pourrait s'appuyer sur les "neurones canoniques", semblables aux neurones miroirs, mais qui ont la particularité de s'activer à la simple vue d'un objet *saisissable* (quand un singe regarde un ballon, les neurones canoniques qui s'activent sont les mêmes que ceux qui s'activent si le singe décide de prendre réellement le ballon). S'agissant de pédagogie et de discours plus complexes, on peut imaginer qu'il ne suffit pas que les mots individuels aient un sens dérivé d'actions antérieures. Il faut que l'*ensemble* fasse sens, qu'on entrevoie au moins "où le prof veut en venir". Par ailleurs, le jeune singe ne fait très attention que pendant un temps limité, puis très vite se lance dans l'activité reconstructive, au besoin en arrachant l'objet manipulé des mains de l'autre. Ou alors il se désintéresse…

A en juger par leurs leçons considérées "typiques" et par leurs résultats aux épreuves internationales, les classes de Hong Kong (et de Tchéquie) étudiées dans la recherche TIMSS-vidéo fonctionnent encore très bien avec l'approche directive. En effet, Hong Kong a eu (avec le Japon) de très loin les meilleurs résultats aux épreuves mathématiques de TIMSS. Cependant, il est clair qu'une forte motivation et un important travail individuel des élèves hors classe sont nécessaires, pour que ceux-ci puissent suivre de telles leçons. C'était en tout cas le jugement de méthodologues romands qui ont observé les "leçons typiques" de TIMSS-vidéo (de Marcellus, 2003 et Givvin et al., à paraître).

"… ce n'est que lorsque l'action a un sens que les neurones miroirs s'activent. *Leur réponse est donc liée à l'expression d'une intentionnalité,* au but du geste observé. Si des neurones miroirs s'activent par exemple quand un singe manipule un objet, ces mêmes neurones, commandant aux mêmes muscles, resteront toutefois silencieux quand le singe fera une action similaire mais dans un but différent (se gratter, s'épouiller, etc.)" (Dubuc, 2002).

En effet, les enseignants de Hong Kong n'interagissent qu'avec quelques élèves, généralement volontaires, ou alors "récoltent" des réponses (les enseignants demandent souvent à la classe de répondre en chœur pour "augmenter la participation"). Les classes très grandes (n = 37 en moyenne !) sont données de plus en anglais. Des sept pays étudiés, ce sont aussi les leçons dans lesquelles les maîtres parlent le plus (seize fois plus que les élèves), les trois quarts des interventions de ceux-ci étant de moins de cinq mots (Hiebert et al., 2003). Le contenu est de haut niveau. Selon le jugement de mathématiciens experts, les leçons sont très cohérentes mathématiquement et les enseignants présentent clairement les solutions correctes avec des justifications mathématiques développées. Cela dit, on ne voit pas d'après les leçons "typiques" comment, ni à quel moment, un élève en difficulté y trouverait l'aide nécessaire pour se remettre en piste. D'ailleurs, on constate (voir transcription en Annexe 1) qu'il n'y a *aucune* question ou demande d'éclaircissements d'un élève pendant toute cette leçon ! Ceux-ci doit vraisemblablement être recherchés par l'élève en dehors, chez d'autres élèves, ou dans les cours d'appui privés (fréquentés par une grande partie des élèves des pays asiatiques). Quoi qu'il en soit, une forte motivation permet apparemment aux élèves d'apprendre dans des conditions de forte hétérostructuration, pour reprendre la terminologie d'Astolfi.

La leçon HK1, une des "leçons typiques" de Hong Kong est ainsi un bon exemple d'une leçon directive qui semble efficace dans son contexte. Bien qu'il s'agit de la première leçon sur le sujet, le rythme est soutenu. La situation est frontale, la méthode franchement expositive, malgré les efforts du maître pour stimuler la participation (en particulier par rapport au sens) par des questions. Ainsi à 3:17 il répète vainement "*Qu'est-ce que ça veut dire ? X égale deux ?*", avant de fournir lui-même la réponse. Son commentaire : "Les enseignants utilisent la méthode maïeutique pour encourager la participation des élèves, mais cela finit généralement dans un soliloque de l'enseignant. J'ai cette expérience ici"[13]. En effet, ces silences ne semblent ni le surprendre, ni le gêner beaucoup. Il donne sans autre la réponse après un silence d'environ 3 à 5 secondes.

De fait, la seule participation des élèves est produite par l'utilisation du procédé de "partage topogénétique" : une division du travail entre maître et élèves, dans laquelle les opérations connues sont déléguées aux élèves, alors que les aspects nouveaux ou plus difficiles sont expliqués par l'enseignant (6:35 à 8:34 p. ex.). Celui-ci commente effectivement son procédé ainsi : "Les enseignants généralement répondent aux questions pour gagner du temps. En fait, *si la connaissance en question est un acquis*, les enseignants devraient leur laisser répondre" (que les élèves puissent chercher à répondre à une question qui *n'est pas* "un acquis" semble encore plus exclu…). Ce procédé peut fonctionner ici, puisque les élèves – très preneurs – semblent essayer de suivre le raisonnement nouveau amené par l'enseignant. Quand il s'agit d'introduire la nouveauté et le sens, l'enseignant s'appuie d'une part sur un exposé bien présenté (7:52 : "L'utilisation du tableau noir est très importante. Parfois il est très difficile d'articuler les symboles dans une équation. L'utilisation

[13] Voir transcription en annexe et l'ensemble des commentaires des enseignants et des chercheurs des leçons de pays étrangers à disposition en anglais sur le DVD qui accompagne ce texte. Vidéos étrangères et commentaires sont repris du coffret de quatre CD : *TIMSS 1999 Video Study : Mathematics Public Release Lessons*, LessonLab.com.

simultanée du tableau noir et de pauses appropriés dans le discours est très efficace pour aider les élèves à apprendre"), d'autre part sur la présentation d'exemples et contre-exemples (commentaire d'un chercheur de Hong Kong à 4:42 : "Le sens de la solution d'une équation est illustré en essayant un nombre qui n'est pas une solution de l'équation"). Celui-ci résume ainsi cette leçon : "Ceci est une pratique très générale à Hong Kong. L'enseignant dirige tout le discours, avec un peu de participation des élèves" (22:25).

Avec cette méthode, est-ce que les élèves apprennent seulement en surface, à trouver des solutions uniquement procédurales aux problèmes ? D'une part, on pourrait le craindre. En effet, c'est à Hong Kong que le plus grand nombre de problèmes sont posés seulement en termes d'utilisation de procédures (84% des cas). L'enseignant de cette leçon relève lui-même la passivité générale des élèves de Hong Kong et leur manque d'intérêt pour les concepts et le sens[14]. Cependant, cela ne le conduit pas à remettre en cause l'approche directive. Selon lui les enseignants doivent contrecarrer cette attitude en insistant sur la théorie et la *définition des concepts* dans son exposé[15]. Cela serait typique de Hong Kong, selon le commentaire du chercheur local, et se reflète effectivement dans le fait que 24% des problèmes sont résolus en explicitant des propriétés des concepts.

Cela dit, si seulement 13% des problèmes sont posés en termes de sens, 12% sont ensuite effectivement résolus de cette manière, ce qui les place au milieu de peloton par rapport aux autres pays de l'étude (voir Figure 2 ci-après). Joint à l'explicitation des propriétés des concepts, cela montre que la recherche de sens n'est pas absente du contrat didactique (comme c'est pratiquement le cas aux États-Unis ou en Australie, par exemple, où environ 90% des problèmes sont résolus en faisant uniquement appel à l'utilisation de procédures, voire en annonçant simplement le résultat). On peut penser que les élèves sont suffisamment motivés[16] pour assimiler les solutions présentées, se poser des questions et reconstituer au moins une partie des aspects plus profonds de la matière. D'ailleurs, ils peuvent aussi (comme les élèves tchèques) être tenus à venir exposer un problème complet au tableau. Ils ont donc intérêt à pouvoir les prendre en charge. Par ailleurs, il serait surprenant (d'un point de vue constructiviste, justement) que leurs performances exceptionnelles aux épreuves internationales pourraient être atteintes sans une certaine reconstruction et compréhension.

Quoi qu'il en soit, il semble qu'il y ait dans les écoles de Hong Kong une certaine adéquation entre l'approche directive, le contrat didactique proposé et l'attitude effective d'élèves qui seraient compétitifs et fortement motivés, tout en étant intellectuellement relativement passifs, ou en tout cas réticents à oser raisonner en public[17]. En somme de bons élèves "scolaires", bien adaptés à une école traditionnelle. Nostalgie, nostalgie… !

(Voir l'extrait de transcription de la leçon HK en annexe, et le film et la transcription intégrale sur le DVD)

[14] 0:03 : "Généralement, les élèves ne veulent savoir que la réponse. Ils font très peu d'attention à la terminologie mathématique. Ils sont très perplexes face à des termes comme solution, substitution, etc."

[15] 0:27 : "Les élèves se concentrent en général sur comment répondre à la question. Les enseignants devraient insister sur les termes et théories importants, ou poser des questions pour approfondir la compréhension des élèves."

[16] "Les élèves se centrent en général sur le calcul plutôt que sur la compréhension des concepts. Puisqu'ils ont vraiment du plaisir à calculer, ils sont généralement volontaires pour répondre à des problèmes supplémentaires" (!). Commentaire d'un autre des enseignants de Hong Kong.

[17] Ainsi à 0:02, l'enseignant commente les rires lors d'une erreur d'élève. "Les élèves se moquent de leurs camarades qui font des erreurs. Cela diminue la participation active en classe."

Note concernant les extraits vidéo et les transcriptions

Nous avons voulu présenter un maximum d'exemples, afin que chacun puisse bien comprendre notre propos et juger par lui-même.

Cependant, nos expériences avec la vidéo – de recherche comme de formation – nous ont appris qu'il est en réalité très difficile de bien saisir tous les sens de ce qui se passe dans une classe en regardant simplement un enregistrement. Cela contribue sans doute au fort biais négatif dans les jugements de beaucoup d'observateurs, ceux-ci ayant tendance à penser que la leçon est aussi difficile à suivre pour les élèves que pour eux-mêmes ! Nous *conseillons donc fortement* d'examiner tranquillement les transcriptions avant de regarder les extraits vidéo.

Ceci dit, les transcriptions écrites d'échanges oraux présentent leurs propres difficultés de compréhension. Nous avons donc pensé nécessaire de faciliter au maximum l'appréhension de celles-ci. C'est pourquoi nous y avons inséré un certain nombre de commentaires ou explications de ce qui se passe [entre crochets]. Nous avons aussi modifié les transcriptions originales pour respecter autant que possible une syntaxe correcte, là où le sens était suffisamment évident (par exemple, nous avons mis à l'impératif avec point d'exclamation des phrases qui sont clairement des ordres). Enfin, nous nous sommes permis de supprimer certaines phrases hors propos (par exemple, un "Oui, tout de suite" lancé en aparté à un autre élève) insérées dans des échanges avec les élèves, lorsque celles-ci rendaient difficile la compréhension du discours qui nous intéressait. Ces suppressions sont signalées par des doubles crochets [[…]].

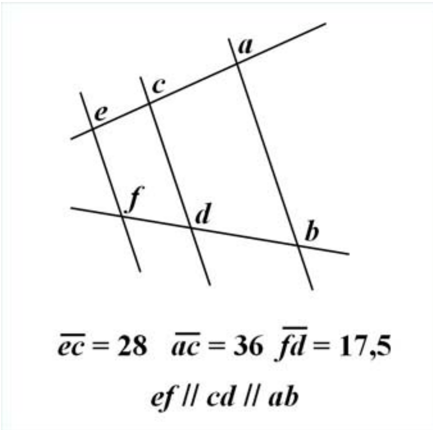
Les autres codes utilisés dans les transcriptions sont les suivants : M = enseignant, E = élève, En = intervention d'un nouvel élève, EE = réponses en chœur. Les paroles incertaines, parce que plus ou moins inaudibles, sont entourées de parenthèses ( ). Les doubles barres // marquent les interruptions par un autre locuteur, dont l'intervention se trouve immédiatement en dessous. Les points de suspension marquent un temps d'arrêt, une hésitation ou un silence.

Quand il s'agit d'une transcription d'un extrait vidéo se trouvant sur le DVD, les temps notés correspondent à celui-ci. Sinon, ils se réfèrent aux transcriptions et enregistrements intégraux.

Les leçons suisses SW 261 et SW 262 sont aussi des exemples de leçons à structure traditionnelle qui semblent convenir aux élèves prégymnasiaux disciplinés et apparemment motivés de ces classes et milieux culturels. Si les enseignants n'hésitent pas d'intervenir de façon directive et transmissive, on verra que le niveau de compétence et implication des élèves font qu'on leur laisse de fait l'initiative à certains moments.

La leçon SW 261 est la troisième consacrée au théorème de Thalès (la deuxième d'applications). Situation qui semble être devenue relativement rare – dans l'école genevoise en tout cas – la leçon commence avec une série d'élèves appelés à écrire au tableau et exposer devant leurs camarades, un problème des devoirs à la maison. Cependant, l'enseignant intervient très souvent, pour poser des questions-clés ("est-ce qu'on peut calculer ?", "pourquoi c'est impossible ?"), pour évaluer immédiatement une étape du raisonnement ou éviter un développement faux ("Là, je suis un peu inquiet…"). Surtout, il justifie et développe longuement les réponses à la place de l'élève, ces explications – efficaces mais rapides – ressemblant aux explications quasi ex cathedra des leçons de Hong Kong. Apparemment, les élèves suivent, mais ils doivent s'accrocher, et ne pas avoir une difficulté de fond ou avec un pré-requis qui les gène.

Problème : peut-on trouver la valeur du segment *ab* avec les valeurs données ?



L'élève annonce que c'est impossible.

0:55	M	Alors maintenant, "impossible"… C'est bien, mais pourquoi ? ... Ouais, c'est bien beau, mais moi, je veux savoir pourquoi.
0:59	E	Parce que. ... Parce que y faudrait avoir une des longueurs là [montre les parallèles] ... La parallèle.
1:05	M	On n'a aucune. Mais ça fait la même idée qu'avant [reprend la main, en montrant le problème précédent. (Il n'est pas nécessaire que nos lecteurs suivent en détail toute la longue explication qui va suivre !)] On a, on n'a rien sur ces distances là [les parallèles]. Sur aucune. ... Là y'aurait pire encore. C'est qu'il nous en faut combien des distances pour trouver une ?
1:15	E	Deux.
1:15	M	Il nous en faut au moins deux, hein ! Qu'on puisse savoir… Si on veut faire ici après pour résoudre le problème. Je vous rappelle, il faut faire ça avec une parallèle ici. [esquisse une parallèle à fb passant par e] par… Ouais, c'est pas tant parallèle ici [corrige son dessin] mais, là. On va faire une parallèle ici, qui passe par heu… e, ici, d'accord ? ... Il faudrait au moins connaître cette distance-là. ... Hein ! ... Et puis connaître celle-là, là ![cd] Pour qu'on puisse déterminer celle qu'est ici.[segment de cd entre c et l'intersection du parallèle qu'il a tracé] ... Puis au moment où on a celle qu'est ici, on a ... On vient dans le même problème qu'on avait là.[montre problème impossible antérieur] .. Hein... On sait tout ce qu'on veut dans les autres directions. Ce dix-sept cinq [fd], on le retrouve ici [sur le nouveau parallèle]. ... Hein .... Celui-là [fd] finalement, il ne nous intéresse pas beaucoup, hein pour chercher. Et quand on a cette distance la [entre a et le nouveau parallèle], après, on peut y arriver. Donc, il nous manque ... il faut toujours qu'on aie des distances dans les trois directions. ... Clair ? Puis, il nous faut combien de données au minimum ? ...[Ne recevant pas de réponse, il donne lui-même la réponse] Ben, il vous en faut trois au minimum. Mais bien placées, Hein ! Parce qu'il nous faut aussi deux qui aillent dans la même direction, pour qu'on puisse faire une comparaison. Si on en n'a pas deux dans la même direction, ça ne sert à rien. ... D'accord ? ... On continue. ... Donc, le (C), c'est impossible. ... Heu ... Jan, tu fais le D !

On pourrait craindre que l'élève se sente un peu dépossédé de sa solution. Quant aux autres élèves de la classe – bien que l'expression puisse d'abord paraître contradictoire à un constructiviste ! – ils semblent "suivre passivement". Ils n'interviennent que deux fois pendant toute la durée du travail par classe entière (18 minutes), mais par contre les deux fois très à propos. Une première fois, plusieurs interrompent spontanément pour signaler une erreur dans le manuel que l'enseignant n'avait pas remarquée. Quand l'enseignant fait pour une fois appel à la classe (à 16:28 de la transcription intégrale, sur le DVD), un élève le coupe immédiatement avec le calcul alternatif qu'il recherchait. Comme à Hong Kong, il est difficile de relever beaucoup de signes que les élèves sont en train de suivre, car l'enseignant ne fait rien pour les susciter ! Cependant, leur niveau prégymnasial et la qualité de leurs réponses orales et écrites pendant la leçon le suggèrent. La deuxième caméra montre des élèves qui paraissent concentrés, attentifs et totalement silencieux. Il y a d'ailleurs beaucoup de silences dans la classe. Ils ne s'agit pas (comme dans les leçons dévolutives ci-dessous) de pauses pendant lesquelles l'enseignant demande une réflexion aux élèves, mais correspondent aux moments quand un élève est en train d'écrire au tableau, sous le regard des autres. L'enseignant semble s'attendre (apparemment avec raison) que ces élèves sont "assez grands" pour se poser eux-mêmes les questions pertinentes, en observant les solutions de leur camarades. Il raisonne avec les élèves sur un ton presque d'égal à égal. L'ambiance est détendue malgré le rythme rapide.

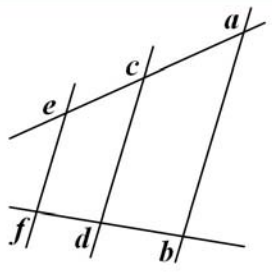
A d'autres moments, les élèves au tableau sont interrogés sous la pression de devoir faire tout un problème sous le regard de la classe et du maître, tout en devant simultanément répondre aux questions de celui-ci, qui demandent une certaine réflexion. Des situations moins difficiles font régulièrement perdre le fil de leur raisonnement aux élèves dans beaucoup d'autres leçons. Mais, ces élèves (prégymnasiaux d'une petite ville de campagne) s'en sortent bien.

L'extrait le plus remarquable concerne la quatrième présentation. L'élève, appelé à exposer un devoir qu'il avouera par la suite n'avoir pas fait, parvient quand même à la solution au bout de plus de sept minutes au tableau. Malgré plusieurs erreurs ou maladresses, il garde son calme et reste capable de raisonner et de réagir aux questions et corrections du maître. Même le stress ajouté d'être filmé ne semble pas le troubler !

On remarquera que si l'enseignant valide la solution de l'élève pas à pas et n'hésite pas à intervenir quand celui-ci fait fausse route ou pour commenter ou développer, c'est quand même la solution de l'élève qui se déploie. Celle-ci n'est pas téléguidée pas à pas (au moins dans la partie géométrique du problème), comme c'est si souvent le cas dans d'autres leçons directives, par un questionnement de fausse maïeutique. Ici, les questions du maître sont globales ("Est-ce qu'on arrive à trouver ab ?") ou sont des relances relativement ouvertes à partir du raisonnement de l'élève (Élève : "Ici on a huit" – Maître : Alors qu'est-ce que tu peux dire, si t'as huit ici ?").

Par contre, si les élèves doivent bien raisonner et comprendre pour suivre, ces raisonnements restent généralement implicites. Ci-dessous, par exemple, ni l'élève, ni l'enseignant n'explicitent le raisonnement essentiel de la solution qui est posé à partir de 6:06. On ne voit pas ce qu'un élève qui n'aurait pas déjà un certain niveau pourrait en tirer. Peut-être que tous l'ont ? En tout cas, il y en a un pour intervenir immédiatement (à 7:14) pour proposer une résolution alternative plus élégante (un des rares cas où une solution alternative apparaît dans ce corpus). Mais il est certain qu'avec ce type de "participation" totalement virtuelle et intériorisée des élèves, on n'est pas à l'abri de mauvaises surprises.

L'extrait se poursuit avec le problème suivant posé à Jan : peut-on trouver la valeur du segment *ab* avec les valeurs données ?



$\overline{ea} = 24 \quad \overline{ac} = 8 \quad \overline{ef} = 8 \quad \overline{cd} = 14$

$ef \parallel cd \parallel ab$

2:30 M Jan, tu fais le D.

2:33 En Mmmm.

2:40	M	C'est clair le C ? C'est d'nouv..., c'est, c'est toujours la même chose, hein ![[…]] Alors vas-y ! Alors... (cette forme-là). Mmmm.
3:18	E	Trois parallèles.
3:19	M	Avec les trois parallèles, d'accord.
3:39	E	La longueur de EA vingt-quatre.
3:43	M	EA vingt-quatre, ouais.
3:45	E	Vingt-quatre. ... AC huit.
3:52	M	AC huit.
3:54	E	AC huit. EF huit.
		[[…]]
4:21	E	CD quatorze.
4:30	M	Alors, question. Est-ce qu'on arrive à trouver AB ?
4:33	E	Oui, on arrive.
4:34	M	On arrive ! Alors vas-y ! Je t'écoute. Comment tu fais ?
4:39	E	Alors, heu. ... On fait la parallèle.
4:46	M	A quoi, où ?
4:47	E	Heu, à...
4:49	M	Une parallèle, c'est une parallèle.
4:51	E	A EA qui passe par F.
4:58	M	Ouais, si tu veux. Moi j'l'aurais fait directement en haut, t'avais directement les bonnes distances. ... Mais bon, vas-y comme ça. Ouais, ouais, vas-y !
5:06	E	Bon heu. ... Ici on a huit. Ah, ouais.
5:11	M	**Ici on a huit. [[…]] Alors qu'est-ce tu peux dire si t'as vin…, t'as huit ici ?**
5:25	E	(inaudible) vingt-quatre ça.
5:27	M	T'as vingt-quatre là. Et puis tu peux dire que, quelque chose d'autre. ... **Qu'est-ce tu peux dire de FC prime ?** C'est C prime ça maintenant, ça c'est devenu C prime. ... Ça c'est devenu A prime.
5:39	E	Pis C prime ça fait, heu, ça fait huit moins heu, vingt-quatre moins huit ?
5:44	M	Ouais. Pis ça vaut combien ? [[...]]
5:54	E	Alors heu, seize.
5:56	M	Seize ici. [[...]]
6:01	E	Ouais, seize ?
6:03	M	Ben, vingt-huit moins quatre. Heu vingt-quatre moins huit, pardon.
6:04	E	J'ai cru que vingt-quatre c'était le C.
6:06	M	Ouais, d'accord. Alors maintenant qu'est-ce qu'on va faire ? ... Parce qu'tu vas chercher quoi maintenant ? Dis-moi, c'que tu cherches !
6:15	E	Ça.
6:15	M	Ce, c'est quoi ça ?
6:17	E	Heu A prime B.
6:18	M	A prime B, ouais.
6:20	E	Pis heu, alors heu.
6:22	M	Alors je t'écoute.

6:32	E	E, non. FC prime.
6:37	M	Mmmm, sur.
6:39	E	Sur, FA prime.
6:41	M	D'accord. Dans la bonne direction, la direction de la droite bleue, hein.
6:46	E	Ouais.
6:46	M	Tu dois aller dans la direction de la droite bleue.
6:50	E	Sssss, heu C prime D.
6:56	M	Oui, tu connais la longueur de C prime D ?
7:02	E	Ouais. C prime D ça donne, heu, quatorze moins huit. Six.
7:06	M	Six d'accord. Ouais tu la connais. Ah c'est j'voulais savoir, si tu la connaissais.
7:09	E	Heu, A prime D. A prime B.
7:13	M	Est-ce que quelqu'un peut me prop… ?
7:14	En	[intervient immédiatement] (inaudible) le contraire !
7:15	M	Pourquoi tu me dis qu'on peut faire le contraire ?
7:17	E	C'est plus facile de multiplier que de diviser.
7:19	M	Ouais l'inconnue, elle est où ? L'inconnue, elle est là.
7:22	En	Mmmm.
7:22	M	Alors faut pas la mettre dessous. ... Mais on va comme ça. T'as voulu la mettre dessous maintenant t'assumes jusqu'au bout !
7:28	E	Ah, ah.
7:28	M	Ah, ah. Il faut aller jusqu'au bout maintenant ! t'assumes ! ... Si on la met dessus, ça nous évite une opération. C'est ça l'idée.
7:34	E	Seize sur ... vingt-quatre.
7:41	M	D'accord.
7:45	E	Égale six sur A prime B [écrit sur le tableau $\frac{16}{24}=\frac{6}{A'B}$]
7:49	M	D'accord. Alors maintenant tu m'fais un p'tit peu de ... une résolution d'équation, même si on est en géométrie, hein ?
7:56	E	Ça fait, heu, divisé par six, fois un ... sixième.
		[Ici, il y a un changement du type d'interaction. Le maître intervient pour corriger et diriger la résolution de l'équation avec une maïeutique plus dirigiste (peut-être parce qu'il ne s'agit plus de géométrie, mais de rappeler une matière en principe acquise ?)]
8:02	M	Hou, moi j'aurais pas fais ça moi. ... Qu'est-ce qui t'embête ? Qu'est-ce que tu cherches ?
8:06	E	Ça. A'B.
8:08	M	A prime B ?
8:08	E	Ouais A prime B.
8:10	M	Tu veux qu'il reste en bas ?
8:11	E	Heu, nan.
8:13	M	Tu veux qu'il aille où ?
8:13	E	En haut.
8:14	M	Pis si il va en haut, il va de quel côté ?
8:16	E	Heu, de ce côté.

8:17	M	Ouais. Alors, faudra garder le six de ce côté. Ou bien ?
8:21	E	Ouais.
8:21	M	Ouais. Alors tu vas faire fois…… ?
8:23	E	A prime B.
8:24	M	Tu vas faire fois A prime B. D'accord. Fais déjà ça ! Puis après on verra c'qui nous embête avec les nombres.
8:28	E	Seize fois A prime B sur vingt-quatre égale à six. $\frac{16A'B}{24} = 6$
8:36	M	Qu'est-ce qui t'embête maintenant ?
8:37	E	Ces deux [le 16 et le 24].
8:38	M	Ouais, comment est-ce qu'on enlève le seize, comment est-ce qu'on enlève le vingt-quatre ?
8:41	E	Heu, on simplifie. [Etc. jusqu'à la solution]

(Voir l'extrait vidéo SW 261 sur le DVD)

La leçon SW 262 est un autre des (rares) exemples de leçons directives qui paraissent très performantes et bien adaptées à son public. Dans cette classe vaudoise, comme en Asie, les élèves se lèvent et s'asseyent encore au commandement du maître en début de leçon. Le silence est à peu près total pendant le cours. La leçon, combinant situations frontales – par classe entière – et travail individuel, paraît d'abord tout à fait transmissive. L'enseignant avance rapidement, explique, valide immédiatement les réponses des élèves et développe souvent celles-ci à leur place. Les explications sont souvent proches du monologue (par exemple, de la 20^e^ à la 25^e^ minute, il n'y a que dix interventions, monosyllabiques, des élèves). Le maître dirige toute l'activité (même la couleur des feutres avec lesquelles les élèves sont censés souligner certaines explications dans leurs cahiers est indiquée !) y compris les interactions.

Cela dit, une activité propre des élèves est attendue et semble bien être au rendez-vous. Par exemple, l'enseignant ne donne que les réponses pour la plus grande partie des devoirs à domicile, réservant la correction au tableau pour deux cas plus particuliers. Pour les exercices graphiques, il fait circuler un papier calque avec la solution, pour que chacun vérifie ses solutions. Des études surveillées sont prévues pour les élèves qui ont besoin d'aide avec leurs devoirs (et qui pourrait être effectivement nécessaire pour les moins forts, à juger par le rythme des explications).

De fait, les réponses généralement pertinentes des élèves, ainsi qu'un certain nombre d'interventions spontanées, montrent qu'une partie au moins des élèves suivent activement le discours du maître. Un élève cherche même à devancer les explications d'un des cas particuliers (à 05:09), un autre offre une explication alternative (à 07:33), un troisième résiste à une réponse du maître qui lui paraît fausse (voir à 10:30 de la transcription intégrale sur le DVD ou à 0:58 sur la transcription de l'extrait ci-dessous.)

A y regarder de plus près, cette participation des élèves ne s'explique pas uniquement par un respect de "bons élèves" pour l'enseignant, ni par le respect que lui il manifeste par rapport à leurs erreurs et difficultés ("Je ne suis pas sûr que ce soit juste.") En effet, malgré la forme générale d'aspect traditionnel, le détail des interactions révèle des routines du maître qui visent à stimuler la réflexion propre des élèves, de ne pas imposer sans autre son point de vue et de prendre (un peu) de temps pour encourager les élèves à dépasser le niveau procédural et saisir le sens des calculs.

Ainsi, pour résoudre les équations, le maître propose systématiquement l'heuristique de l'image des "plateaux d'une balance" dont il s'agit de préserver l'équilibre, mais pour éviter de tomber dans une procédure mécanique, il demande aux élèves d'écrire l'étape intermédiaire de résolution, puis de formuler verbalement les opérations qu'elle indique, une heuristique permettant d'en saisir le sens. Surtout, dans ses interactions avec les élèves, il évite de mener les échanges maïeutiques jusqu'à leur terme, se contentant de "dépanner" l'élève et de lui fournir une heuristique qui permet de faire le prochain pas du raisonnement. Enfin, y compris lors du travail sur un cas de type nouveau, l'enseignant donne une opportunité aux élèves de le résoudre seuls, même s'il intervient immédiatement pour les remettre sur la piste en cas d'erreur.

Cette façon de faire est illustrée par la résolution en classe entière d'une équation (1 – 8x = 1 – 5x) dont le résultat est x = 0. Il s'agit ici, pour l'enseignant de distinguer ce cas des équations impossibles, sans solution, autre cas particulier qui vient d'être traité. Il propose ainsi le problème : "Il y en a un autre qui est particulier. Enfin pas vraiment particulier, mais il y a peut-être quelque chose à comprendre. C'est le *l*. Je ne vous avais pas demandé de le faire. Tâchez de trouver un petit coin dans votre cahier, là à la suite. On fait le *l* ! On le fait ensemble. J'écris l'énoncé : un moins huit x égale un moins cinq x, et puis, je vous laisse quelques secondes pour faire cet exercice. On corrige tout de suite."

A noter que, avant toute explication, les élèves travaillent individuellement sur ce cas nouveau. Le maître fait le tour de la classe. A relever aussi que, comme dans la classe japonaise (cf. infra), les élèves ne l'appellent pas à l'aide. C'est lui qui choisit d'intervenir en observant leur travail. Il aborde finalement un premier élève :

(Voir l'extrait vidéo SW 262-A sur le DVD, qui débute sur la transcription intégrale à 9:32)

0:00	M	Alors maintenant, je ne suis pas sûr que ce soit juste. Tu réfléchis bien, justement ! **Si tu parles** à propos de ce qui est écrit ici *[l'élève en est certainement à l'étape intermédiaire, –3x = 0]* Un nombre que tu dois… ?
0:09	E	Multiplier.
0:11	M	Ouais, continue !
0:12	E	Euh. qui…
0:13	M	Pour trouver...
0:14	E	Pour trouver (inaudible)
0:15	M	Bon ! Alors tu réfléchis à un nombre, tu essayes de trouver un nombre, qui multiplié par trois donne zéro.
0:20	E	Bin, zéro.
0:21	M	Parfait ! Bon, mais c'est pas la même chose. D'accord ?
0:25	E	Hum. [M quitte l'élève sans plus insister sur le fait que le résultat zéro ne signifie pas que l'équation est impossible.]
0:28	M	*[A la cantonade]* Les situations les plus délicates sont souvent celles qui concernent le nombre zéro.
		[A élève 2] : Le x c'est pas juste non plus. Essaie voir ! **Tu devrais écrire une étape intermédiaire pour te convaincre que c'est pas juste**. *[quitte élève 2]*
0:40	M	*[A la cantonade]* Écrivez une étape intermédiaire ! Procédez comme d'habitude ! Vous décidez, par exemple, que les termes en x sont dans un des plateaux de la balance, les nombres dans l'autre plateau, et puis vous regardez ce que ça donne.
0:51	E3	*[spontanément, en levant la main]* Mais je dirais que ça se voit tout de suite que c'est pas possible !
0:54	M	Tu te trompes, c'est possible. [*quitte élève 3*]
0:57	E4	Moi, j'ai trouvé.
0:58	E3	*[en aparté]* Mais c'est pas possible !
0:59	M	[valide le résultat d'Élève 4] Ouais, ça c'est juste, absolument. *[A la cantonade]* Mettez, mettez vraiment les termes en x sur l'un des plateaux de la balance, et puis les nombres dans l'autre plateau ! Et puis vous verrez. Et puis ça, j'attends que vous le fassiez, et puis après on discute de la situation que l'on obtient. *[Aborde Élève 5]* Romy, on a quelque chose d'intéressant. Voilà, maintenant, c'est à partir de là que l'on va discuter. Absolument. Alors maintenant, tu dois trouver **une valeur de x qui… et je te laisse continuer la phrase..**.

1:33 E5 …égale zéro.

1:36 M Oui, qui… ? Virgule.. *? [le maître indique ainsi qu'il y une chose à dire avant "zéro"]*

1:38 E5 Ah, euh. C'est divisé.

1:41 M Non, non.

1:43 E5 Multiplié.

1:44 M Qui multiplié par…

1:47 E5 ... trois – moins trois ! – égale zéro.

1:47 M Voilà. Alors maintenant tu réfléchis à un nombre qui multiplié par moins trois donne zéro. Et qui cherche... ? Qui cherche... ?

1:56 E5 ...une solution.

1:58 M ...trouve.

1:58 E5 ...trouve *[l'enseignant quitte Élève 5]*.

2:01 M Dirk, t'as trouvé quelque chose ? Ouais, parfait. *[valide résultat d'Élève 6]*

*[Au tableau, raisonne avec la classe entière :]***Vous avez mis votre, votre terme x dans le plateau de gauche, les nombres à droite. Vous devriez tomber sur cette égalité là, moins trois x égale zéro.** ça, c'est le premier point. Vérifiez bien que vous avez moins trois x égale zéro. ***[Donne un indice pour la solution :]*** **Rappel : moins trois x, c'est moins trois fois x.** Alors maintenant, **qu'est-ce qu'on dit ?** Je vous **écoute**. Il s'agit de trouver un nombre qui… *[montrant du doigt –3x = 0 sur le tableau]* ?

2:37 EE ...multiplié par moins trois égale zéro.

2:40 M D'accord ? Un nombre qui multiplié par moins trois donne zéro**, et ça, *[deuxième indice]* c'est tout à fait possible**. Quel est le nombre qui multiplié par moins trois donne zéro ?

2:45 EE Zéro.

2:46 M *[maître valide]* Réponse, zéro. Repérée ? Vue ?

(Voir l'extrait vidéo SW 262-A sur le DVD)

Plus tard, pendant le travail en tête-à-tête, il revient sur son heuristique de "parler" pour retrouver le sens des équations :

0:00 M Hmm...Bon, on y est presque. A partir de cette écriture-là *[x – 1 = 0]*, si jamais, tu devrais quand même devoir trouver la réponse, mais si tu veux faire encore une opération pour la trouver, tu peux. Tu ne vois pas, là ? Ben, écoute ! **Réfléchis ! Parle ! dis une phrase maintenant !** Tu dis : "Je dois trouver un nombre auquel…"

0:17 E J'enlève moins un.

0:19 M Ouais, j'enlève un..

0:22 E Et qui fait zéro.

0:23 M D'accord, bin essaye de trouver un nombre auquel tu enlèves un, pour obtenir zéro !

0:28 E Un ?

0:28 M Bin voilà, ça y est. T'as trouvé.

0:32 M **T'essayes de t'exprimer, d'accord ? Ça *[montre l'équation]* ne doit pas être un corps étranger ! Ça correspond à une phrase.** T**'essayes chaque fois de prononcer ta phrase**, tu vas trouver.

[Ayant fait ainsi résoudre l'équation en réfléchissant à son sens, il enchaine en proposant à l'élève d'arriver une deuxième fois à la solution, cette fois-ci par la voie de la procédure, de l'opération "mécanique" :]

0:34 "Si jamais, tu pourrais passer facilement de cette égalité *[montre x–1 = 0]* à celle-ci *[x = 1]*, en effectuant quelle opération ?

0:47 E Heu... [silence assez long] Plus un ?

0:54 M Parfait. Voilà... Ok ?

(Voir l'extrait vidéo SW 262-B sur le DVD)

L'enseignant propose ici plusieurs sortes d'heuristiques que nous retrouverons plus loin : d'abord, de réfléchir au sens en s'appuyant sur la parole permet d'appuyer deux modes de traitement et de représentation du problème (la procédure/équation et le sens des paroles) l'un sur l'autre. De plus, traiter l'équation – "corps étranger" – comme une phrase – outil conceptuel familier – permet d'appuyer un mode de représentation du problème sur un si connu que le résultat paraît évident. Enfin, raisonner "à rebours" – à partir d'une réponse déjà connue – pour retrouver la procédure, encore peu consolidée, est une heuristique auquel les personnes recourent souvent spontanément dans leurs stratégies de mathématiques "personnelles".

Ce maître propose encore d'autres heuristiques : pour aider les élèves de se convaincre de la justesse de la procédure de résolution il suggère une vérification par substitution de la réponse dans l'équation (à 34:08 et à 00:37:20) ou de réfléchir à des étapes intermédiaires (à 10:01 "Essaye voir ! Tu devrais écrire une étape intermédiaire, pour te convaincre que ce n'est pas juste.") De même, de faire travailler la résolution des équations par calcul et par voie graphique dans la même leçon fait aussi appel implicitement au procédé heuristique mentionné ci-dessus (appuyer deux modes de représentation d'un problème l'un sur l'autre), et qui reflète sûrement le même souci de faire réfléchir au *sens* des procédures.

Par contre, pour corriger rapidement les exercices graphiques faits à la maison le maître se contente "d'aller à la pêche" des bonnes réponses, qu'il développe lui-même en rappelant les définitions et procédures, peut-être parce que ceux-ci poseraient moins de problèmes à ses yeux.

Au final, notre exemple est-il vraiment si directif et transmissif que ça ? Beaucoup moins en tout cas que celui de Hong Kong ! En fait, sur plusieurs aspects de la gestion des interactions, comme par le fait de laisser d'abord travailler les élèves sans explications à propos d'un cas un peu nouveau, il peut être considéré comme se rapprochant des leçons dévolutives. Au-delà des étiquettes, le plus important est de constater que les petits espaces d'autonomie relativement discrets que ce maître laisse sont suffisants pour mettre en activité *ces élèves-là*. Ils "suivent" les apprentissages proposés. Ça fonctionne ! La méthode semble en phase avec la classe d'élèves en question.

B. Limites de la gestion directive : quand ça ne "suit" plus

Mais que se passe-t-il avec des élèves moins motivés ? Avec des élèves plus passifs, *le même* procédé de division du travail "topogénétique", qui fonctionne dans la classe de Hong Kong peut "animer" la classe de façon très illusoire, les élèves fournissant plus ou moins docilement les calculs qu'on leur demande, mais sans essayer de prendre en charge – et encore moins de comprendre – la procédure dans son ensemble et la nouveauté visée, qui restent gérées par l'enseignant. 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 focalisé sur (et encore moins compris) les aspects nouveaux du problème – fournissant les arbres sans voir la forêt.

Ainsi, comme on le verra par la suite, les réactions très différentes d'élèves de différents pays et classes à des leçons directives suggèrent qu'elles peuvent entrainer enseignants et enseignement dans une dérive appauvrissant, particulièrement pour les élèves moins motivés ou moins bien scolarisés. Dans ces classes, l'approche directive tendrait à avoir un effet très différent qu'à Hong Kong ou dans les leçons SW 261 et SW 262 ci-dessus : les élèves ne cherchent pas à reconstituer eux-mêmes le raisonnement et le sens, de sorte que même la simple rétention des procédures de résolution pose rapidement problème. Cependant, plutôt que de revenir alors au sens et de s'y appuyer, les enseignants ont au contraire souvent tendance de donner encore plus d'importance aux procédures et au drill, en pensant que a) ce sont "les bases" qui font défaut et b) que pour ce type d’élève moins capable et motivé il faut se contenter du "minimum", c’est-à-dire de driller les procédures de résolution. Les enseignants, sans forcément s’en rendre compte, ne se réfèrent plus que rarement au sens et aux concepts, qui sont bien présents dans les exemples de leçons de Hong Kong ou de Suisse ci-dessus, et se résignent à un enseignement plus superficiel, qui est en réalité bien *plus difficile* à comprendre et donc à retenir ou reconstituer, puisque le sens est négligé.

C’est ainsi qu’on a constaté qu’aux États-Unis (qui accuse un retard énorme sur la plupart des autres pays développés dans les épreuves internationales de mathématiques), les problèmes sont presque toujours posés – et encore plus souvent résolus – en termes procéduraux, évacuant le sens et la compréhension au profit de la recette procédurale et du par cœur. De même, on essaie peu de réveiller la curiosité intellectuelle des élèves, les enseignants recourant surtout à des raisons utilitaires (références à l’utilité professionnelle ou à des exemples de la vie quotidienne) pour motiver les élèves. Parallèlement, l’importance accordée à la révision et le nombre d’exercices augmentent, au détriment de l’introduction et de la discussion de nouveaux contenus (voir ci-dessous et Ferris, 2004).

Par exemple, toute la leçon US 021 des États-Unis est gérée avec une division du travail formellement similaire à la leçon de Hong Kong. Que ce soit pour répondre aux difficultés rencontrées dans le travail à domicile ou dans les exercices effectués par la suite, c’est le discours de l’enseignant qui annonce et commente les procédures de résolution. Il ne sollicite jamais un raisonnement des élèves et ne leur demande pas plus que des réponses à des calculs partiels élémentaires ou – exceptionnellement – à fournir un élément partiel de la procédure à suivre. Ainsi, les interventions des élèves se limitent généralement à proposer un nombre ou un mot :

		Anglais	Français
0:15	M	Four times X squared minus three X plus one minus two times X squared plus five X plus three. This is real similar to what you’re going to see on the quiz. Because this combines two of the topics. First, let’s distribute. Four times everything inside. Correct ? Four times X squared will give you ?	Quatre fois X moins 3x plus un moins deux fois x au carré plus 5x plus 3.Ça c’est très semblable à ce que vous aurez à l’épreuve. Parce que cela combine deux des sujets. D’abord, distribuons. Quatre fois tout ce qui est dedans. Correct ? Quatre fois x au carré, ça vous donne… ?
0:43	En	*Four X squared.*	*Quatre x au carré.*
0:47	M	Plus, if it’s a negative ? Four times three X.	Plus, si c’est un moins ? Quatre fois trois X…
0:51	E	*Twelve.*	*12*
0:53	M	Four times a negative three X ?	Quatre fois moins 3x ?
0:55	E	*Negative twelve.*	*-12x*
0:56	M	Good. Plus four times one.	Bien. Plus quatre fois un.
1:00	E	*Four.*	*4*
1:01	M	Four. That’s the first set of parentheses. The second set, remember what I said about subtraction signs, what do I want you to do with these ? Make them addition, make it a negative. So we distribute this through the whole thing. Negative two times X squared.	4. Voila pour la première paire de parenthèses. La deuxième paire, rappelez-vous ce que j’ai dit sur les signes de soustraction ! Qu’est-ce que je veux que vous fassiez avec eux ? En faire un addition, en faire un moins. Alors on distribue ça à travers toute la chose. Moins deux fois x au carré…
1:18	E	*Negative two X.*	*-2x*
1:21	M	Plus negative two times five X.	Plus moins deux fois cinq x
1:23	E	*Negative ten.*	*-10*
1:27	M	Plus negative two times three.	Plus moins deux fois trois

1:27	E	*Negative six.*	*-6*
1:31	M	Now where – this is from section what, ten three ? Go back to ten two. How can we add and subtract polynomials ?	Alors où – ça c'est de quelle section, 10-3 ? Retournez à la 10-2 ! Comment pouvons-nous additionner et soustraire des polynômes ?
1:40	E	*(Find the like terms).*	*(Trouvez les mêmes termes)*
1:41	M	You must have like terms with ... ?	Il faut trouvez les mêmes termes avec… ?
1:44	E	*Same variable.*	*La même variable*
1:45	M	Well same variable, but same… also ?	Eh bien la même variable, mais aussi… ?
1:49	E	*Exponent.*	*Puissance*
1:50	M	Exponent. So I have four X squared, negative two X squared.	Puissance. Donc, j'ai quatre x au carré, moins 2x au carré.
1:55	E	*Two X squared.*	*2x au carré.*
1:56	M	Good, add their coefficients, two X squared. Negative twelve X plus negative ten X.	Bien. Additionner leurs coefficients, deux x au carré. Moins 12x plus moins 10x.
2:03	E	*Negative twenty-two X.*	*-22x*
2:07	M	Plus four plus negative six.	Plus quatre plus moins six.
2:13	E	*Negative two.*	*– 2.*
2:15	M	And that's your answer.	Et voila votre réponse.

Même par rapport à ces questions excessivement simples, certaines réponses laissent pourtant penser que les élèves auront de la peine à reproduire les solutions de manière autonome, car ils appliquent manifestement des procédures (fausses en l'occurrence) plutôt que des raisonnements. Cependant, ces erreurs ne sont pas prises comme un signal qu'il faut revenir au sens.

Par exemple, quand un élève prétend que 8/8 = 0, l'enseignant se contente de donner la bonne réponse :

3:56	M	Good. And then forty and eight, how can we simplify that fraction ?	Bien. Et puis quarante et huit, comment peut-on simplifier cette fraction ?
4:00	E	*Five, or divide – or divide by eight.*	*Cinq, ou diviser – ou diviser par huit.*
4:05	M	Divide by eight, divide by eight, forty becomes a - ?	Diviser par huit, diviser par huit, quarante devient… ?
4:11	E	*Five.*	*5*
4:11	M	Five***. Eight becomes a – ?***	5. **Huit devient… ?**
4:13	E	***Zero.***	***Zero.***
4:14	M	Well **not zero, eight divided by eight is one**. What's five over one equal to ?	Eh bien pas zéro, huit divisé par huit fait un. Et cinq sur un égale… ?

De même, quand les élèves multiplient des puissances au lieu de les additionner, l'enseignant ne leur rappelle pas le sens d'une puissance, mais se contente de leur rappeler la recette du calcul (exactement comme un des enseignants romands, cf. ci-dessous). Et comme la majorité des enseignants suisses qui privilégient le transmissif, celui-ci ne profite nullement de la situation du travail à deux pour utiliser une autre forme d'interaction et encourager plus de réflexion chez ses élèves. Dans l'interaction suivante, en phase de travail individuel, il ne demandera finalement à l'élève que de répondre à la question "Un plus quoi est égal à trois ?" Une question un peu élémentaire en 8^{e} ! :

		Anglais	Français
0:00	M	Six. And Y times what equals Y to the third ?	Six. Et Y fois quoi est égal à Y à la puissance trois ?
0:00	E	(inaudible) .	(inaudible) .
0:05	M	Y to the – anyway you add their – **add your exponents.**	Y à la – de toute façon tu additionnes leur – **additionne tes puissances** !
0:10	E	***Add them ?***	***Les additionner ?***
0:11	M	Yeah, remember "power to a power" ?	Ouais, rappelles-toi ! "puissance à une puissance" ?
0:14	En	(inaudible) ?	(inaudible) .
0:11	M	**One plus what equals three ?**	**Un plus quoi est égal à trois ?**
0:18	E	*Two.*	*2*
0:19	M	So it has to be, okay, Y to the second power.	Donc, ça doit être, ok, Y à la puissance deux.

Et de nouveau quelques instants plus tard [avec un autre élève] :

1:04	En	I have a question. How do you do that with K (inaudible) ?	J'ai une question. Comment on fait ça avec K (inaudible) ?
1:08	M	**Okay, what is K to the fourth times K to the second ?**	**Ok, combien fait K à la puissance 4 fois K à la puissance 2 ?**
1:13	E	***Eight, K*** (inaudible) ***it would be eight K to the eighth***.	***Huit K*** (inaudible). ***Ça ferait huit K à la puissance huit.***
1:16	M	**Uh, be careful, you don't multiply the exponents.**	**Eh, attention ! Tu ne multiplies pas les puissances.**
1:19	E	*Oh, you add them.*	*Oh, on les additionne.*
1:20	M	**Right.//**	**Juste.**

A la limite, le rôle des élèves dans l'interaction se réduit à fournir les mots manquants dans un "discours à trous" conduit par l'enseignant. Celui-ci, donnant la priorité absolue au maintien du rythme, à faire "avancer" la leçon ("l'élan" cher aux enseignants américains étudiés par Kounin (op. cit.) "anime" la classe, un peu comme le bonimenteur d'un quiz show, avec un savant mélange : d'une part des questions pas trop difficiles, auxquelles les élèves (au moins les bons) peuvent répondre sans trop d'efforts, d'autre part une logique d'ensemble imposée, plus ou moins invisible pour les élèves. Ceux-ci, emportés par le flot de paroles, se laissent faire, se taisent et répondent à des questions du type "2 + 3 = ?" quand il faut. Superficiellement, "tout baigne". Il n'y pas de problèmes de comportement ou de "participation". Les élèves font ce qu'on leur demande. Mais on ne leur demande pas grand-chose ! Ils paraissent assister à la leçon un peu comme ils regarderaient une émission un peu ennuyeuse à la TV. Pendant ce temps, l'enseignant résout (à peu près seul) 57 problèmes en 45 minutes. Et les élèves apprennent sans doute un peu quand même, tant l'esprit humain reste actif et intelligent, même dans les situations les moins propices ! Ici nous sommes, comme déjà relevé, dans la caricature du partage topogénétique. Malgré les apparences, le contrat didactique n'est plus du tout le même que dans les leçons de Hong Kong ou dans la leçon suisse SW 262. L'enseignant se charge de fournir toute l'organisation de l'activité, les éventuelles réflexions et de poser le cadre de chaque problème (formulation, rappel de l'algorithme de résolution qui s'y applique). L'élève n'a qu'à exécuter les procédures parcellaires dictées. Souvent, on ne lui demande même pas de se souvenir de celles-ci, l'enseignant se chargeant aussi de les rappeler au fur et à mesure.

On retrouve dans beaucoup de nos leçons suisses ces dérives de l'approche directive, entre autres le contrôle excessif de l'interaction et la centration sur les procédures à l'exclusion du raisonnement. Les élèves de la leçon SW 1[18] sont parfaitement disciplinés et travailleurs, mais leur contrat didactique semble être d'appliquer des procédures et de donner des réponses justes, plutôt que de suivre le raisonnement du maître. Alors qu'avec les élèves de bon niveau de la leçon SW 261 on a pu constater des moments où l'initiative intellectuelle était laissée aux élèves et des moments de maïeutique contraignante, avec des élèves ayant plus de difficultés, une approche se voulant tout à fait similaire a dérivé vers des interactions uniquement du deuxième type.

Un peu comme dans la leçon américaine, le partage topogénétique du travail ne laisse aux élèves que les calculs les plus simples, alors que le maître se charge de ce qui fait vraiment problème : dans l'extrait suivant, la soustraction de deux nombres négatifs, par exemple.

(Les temps ci-dessous sont ceux de la transcription intégrale SW 1 sur le DVD)

[$-5x = 2x + 21$]

37:47	M	Bin justement je viens, c'est faux ça.(…) *[Réclame l'attention de la classe entière.]* On regarde vite rapidement le F. Alors le F c'est cinq X, heu… moins cinq X est égal à deux X plus vingt et un. C'est juste ?
38:03	EE	Ouais.
38:04	M	Ok, alors de nouveau ici, *raisonnement [sic !]*, j'ai déjà à gauche que des X...Donc je vais passer, je vais éliminer à droite les X. Comment j'élimine 2X ?
38:15	EE	Moins deux X.
38:16	M	Je fais moins deux X. Qu'est-ce qu'il me donne ? [répond lui-même] *Il me donne moins sept X est égal à vingt et un.* Qu'est-ce qui me dérange maintenant ?
38:24	En	Le moins sept.
38:25	M	C'est le moins sept, il est en multiplication... Il est en multiplication. *Donc fois moins un... ?*
38:33	EE	...septième.
38:33	M	Septième... Ce qui nous donne un X qui est égal à... ?
38:37	En	...moins trois.
38:38	M	Moins trois, simplement.

Il n'y a aucune référence au début de la leçon au sens des calculs qui vont suivre, ou à un raisonnement allant au-delà des soustractions et additions simples. Tout est formulé en termes de procédures auxquelles il faut *obéir* : *"on doit"* faire telle ou telle manipulation. "On est en train d'apprendre qu'est-*ce qu'il faut faire…"* "On est d'accord que sur une équation, *on doit* mettre une petite barre verticale, et puis *on doit* faire quoi ?" De même, le théorème d'équivalence est rappelé d'abord comme "qu'*on doit* additionner une expression", puis comme " *je peux* ajouter ou soustraire un nombre"[19]. Quand l'enseignant parle ainsi, il pense sans doute à des nécessités mathématiques, logiques, mais il est probable que ces élèves-là n'entendent que des ordres arbitraires à respecter.

Le but de l'exercice est annoncé comme "mettre d'un côté les X, de l'autre côté ce qui n'a pas de X…" (l'enseignant commente ce passage en disant qu'il a rappelé ainsi que le but est de "isoler l'inconnue"), mais il est douteux que sa manière de le formuler ait rappelé aux élèves que le but est de *savoir la valeur* de x. D'où sans doute la question d'une élève (à 11.18, mais elle n'est pas la seule à la poser), qui demande si la réponse peut être juste si le *x* finit à droite ! D'ailleurs, même face à cette question, l'enseignant ne pense pas nécessaire de parler du fait qu'on cherche la *valeur* de *x* (que celui-ci se retrouve à gauche ou à droite étant donc sans importance). De façon générale, dans cette leçon, il ne parle qu'en termes de procédures à effectuer, pensant sans doute simplifier ainsi la tâche, sans voir que les élèves ont perdu de vue le sens de leurs calculs. La question de l'élève concernant le *x* à droite,

[18] Cette leçon ne fait pas partie du corpus TIMSS-vidéo.
[19] Voir transcription SW 1 sur le DVD.

comme les applications apparemment aveugles des procédures, rappellent les élèves évoqués par Bonnery, qui "*mettent en œuvre des logiques de conformation : ils essaient de 'faire' sans soupçonner qu'au travers de la tâche ils sont censés apprendre, comprendre…*". "Le malentendu est réciproque : le professeur croit, parce que l'élève travaille, que celui-ci s'engage dans l'activité intellectuelle pertinente" (Bonnery, 2002).

Par ailleurs, bien qu'il s'agit d'une correction de devoirs et de révision, l'enseignant ne laisse pas les élèves expliquer leur démarche, entrecoupant chaque élément partiel amené par l'élève par une validation ou par une question cadrant et indiquant la suite de la démarche – y compris quand le problème a déjà été fait par l'élève à la maison (voir par exemple la résolution du problème à 05.24). On remarquera, comme c'est souvent le cas, que cette attitude contrôlante est tout aussi marquée pendant le travail individuel avec les élèves, situation qui permettrait pourtant plus facilement de les laisser s'exprimer. De plus, plutôt que de se contenter de dépanner les élèves dans leur travail, cette fausse maïeutique, qui en fait dicte la solution à fur et à mesure, est pratiquement toujours poursuivie de façon exhaustive, jusqu'à la solution finale du problème. L'enseignant commente ces longues interventions en relevant l'importance de rassurer les élèves sur leur capacité de faire les exercices, mais est-ce bien l'effet obtenu, si l'élève en difficulté est de fait dessaisi de sa tâche, comme si on ne croyait plus qu'il en soit capable ?

On remarquera de plus dans les deux exemples ci-dessous, de travail individuel avec des élèves, que l'enseignant ne pousse pas l'élève à résoudre elle-même le problème comme un ensemble (en se tenant prêt à l'aider), mais au contraire le découpe en mini-tâches dont il coordonne lui-même la suite. Ce n'est donc pas du tout sûr que l'élève saura le faire seule par la suite. Comme il ne se réfère pas au sens des calculs (malgré l'appel du pied de l'élève, qui dit par deux fois qu'elle n'a pas *compris*), celle-ci ne pourra pas s'y appuyer si nécessaire pour reconstituer la procédure. On relève aussi que les élèves tâtonnent souvent apparemment au hasard, soit parce qu'ils n'ont vraiment pas compris le sens du théorème ou des procédures (comme l'élève qui propose de soustraire 17 de 17x…) , soit parce que la présence prolongée du maître leur fait perdre leurs moyens. En ce cas, plutôt que de les renvoyer à une réflexion plus sérieuse, le maître poursuit sa résolution uniquement procédurale des problèmes, au besoin en fournissant la réponse correcte lui-même, y compris dans ce cas où l'élève dit explicitement ne pas *comprendre* :

(Les temps ci-dessous sont ceux de la transcription intégrale SW 1 sur le DVD)

[2x – 7 = –19]

9:24	M	Oui ?
9:26	E	***Je n'ai pas bien compris***.
9:32	M	Mais t'as fait juste là !
9:33	E	Mais oui, *mais le A, c'était avec vous [rit]* !
9:35	M	Ah !... Alors ?
9:39	E	Et ben, ici le B.
9:41	M	Ouais, tu veux isoler, tu veux isoler quoi ?
9:46	E	Ben, je… *[s'interrompt et se redresse] Ouais**, mais j'ai pas compris***.
9:48	M	[Malgré cette demande insistante de *comprendre*, l'enseignant reste dans le mode procédural.] Mais tu veux isoler quoi, tu veux garder quoi ? Tu décides à gauche, tu mets des X. D'accord ? C'est ce que tu as décidé là. T'as essayé de faire ça. Qu'est-ce qui te dérange ? C'est celui-là, là *[le –7]*.
9:57	E	Ouais, donc je fais moins.
9:59	M	Non ! Comment tu m'enlève moins sept ?... Comment tu fais pour que moins sept devienne zéro ?
10:06	E	Ben, *je fais plus – plus huit ... heu ! plus sept !*

10:12	M	Tu fais plus sept, hum. Alors tu prends – alors fais plus sept ! Alors maintenant qu'est-ce qui se passe de ce côté-là ? Si tu fais plus sept – deux X moins sept plus sept – il restera bien les deux X.
10:22	E	*Deux X est égal à sept.*
10:24	M	*Et puis, non ! moins dix-neuf, quand il a plus sept, ça fait bien moins douze.*
10:28	E	Uhum !
10:29	M	C'est juste. T'as mal écrit les choses, mais t'as fait le calcul juste.
		[[…]]
		[Toujours avec la même élève, il fait le problème suivant : 4x + 5 = 20. L'élève elle continue de répondre un peu au hasard, n'ayant visiblement pas saisi le sens des opérations parcellaires qu'on lui dicte.]
10:43	M	Alors là, la même chose, tu décides, t'as des X qu'à gauche, qu'est ce qui te dérange ?
10:49	E	Le cinq ?
10:50	M	Le cinq. Donc… ?
10:51	E	Je fais plus moins cinq.
10:55	M	Tu fais moins cinq. T'écris des choses fausses mais tu fais le calcul juste. Tu fais moins cinq donc. Tu trouves bien le quatre X ici, puis tu trouves vingt moins cinq, ça fait bien… ?
11:03	E	Quinze.
11:03	M	Quinze. *Et puis tu dois diviser* par … // Non *! tu dois diviser – y'a pas quinze qui se doit… Tu dois diviser simplement par…* ?
11:06	E	//*sept.*
11:10	E	*Vingt ?*
11:11	M	Par… ?
11:11	E	Par quart.
11:12	M	Par quart, donc faut un quart. *Faut que tu trouves quinze quart comme solution.*

En contraste avec ces fausses maïeutiques longues et directives concernant la mécanique des procédures, on passe comme chat sur braise – et sans explication – sur ce que les théorèmes d'équivalence *ne* permettent *pas* de faire. On n'en parle que deux fois, rapidement :

> (7:22) "Ce que *je ne vais pas pouvoir faire*, on verra dans les exercices suivants, c'est faire des fois et des plus en même temps. Mais par contre faire plus, si j'additionne, au lieu d'additionner des monômes, si j'additionne des polynômes, c'est la même chose. Puisque j'additionne plusieurs monômes. D'accord ?"

Et à 11:55 :

> "Tu ne *peux pas faire* les deux choses en même temps ! Tu peux pas faire – alors des fois – tu peux pas faire fois un tiers puis moins douze ! En premier tu dois isoler – en premier – non – celui-là, *t'as pas le droit* de le faire !" *[prend le crayon de la main de l'élève et écrit]*

Est-ce que ces points plus délicats sont traités si vite et sur un mode si prescriptif justement, comme le souligne Crahay, parce qu'ils sont ceux qui posent le plus de problèmes à comprendre et expliquer ?[20]

---

[20] "Prolongeant le travail de J. Kounin, W. Doyle et G.A. Porter ont montré que des questions trop difficiles pouvaient induire des perturbations dans le climat de la classe. Une question exigeant de la part des élèves une analyse ou une synthèse nécessite inévitablement un temps de réflexion plus long qu'une question factuelle ; la réponse elle-même sera plus longue et plus complexe. Certains enfants peuvent s'embrouiller dans leur explication ; des condisciples sont tentés d'intervenir pour apporter leur contribution. La majorité des enseignants sont très sensibles à ce genre d'épisode dont J. Kounin dirait qu'il témoigne d'un mauvais 'momentum' (élan). Ils le vivent comme des moments critiques dans la vie de la classe – la réussite de l'activité en est l'enjeu – et cherchent à les éviter. Par ailleurs, les questions complexes ont des retombées sur l'ampleur de la tâche d'*overlapping* [capacité de conduire plusieurs activités à la fois] à assurer, car elles débouchent presque

Les raisonnements, le sens, qui manquent généralement dans cette leçon ont été en principe fournis lors de leçons précédentes (cette leçon est une révision. Aussi bien les théorèmes d'équivalence que les méthodes de résolution graphique et par tâtonnement ont déjà été présentées). Cependant, à juger par la difficulté persistante des élèves à appliquer correctement les procédures – pourtant très simples – mises en jeu, ils n'arrivent pas à les évoquer et les utiliser pour orienter et contrôler leur activité procédurale. D'ailleurs, l'enseignant semble s'en rendre compte parfois, car il intervient quelques fois différemment, montrant qu'il saurait aussi mener l'interaction de manière à stimuler un raisonnement sur le sens des procédures, bien que généralement il ne semble pas en voir la nécessité :

12:53	M	… puis maintenant, *quand quatre objets valent quinze francs, comment tu fais pour savoir le prix d'un objet* ?
13:02	E	Ben, je divise par euh !, quatre ?
13:04	M	Ouais, prends un quart quoi.
13:06	E	Ah ! ouais.

Ou :

14:58	M	Moins dix-neuf plus sept ?
15:00	E	Ouais, heu faut additionner ça... ouais bin vingt-six.
15:04	M	Tss-Tss !
15:05	E	Heu vingt-cinq.
15:06	M	tss-tss !
15:08	M	Moins dix-neuf plus sept ? *Il te manque dix-neuf objets on t'en redonne sept, il t'en manque combien ?*
15:15	E	Bin heu, douze.

Ou encore :

23:19	E	Mais ça fait combien quand on fait, moins treize moins cinq ?
23:21	En	Moins dix-huit.
23:22	M	Bin moins treize moins cinq, *il te manque treize objets on t'en demande encore cinq, il t'en manque dix-huit.*
23:26	En	Ha ouais.

L'enseignant propose aussi rapidement une ébauche de raisonnement à deux élèves pendant le travail individuel à propos d'une équation impossible ($17x + 2 = 17x – 2$) :

26:55	M	Alors ce n'est pas faux, c'est que cette équation-là, n'a pas de solution.
26:58	E	Ça nous semblait (inaudible)
26:59	M	*Est-ce qu'il y a des X qui vont te permettre de dire, quel que soit le X que tu prends, que t'auras deux égale à moins deux ?* Ça, y a quelque chose qui joue pas. Donc tu vas dire S égale à l'ensemble... ?
27:08	E	... vide.

En fin d'heure, en classe entière, il traite rapidement une autre équation impossible ($4x = 4x – 1$), d'abord par le calcul, puis par voie graphique. Mais lors du calcul, il ne reprend pas le raisonnement

immanquablement sur des réponses longues, complexes et différentes les unes des autres. Avant d'y réagir par des feedbacks de procédure, le maître doit 'stocker' toutes ces réponses, les analyser, les synthétiser et encore scruter du regard le comportement des élèves pour repérer ceux qui décrochent." (Crahay, 1989, p. 79.)

ci-dessus, insistant surtout sur sa résolution procédurale. Il termine seulement en disant "On trouve zéro X. Donc zéro est égal à moins un. Est-ce que c'est possible ça ?" :

38:59	M	La partie G, qu'est-ce qu'on a comme méchanceté ? On a quatre X est égal à quatre X //... moins un. Alors comment est-ce qu'on va voir qu'il…
39:06	EE	// Il est pas possible !
39:11	M	Est impossible. Valentine ?
39:13	En	Parce que il faudrait une place, par exemple quatre X est égal à trois X moins un, sinon on peut pas les enlever les X. On ne peut pas en enlever un. *[cette conception curieuse de "place" serait à creuser ! On dirait que puisque le but est de finir en écrivant un X à gauche, X ne doit pas disparaître (perdre sa place ?) en devenant égale à zéro.]*
39:22	M	Essayons de l'enlever, essayons d'être aussi méthodique qu'on a été avant pis voyons ce qui se passe. Voyons où est-ce qu'on trouve, alors.
39:30	En	(fois quatre X)
39:32	M	Vous êtes d'accord que ce quatre X il vous dérange ici.
39:34	EE	Ouais.
39:35	En	On fait moins quatre X.
39:35	M	Alors on fait moins quatre X.
39:36	E	Alors ça fait (zéro égale zéro).
39:38	M	On trouve zéro X, *donc zéro est égal à moins un*. Est-ce que c'est possible ça ?
39:44	EE	Non !
39:44	M	Non. Donc quand vous arrivez dans un cas comme celui-ci...[Écrit le signe de l'ensemble vide sur le tableau].

L'enseignant traite aussi tout de suite le problème par voie graphique (à 39:49), ce qui normalement serait certainement une bonne manière de faire réfléchir au sens du calcul. Malheureusement, cette confrontation des deux modes de représentation, esquissée en moins de deux minutes en fin d'heure, est bien brève par rapport au temps passé à répéter la procédure de résolution par calcul sur un grand nombre de problèmes beaucoup plus simples, et intervient un peu tard. Cela est assez fréquent avec ce type d'interaction, d'une part parce qu'elle n'encourage pas les questions des élèves (ils n'en posent d'ailleurs aucune pendant cette leçon – à part l'élève qui répète vainement qu'elle n'a pas *compris* – se bornant à demander de l'aide pour trouver les réponses pendant le travail individuel), d'autre part parce que c'est le maître qui développe et justifie les calculs, y compris quand un élève est en train de répondre correctement à un problème. Ainsi, le rôle subordonné donné à l'expression des élèves ne fournit pas un feedback suffisamment clair à l'enseignant pour lui permettre d'adapter sa leçon au fur et à mesure.

Il est encore intéressant de comparer la façon de montrer la résolution par calcul de ce dernier problème avec celle de l'enseignant de la leçon SW 262, qui traite exactement le même. A noter que dans la leçon SW 262, l'enseignant avait laissé les élèves affronter cette nouveauté d'abord seuls, à la maison :

(Les temps ci-dessous sont ceux de la transcription intégrale SW 262 sur le DVD)

[$4x = 4x - 1$]

5:11	M	(…) Je fais le g au tableau. On n'avait pas encore rencontré cette situation là. Alors, quatre x égalent *[écrit progressivement la solution au tableau]* quatre x moins un. Rappel du principe, une balance, deux plateaux de la balance en équilibres. Qu'est-ce qu'on fait avec les deux plateaux, ici ? On essaye de viser les termes en x dans un des membres. Les nombres dans l'autre. Quelle manipulation proposez-vous avec les deux plateaux ? *Je vous écoute*, Rachel, vas-y.
5:59	En	(inaudible) moins quatre x.

6:01	M	Oui, mais quand tu dis "on enlève moins quatre x... "… on "enlève quatre x", ou bien tu dis "je fais moins quatre x". Ok, dans ce cas, qu'est-ce qui va te rester dans le plateau de gauche ?
6:10	E	(inaudible)
6:12	M	Mais justement, c'est là que ça m'intéresse.
6:14	EE	Zéro.
6:17	M	Alors réponse, deux possibilités, ou bien vous notez zéro, ou mieux, comme vous visiez les x dans le plateau de gauche, vous dites, des x il m'en reste zéro. *Et puis on pourrait noter comme ça, zéro x, zéro fois x.* Dans le plateau de droite ?
6:32	En	Moins un.
6:33	M	Moins un. On est d'accord là-dessus ? ***[écrit 0x = –1]*** Ça joue ? *Alors maintenant, la question à se poser est : "Quel est le nombre, qui multiplié par zéro, donne moins un ?"* Réponse ?
6:45	En	Y'a pas de réponse.
6:46	M	Impossible, hein ? Aucun. Alors, complétez peut-être, comme c'est le premier il me semble, de ce type-là *[écrit tout en parlant :]*. "Aucune valeur de x ne convient ; on dit que l'équation est impossible." Et puis la manière de rédiger la solution... ? *[il écrit : on note S = O barré].* Vous vous souvenez de la signification du O barré ? Ensemble vide, hein ?

Cet enseignant préfère donc noter, comme étape intermédiaire : 0x = –1, car ça lui permet de poser la question, toujours avec son heuristique de langage "parlé", qui fait réfléchir au *sens* de l'équation : *Quel est le nombre, qui multiplié par zéro, donne moins un ?* Il est amené à préciser cette préférence explicitement par la remarque spontanée d'un élève, qui propose une solution alternative (celle justement utilisée par l'enseignant de la leçon SW 1) :

7:33	En	Monsieur. Il y a même pas besoin de faire zéro x égale moins un. Parce que quand on enlève quatre x et quatre x, ça fait zéro égale moins un.
7:42	M	Tout à fait. Si on n'a pas mis le terme, si on n'a pas mis la lettre x qu'on a laissé dans le membre de gauche. Zéro égale moins un. On dit effectivement que zéro n'est jamais égal à moins un, et donc c'est typiquement une équation dite impossible. Ça c'est égal. ***On peut laisser le x pour essayer de mieux comprendre, pour ceux qui seraient éventuellement en difficulté dans cette situation particulière.***

On peut penser que la nuance entre les deux explications est minime, mais elle révèle *un souci constant de se référer au sens* des calculs qui fait peut-être la différence sur le long terme.

Perdre de vue le sens

Dans d'autres leçons, les enseignants, pris dans la routine d'une maïeutique purement procédurale, semblent aussi perdre de vue la nécessité de se référer au sens des calculs, au point de ne pas entendre, quand un élève en fait la demande.

La leçon SW 209 (classe de faible niveau) est menée uniquement sur un mode directif. L'enseignant ne semble compter que sur l'exécution/correction d'un grand nombre d'exercices (il s'agit de la huitième sur dix leçons consacrées – presque sans effet apparent ! – à l'application des quatre opérations aux fractions). Le maître se borne à corriger les erreurs et rappeler les procédures, sans une seule fois évoquer une logique qui leur serait sous-jacente ou des heuristiques qui permettraient aux élèves de les retrouver, alors que la multiplication de réponses aberrantes signale clairement que leur sens est pour le moins chancelant.

L'enseignant aborde un nouveau problème d'addition de fractions, dont la solution est esquissée ainsi sur le tableau :

$$\frac{4}{6}+\frac{1}{3}=\frac{?}{6}+\frac{?}{6}$$

15:27	M	Ici…[indique le premier numérateur à compléter]
15:35	En	Quatre !
15:37	M	Alors ici, quatre.
15:37	E	***[Étonnamment, l'élève revient sur sa réponse, malgré la validation du maître] Non, c'est pas quatre*.**
15:39	En	Ben oui, ça fait quatre.
15:39	M	Ben, oui ![sur le ton de l'évidence] Ça fait quatre [passant outre]. Et là, ça fait…
15:42	En	***[Élève insiste] Pourquoi quatre ?***
15:43	M	Ben ! puisqu'il y avait quatre, il reste quatre !
15:47	E	***Ah, ça garde la même chose ! ? Alors pourquoi l'autre, on l'a changé ?***
		[Malheureusement cette demande de sens, et qui révèle le non-sens profond pour l'élève des procédures prescrites, ne fait nullement dévier l'enseignant dans son "dialogue"]
15:48	M	[A un autre élève] J'aimerais que tu fasses attention, Elodie ! Et puis de trois à six, on multiplie par combien ?
15:54	En	Deux.
15:55	M	Deux, donc on va trouver... [fournit lui-même la réponse] deux. Et puis quatre plus deux, ça fait ?
16:02	EE	Six.
16:03	En	*Huit [sic !].*

[[…]]

L'enseignant passe ensuite au prochain problème, dont la réponse a déjà été inscrite au tableau par un élève, à côté d'une ébauche du calcul intermédiaire :

$$\frac{1}{2}-\frac{1}{4}=\frac{1}{4} \qquad \frac{}{4}-\frac{1}{4}=$$

16:09	M	Bon. Et la dernière, un demi moins un quart, on peut la faire de tête. La moitié d'une pomme moins un quart de pomme, y reste un quart de pomme, hein ? Il n'y a même pas besoin de poser... [il renonce donc à écrire le 2 des 2/4.]

Ce problème et le raisonnement que tient ici l'enseignant aurait pu servir d'heuristique permettant aux élèves de mieux comprendre le sens d'une soustraction de fractions. En partant d'un résultat qui est évident quand il est posé avec la logique déjà bien établie du raisonnement "parlé", ils pourraient reconstituer et éprouver la validité de la procédure permettant d'y arriver. Et donc commencer de la distinguer de celles de la multiplication ou de la division ! Mais, bizarrement, l'enseignant ne pense justement pas à faire le lien entre les deux manières de résoudre le problème ! Comme si procédure et raisonnement ne pouvaient jamais se rencontrer, en tout cas pour des élèves de "ce niveau". Restons simples !

A la place, les élèves se mettent au rituel (encore bien vivace dans certaines classes "faibles") de la copie des réponses correctes...

Autre exemple. La leçon SW 204 se déroule dans une classe prégymnasiale, pourtant on y découvre à peu près le même tableau, que ce soit en situation frontale ou pendant le travail individuel. L'enseignant emploie la même maïeutique directive et purement procédurale, alors que visiblement les élèves auraient besoin de faire moins de problèmes, mais en y réfléchissant. Il faudrait mettre en évidence le sens des procédures et fournir des heuristiques qui permettent de les retrouver. En effet, les trois premiers élèves interrogés sur leurs devoirs les emmêlent joyeusement. Le premier multiplie deux fractions "en diagonale", le deuxième inverse la première de deux fractions pour diviser, le troisième ne sait pas dans quel ordre procéder pour additionner et soustraire. Il s'agit pourtant d'une révision. La suite de la leçon est émaillée de confusions du même genre. Un élève pense que 15/15 = 0. Un autre semble réaliser pour la première fois qu'une fraction peut être considérée comme une division, mais cette découverte se fait plus en dépit de l'enseignant que grâce à lui.

L'enseignant ne profite nullement du travail individuel pour explorer ou stimuler le raisonnement des élèves ; au contraire, ici aussi il ignore un appel au sens :

14:21	En	***Depuis le début de l'année, je comprends pas.***
14:21	M	Quelqu'un d'autre ? Jeanne, qu'est-ce que tu comprends pas depuis le début de l'année ?
14:24	E	***Tout !***
14:26	M	***Chut***, allez !
14:26	En	T'as des bonnes notes !
14:27	M	Bon, pas de commentaires ! Alors, qu'est-ce qui ne va pas là ?
		[Problème : $\frac{2}{1}\times\frac{1}{3}\times\frac{3}{5}=$]
14:30	En	Heu, qu'est-ce qui ne va pas ? Hé bien, heu, il faudrait heu, il faudrait faire une diagonale (inaudible) ? [pour simplifier les 3].
14:38	M	On peut le faire en diagonale.
14:40	E	On peut le faire en diagonale ? Ouais, ***mais alors pourquoi pour l'autre vous m'avez dit qu'on pouvait pas ?***
14:43	M	Ouais, puisque c'est une multiplication. Parce que c'était une addition.
14:47	E	Ha, c'était une addition ?
14:48	M	Ouais.
14:49	E	Hein.
14:49	M	On a déjà dit, pour les soustractions, ***on peut*** simplifier le numérateur, dénominateur l'un sur l'autre, mais la multiplication, ***on peut*** faire en diagonale. Alors qu'est-ce que tu as vu comme simplification ? [Comme chez l'enseignant de la SW 1, la procédure est basée sur des permissions et des interdictions, pas sur son sens. L'application absurde qui suit n'est donc finalement pas étonnante]
14:59	E	Bin, ***entre 1 et 1 c'est 1.***
15:01	M	Le 1, bon ça de toute façon !
15:03	E	Donc heu, donc heu, heu on barre là, le 1.
		[persiste à vouloir barrer les deux 1 et les remplace par des… 1 !]
		$\frac{2}{1}\times\frac{1}{3}\times\frac{3}{5}=$
		$\frac{2}{\cancel{1}1}\times\frac{\cancel{1}1}{3}\times\frac{3}{5}=$
15:09	M	Ouais mais, d'accord, mais maintenant il y en a une autre que tu peux voir.
15:11	E	Entre deux et trois c'est six
		[Veut multiplier en diagonale au lieu de simplifier !] $\frac{2}{1}\times\frac{1}{3}\times\frac{3}{5}=$
15:13	M	Non, mais une simplification, ***ça veut dire que tu as le même nombre en haut au numérateur et le même nombre en bas, au dénominateur [malgré le "ça veut dire", l'enseignant se cantonne en réalité toujours dans le procédural].***
15:19	E	Ouais.
15:20	M	Alors où est-ce que tu as cette situation-là ?

15:22	E	bin ici ***[montre le 2 !]***.
15:25	M	Non, le deux tu ne l'as pas en bas. [[...]]

L'enseignant finit par faire lui-même la simplification. On arrive au calcul final :

$[\frac{2}{1}\times\frac{1}{5}= \ ]$

15:43	M	Alors deux sur un fois un sur cinq ?
15:54	En	Un sur quoi ?
15:55	M	Qu'est-ce que ça donne ça fois un sur cinq ?
15:57	E	Ha, sur cinq… Bin, ça fait, heu, trois sur six ***[additionne donc les numérateurs et les dénominateurs !]***
16:01	M	Hé ! multiplication !//multiplication !
16:02	E ?	//Trois sur cinq, trois sur cinq ***[additionne les numérateurs !]***
16:03	M	Multiplication !
16:04	E	heu deux sur heu cinq.
16:05	E	[b]
16:05	M	Voilà. Bravo, c'est bon [!], continue !

Même si on peut attribuer une partie de cette série noire de tâtonnements au stress engendré par ce genre de maïeutique exhaustive, elle devrait quand même alerter sur le fait que l'élève ne met aucun sens derrière ces règles, appliquées apparemment au hasard, d'autant plus qu'elle commence en disant qu'elle ne *comprend* rien. Mais l'enseignant n'essaie jamais de faire appel à un raisonnement. Ici, il aurait pu, par exemple, au moins faire "parler" (comme l'enseignant de la leçon SW 261) que 2/1 x 1/5 veut dire "deux fois un cinquième", ou faire imaginer "un cinquième de tarte plus un cinquième de tarte". Cependant, il préfère invoquer désespérément la mémoire de la règle.

La leçon a-t-elle atteint son but ? La réponse de l'enseignant est étonnamment lucide : "Oui, car travail prévu effectué. Non, car après une semaine il a fallu reprendre les exercices…" Les élèves travaillent, mais n'apprennent pas.

Par ailleurs, c'est une des leçons les plus indisciplinées, l'enseignant appelant constamment, mais en vain, au silence.

Les interactions maître-élève de la leçon SW 265 sont du même style : dans cette leçon il ne s'agit que d'appliquer des procédures pour le calcul d'intérêts. Les formules sont au tableau, un tableau de correspondance est dans le cahier, les élèves ont des calculettes. L'enseignant, au demeurant jeune et gentil, quoiqu'un peu rapide, utilise une maïeutique particulièrement contraignante, que ce soit en frontal ou en travail individuel. Les élèves, pourtant de niveau moyen, s'exécutent sans forcément comprendre grand-chose, malgré la simplicité des problèmes, car comprendre n'est pas vraiment dans leur contrat.

Pendant le travail individuel, plus un élève a de la peine plus l'enseignant l'encadre… et plus l'élève se perd. Dans un cas, l'enseignant va carrément s'asseoir à côté de sa victime et le bombarde "d'aide" pendant neuf minutes de suite !

41:03	M	Après une année on a combien de francs d'intérêts ?
41:04	E	Après une année, heu, [lit] cent quarante quatre francs.
41:07	M	Donc [sic], l'année a combien de jours ?
41:09	E	Trois cent soixante.

41:10	M	Je te laisse noter. Pour trois cent soixante jours, cent quarante-quatre francs. Maintenant, admettons que j'aimerais savoir après, heu, un mois, combien je touche. Dans un mois, il y a combien de jours ?
41:25	E	Il y a trente jours.
41:31	M	Pour passer de trois cent soixante à trente, je fais quoi ? Tu peux utiliser, pour qu'on puisse un peu avancer, utilise ta machine ! Pour passer de trois cent soixante à trente, qu'est ce qu'on fait ?
41:42	E	On fait fois, fois… heu…
41:44	M	[Le maître le coupe immédiatement] Peut-être pas fois ! Parce que c'est quand même passer de quelque chose de grand à plus petit, donc on va plutôt diviser.
41:51	E	Trois cent soixante par trente… douze.
42:00	M	Donc on a divisé par ?
42:01	E	Par douze.
42:02	M	C'est assez logique parce que ça, ça représentait douze mois, pis ça un mois. Donc pour passer de douze à un, on divise bien par douze. Alors on divise par douze. Fais peut-être à la machine qu'on puisse comprendre. Divisé par douze… Voilà, et puisque c'est un tableau de correspondance, et que là on divise par douze, on est obligé [l'enseignant évite de laisser cette petite occasion de réflexion à l'élève !] de diviser aussi ce qui se trouve en dessous par douze... Alors vas-y, cent quarante-quatre divisé par douze. [etc.]

L'enseignant estime que les objectifs de la leçon sont acquis sans problème et que celle-ci est "un peu" inspirée par les idées actuelles sur l'enseignement, puisqu'il y a "collaboration entre élèves" (travail par deux).

La leçon SW 274, parmi beaucoup d'autres, présente à nouveau le même tableau : une maïeutique serrée, une validation immédiate et systématique par l'enseignant, un traitement uniquement procédural du problème. Ici encore, les élèves trébuchent systématiquement sur l'addition de nombres négatifs, mais l'enseignant ne revient jamais au sens des opérations, se contentant de rappeler inlassablement une procédure qui ne veut pas "entrer". Pourtant, il s'agit ici aussi d'une leçon de révision. Par ailleurs, l'enseignant semble faire de son mieux pour prévenir toute difficulté ou questionnement possible. Il n'y a aucune variété, ni dans le mode d'interaction, ni dans la situation (tout se passe en frontal sauf les derniers exercices en individuel).

Il s'agit pourtant d'élèves d'une docilité exemplaire. Pas un bruit dans la classe. Ils "travaillent", mais ne réfléchissent pas du tout ! Encore un exemple – on pourrait les multiplier – du "malentendu pédagogique » de Bonnery.

Sous les dérives du directif, une option pour simplifier la situation ?

Comment comprendre de tels gâchis, d'autant plus qu'ils impliquent souvent d'enseignants ayant des années – voire des décennies – d'expérience ? Tout se passe comme si ces dérives de l'approche directive s'expliquaient par une option prise face à la nécessité de simplifier la situation. L'enseignant choisirait de le faire en donnant la priorité à son contrôle sur le discours, pour amener au résultat juste sans confusion ni détours, plutôt qu'à la stimulation des initiatives des élèves et à la recherche de feedback de leur part. Cette option se manifeste sans fard chez certains enseignants plus traditionnels. Ainsi, une enseignante conclut un exposé de comment passer des unités de capacité à celles de volume en disant :

> "Pour ceux qui auraient des problèmes de compréhension ou qui auraient peur d'oublier ce que je viens de vous exprimer avec une certaine, euh, aisance, vous pouvez écrire ça à la dernière page des pages rouges, c'est-à-dire à la page quarante-six. Je vous le conseille pour certains. Je ne vais pas vous le répéter, donc ! Si vous ne l'avez pas noté et que vous osez me dire "mais je ne comprends plus", vous serez renvoyés, hein ? Alors page quarante-six, rouge, d'accord ? C'est-à-dire à la fin, vous avez une page qui est complètement blanche, je vous conseille d'écrire cela avec votre propre, vos propres mots pour expliquer. Je m'approche volontiers de vous, si vous voulez que je vous répète, ou que je formule une phrase pour que ce soit plus clair... " (silence).

Si le recours à la copie et la mémorisation de la procédure correcte est moins appuyé dans d'autres leçons, 19 sur 39 – la moitié – font avant tout appel à une maïeutique (souvent aux forceps) qui de manière plus subtile est aussi l'imposition du discours et de la solution du maître. Dans ce type d'interaction, l'enseignant agit comme si c'était à *lui* de faire les mathématiques, d'amener les élèves à suivre *ses* raisonnements. Non seulement cela rend passifs les élèves, mais – puisqu'il est déjà assez occupé à faire les mathématiques lui-même – l'enseignant a forcément moins de disponibilité mentale pour comprendre (ou même, comme on l'a vu, pour vraiment entendre) les questions ou les pistes que suivent ses élèves. Surtout, dans ce genre d'interaction, les questions, objections ou formulations propres des élèves ne sont pas encouragées et donc se font forcément rares, privant l'enseignant du *feedback* essentiel qui indique si le mode d'enseignement pratiqué est adéquat ou non à la situation. Et l'enseignant peut réagir à cette passivité par un redoublement de ses interventions, autant au niveau du contenu que de l'encadrement… un cercle vicieux qui bétonne cette malheureuse division du travail dans le contrat didactique.

Dans les leçons enregistrées, on relève de nombreux cours dialogués et interactions avec des élèves individuels, que les enseignants mènent en croyant sans doute stimuler l'activité et la participation des élèves, mais qui sont plutôt des exemples de cette fausse "maïeutique". Sans s'en rendre compte, l'enseignant fournit le cadre général du raisonnement. Par le choix d'une série de questions il oriente inconsciemment vers la solution, que lui seul voit, et que les élèves sont souvent incapables de retrouver par la suite. M. Altet 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" (Altet, 1994a, 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).

Le Ménon de Platon, dans lequel Socrate amène un esclave pas à pas à admettre une démonstration de géométrie, est l'exemple classique de la maïeutique. Mais Socrate faisait là de la pédagogie de la philosophie et non pas des mathématiques. Il pensait seulement prouver (au *maître* de l'esclave) que celui-ci détenait depuis toujours la vérité, puisqu'il admettait l'évidence de chaque pas du raisonnement. Or, il y a une grande différence – que trop d'enseignants semblent ignorer – entre faire admettre un enchainement logique et faire que son interlocuteur puisse vraiment le comprendre, et plus encore se l'approprier et le reproduire.

Ci-dessus, nous avons suggéré qu'il faut peut-être évaluer la pertinence des méthodes habituellement distinguées (expositive, interrogative et actives) en tenant compte de l'attitude ou de la réaction des élèves. Il faudrait aussi tenir compte de différences importantes observables dans les pratiques de l'enseignant. En effet, *il nous semble fondamental de distinguer, dans la méthode dite interrogative ou "maïeutique", entre une fausse maïeutique, qui contraint l'interlocuteur (et qui n'est d'ailleurs souvent qu'une caricature de maïeutique dans la mesure où aucune attention n'est portée à la compréhension par l'autre de l'enchaînement discursif), et une maïeutique qui sert mieux des fins d'apprentissage.* En effet, on verra qu'il existe aussi une vraie maïeutique, qui n'oblige pas à *suivre la logique du maître*, mais *stimule celle du sujet* de manière à la faire évoluer. C'est le grand art de la pédagogie constructiviste.

Malheureusement, le choix de faire constamment "avancer" la leçon et le pari que les élèves pourraient parfois être amenés à vraiment réfléchir sont *des choix largement divergents, incompatibles*, car oser la réflexion implique de laisser s'établir des moments de confusion, voire de silence, en pariant que les élèves ne vont pas en profiter pour s'endormir ou mal se conduire – qu'ils *peuvent* être intéressés. Si on fait le choix de "faire avancer" ("l'élan" des enseignants américains), les élèves *ne peuvent pas* se poser des questions de plus haut niveau : parce qu'on ne le leur demande pas et parce qu'on ne leur en laisse pas le temps (cf. leçon US 021, p. 32). Et s'ils parviennent quand même à les poser, il n'est pas sûr que l'enseignant voudra ou pourra vraiment les entendre – comme dans les exemples que nous venons de voir. A l'inverse, on verra que d'autres maîtres n'hésitent pas de laisser s'ouvrir des moments a-didactiques de ce type, voire de les provoquer (cf. plus loin la leçon SW 283).

Enfin, la priorité donnée à "faire avancer" la leçon est évidemment particulièrement préjudiciable aux élèves les plus faibles, ceux qui ont le plus de peine à exprimer leurs difficultés et qui risquent le moins de réfléchir aux raisonnements proposés par eux-mêmes. Mais c'est malheureusement justement face à ce type d'élève, dont on craint les débordements et confusions, que la tentation de garder le contrôle, de "faire avancer" le raisonnement et d'éviter les moments critiques est la plus forte.

La priorité donnée au contrôle peut se refléter dans divers aspects de l'interaction : dialogue dominé par le maître, questions de bas niveau ou encore temps d'attente court accordé pour les réponses. Celles-ci sont aussi évaluées relativement rapidement et généralement par l'enseignant(e), qui souvent se charge en outre de les développer ou les justifier, plutôt que de pousser l'élève à le faire. Si des séquences de ce type peuvent être parfaitement adéquates pour certaines situations (une révision rapide, par exemple), elles ne devraient pas être utilisées systématiquement et comportent des dangers.

La même option amène très souvent à privilégier la procédure par rapport au niveau du sens. Comme nous l'avons vu, dans ce genre d'interaction, l'accent tend à être mis sur les procédures plutôt que le raisonnement. En effet, on peut dicter une marche à suivre, alors que pour faire comprendre il faut tout d'abord vérifier si on a amené les élèves à se poser la question ! Ensuite, comprendre implique une initiative intellectuelle, une participation réelle, des efforts – réussis et non réussis – de la part des élèves pour reconstruire et intégrer le raisonnement proposé. Forcément, le discours et la situation échappent à un certain type de contrôle immédiat.

Parallèlement et logiquement, la motivation est recherchée plus dans l'utilité des mathématiques dans la vie quotidienne (ou pour la suite des études, voire la réussite de la prochaine épreuve) que dans une stimulation de la curiosité intellectuelle.

De même, l'évaluation et la justesse du résultat priment sur le processus d'apprentissage. Cela tend à développer des réflexes "bingo" chez les élèves à la place d'un raisonnement suivi. La suite de la leçon SW 209 déjà citée en donne des exemples frappants.

Le maître se rend compte qu'un résultat fractionnaire peut encore être simplifié :

17:43	M	Puis neuf quarante-deux [9/42], vous trouvez pas qu'on peut... ? Eh, neuf quarante-deux, qu'est-ce qu'on peut… ? Neuf quarante-deux, on peut rien… ?
17:58	En	On peut simplifier !
17:59	M	Ouais.
18:00	En	Ouais, ça fait…[Une des "cancres" fait mine de calculer. Le maître prend la classe à témoin de son étonnement – son ironie habituelle dépassant ici un peu les bornes] Attention ! C'est un événement ! Vas-y !
18:04	En	[Elle renonce] Je ne sais pas exactement.
18:06	M	Par combien tu pourrais simplifier ?
		[Les élèves se mettent à proposer des réponses tous azimuts. La transcription n'a réussi à transcrire que six d'environ quinze propositions…]
18:09	En	Six septièmes !
18:14	M	Neuf quarante-deux, on peut simplifier ?
18:16	EE	[plusieurs propositions simultanées]
18:23	M	Trois combien ?
18:25	En	Trois vingt-et-unièmes !
18:27	En	Trois septièmes !
18:29	En	Trois vingt-cinquièmes !
18:32	M	Quarante-deux divisé par trois. Bon, c'est par trois, on est d'accord.
18:34	En	***[Alors que l'enseignant accepte ce jeu, un élève, au moins, réagit de façon sensée :] Bon, on va dire tous les chiffres. Ce sera plus simple !***
18:35	En	Trois septièmes !

		[Interventions diverses]
18:45	M	Bon, moi je suis d'accord avec trois. Mais en bas, combien on met ?
		[Nouvelle pluie d'interventions diverses]
19:03	En	Ça doit faire quatorze.
19:06	M	Elle a trouvé, Marianne ! C'était quatorze. Voilà...

Sans doute parce que ces élèves sont des "G", on vide le cours de tout sens, avec une multiplication de questions stupides (exemple, le produit de 3 fois 1 !), qui ne laissent aucun espace pour une réflexion qui serait visiblement urgente. Les élèves en arrivent à dire des absurdités : "6 sur 6 égale 12", "4 plus 2 égale 8", "4 fois 1 égale 12", ou encore pour le calcul de la surface d'un rectangle, "3 fois 4 divisé par 2".

Le maître se borne à corriger les erreurs et rappeler les procédures, sans une seule fois évoquer une logique qui leur serait sous-jacente, ou des heuristiques qui permettraient aux élèves de les retrouver, alors que la multiplication de réponses aberrantes signale clairement que leur sens fait défaut.

Les élèves, dociles, jouent le jeu avec le maître, mais lequel ? Pour les deux parties, le contrat didactique ne semble pas inclure l'éventualité d'un recours à la réflexion en classe de mathématiques. Dans ces circonstances, comment imaginer que ces élèves de niveau très faible (qui sont pourtant encore coopérants) puissent sortir de leur situation de relégation ? Au fond, le maître ne s'y attend pas et le fait comprendre. Ainsi, en posant le "problème" de l'aire de son pupitre (mesurant 1 mètre sur 2 mètres !), il glisse "si vous réussissez cette question, vous pouvez penser éventuellement un jour aller à l'université." Son ambivalence est un peu tragique, car malgré sa sympathie – visiblement sincère – pour ses élèves, autant ses attentes que sa méthode les condamnent à ne rien comprendre. Et cela après quarante ans de pratique, et après une formation continue récente sur "les techniques pédagogiques de gestion de la classe et le travail de groupe"…

Par ailleurs, l'approche directive a le défaut tentant de s'appliquer assez facilement dans à peu près toutes les situations. Appliquée de façon systématique, cette méthode passe-partout aboutit ainsi facilement à des leçons monotones, sans variété, autant dans les situations que dans les approches didactiques des problèmes. Dans un grand nombre des leçons observées, les enseignants utilisent pratiquement exclusivement le dialogue interrogatif-informatif-évaluatif dont parle M. Altet, et ce autant pendant le travail individuel que dans des situations frontales. Or, la variété n'est pas seulement un élément important de motivation pour les élèves (de Marcellus, 2002). On peut en effet supposer qu'approcher un problème de différentes manières est aussi un atout pour le processus d'apprentissage au niveau cognitif, qu'il s'agisse de la variété des situations (frontale, travail individuel, collaboratif, etc.) ou du mode de représentation du problème (numérique, algébrique, géométrique, dessin, association libre…). Une variété d'approches doit vraisemblablement créer un "complexe" cognitif plus riche et donc plus stable. Mis à part l'enrichissement que cela représente par rapport à la compréhension, on peut relever que même les techniques mnémoniques ont recours à des associations arbitraires, complexifiant des éléments simples pour paradoxalement faciliter leur rétention, puisque la mémoire dépend essentiellement de la construction de *réseaux* sémantiques (Astolfi, 1992).

Utilisée de manière systématique, l'approche directive est sans doute souvent un choix inconscient, "par défaut", qu'on aurait tout intérêt à questionner. En effet, quand un enseignant utilise une telle routine en situation frontale, on peut le comprendre en fonction de la difficulté de mener autrement un débat général. Cependant, on a pu constater que le plus souvent les enseignants pratiquant systématiquement une interaction directive par classe entière y ont recourt *aussi* lors de situations de travail individuel (cf. la SW 1, la SW 204 ou la SW 265 p. ex.), quand il serait en principe possible de tenir plus compte des raisonnements des élèves et leur donner un rôle plus actif.

De même, on peut observer que très souvent l'enseignant "reprend la main" pour développer une réponse correcte proposée par un élève. Cela peut évidemment parfaitement se justifier pour amener des éléments importants que l'élève ne pourrait fournir, mais ces apports devraient être des compléments aux explications des élèves – et non les remplacer – si on veut encourager l'initiative intellectuelle de ceux-ci (on peut comparer à cet égard les interventions de l'enseignant de la leçon SW 1 avec les "méta" discours, complémentaires à ceux des élèves, des leçons SW 208 ou SW 205 ci-dessous).

Enfin, on peut constater qu'un enseignant qui estime devoir répondre à une erreur ou à une difficulté trop souvent ne s'en tient pas là. Au lieu de se limiter à un "dépannage" de l'élève par rapport à la difficulté particulière rencontrée – comme le fait le maître de la leçon SW 262 ci-dessus – il continue de mener le raisonnement jusqu'à la solution finale du problème. Cette fausse maïeutique *exhaustive* dessaisit les élèves du problème, les déresponsabilise et leur offre un oreiller de paresse dont ils apprennent vite à profiter. Dans la leçon SW 203, par exemple, les élèves sont censés travailler en duos, mais de fait ne "travaillent" que lors du passage du maître. Celui-ci est dépité de constater qu'un élève est encore au premier problème après onze minutes.

Comment participer – en toute bonne foi – à la construction de l'échec scolaire

Le plus grave est que la *dérive vers un enseignement privilégiant de manière excessive le directif, le procédural et l'utilitaire* semble d'autant plus fréquente et appuyée que les élèves sont faibles ou en difficulté, *alors qu'elle est justement particulièrement dangereuse pour ce genre d'élève.* En croyant leur faciliter la tâche et leur apporter une aide supplémentaire, on les prive à la fois de la possibilité d'exprimer leurs (in)compréhensions du problème et d'affronter vraiment l'apprentissage visé – tout en faisant involontairement passer le message qu'on les croit incapables de se débrouiller tout seuls. Ainsi on dépense, avec la meilleure volonté du monde, beaucoup d'énergie et de temps à renforcer leurs handicaps !

D'autres chercheurs, partant de perspectives diverses, convergent pour relever ce paradoxe tragique. Butlen et al. (2002), ont étudié les pratiques des enseignants de mathématiques nommés en "REP" (les écoles françaises de zones socio-économiquement défavorisées). Ils constatent aussi une tendance à "éviter tout ce qui pourrait engendrer des conflits, en particulier le traitement de questions mathématiques un peu consistantes", "des glissements dans les consignes qui modifient, simplifient ou dénaturent la tâche initialement prescrite aux élèves", ainsi qu'une individualisation du travail, aboutissant souvent à une absence de phases d'institutionnalisation, afin d'éviter les phases collectives, jugées trop difficiles à gérer. Ils relèvent, plus particulièrement, une contradiction entre logique de la réussite immédiate et logique de l'apprentissage. "Les enseignants observés ont le souci constant d'encourager les élèves, de les "rassurer" (certains de nos enseignants utilisent le même terme), mais "Cela se traduit pour la majorité d'entre eux par un *aplanissement des difficultés, une simplification des tâches, une prédominance d'activités algorithmisées, un étayage très important...* Les maîtres et les élèves se trouvent ainsi dans *une sorte de cercle vicieux : les maîtres simplifient les tâches qu'ils donnent aux élèves pour qu'ils réussissent, les élèves peuvent réussir la tâche sans l'investir réellement dans un but d'apprentissage* et de ce fait ne construisent pas nécessairement les connaissances visées." Ils échouent par conséquent dans des tâches ultérieures, ce qui amènent les maîtres à simplifier à nouveau les nouvelles tâches ou redonner les tâches initiales... Les enfants investissent de moins en moins sur le plan cognitif *des activités auxquelles ils ont de plus en plus de mal à donner un sens*. Ils recherchent des "indices de surface", imitent, attendent souvent la réponse d'un pair ou du maître. "Les maîtres comme les élèves donnent et se donnent peut-être ainsi l'impression de réussir les uns à enseigner, les autres à apprendre". Les mises au travail collectives sont relativement rares, celles-ci consistant souvent en une "ostension d'un objet, d'une notion, soit par la manipulation de divers matériels, soit par une forme de maïeutique. Cette phase est souvent considérée par les enseignants comme le moment clef où les élèves vont s'approprier le "savoir nouveau" par imitation, par perception, par analogie, ou du moins où ils vont comprendre ce qu'ils auront à faire juste après (...) le maître interroge généralement l'ensemble de la classe censée être à l'écoute et glane les réponses attendues auprès de différents élèves." Cette phase est généralement suivie d'un travail individuel d'exécution de tâches analogues.

Les ressemblances avec un certain nombre de nos leçons sont claires ! D'ailleurs ces auteurs concluent "Il nous semble que sur certains points et dans une certaine mesure les REP jouent le rôle de "loupe" pour l'analyse des pratiques enseignantes ordinaires." En effet, c'est dans ces classes que la "dérive" du directif devient la plus évidente.

Les contraintes et options qui débouchent sur ce "genre" de pratique se retrouveraient dans d'autres disciplines. Ainsi, Bautier (2002) relève des aspects très semblables en didactique du français. Les difficultés des élèves seraient "moins travaillées que détournées ou évitées". Elle cite notamment les travaux de Bucheton (1996) qui identifie "pour la discipline "français" des réponses didactiques et pédagogiques inadéquates aux difficultés des élèves (complétant ainsi celles identifiées par Butlen et Pézard pour la discipline des mathématiques). Il s'agit de *la simplification excessive,* locale, au cours d'une séance, ou plus générale au long de l'année, et l'individualisation fusionnelle, (laisser l'élève dans une relation de *dépendance à l'égard des dispositifs d'aide, incapable de prise d'initiative cognitive*)", ainsi qu'un recours excessif "aux *exercices et la dilution du travail dans la suractivité*". De même, on insiste, à propos de la lecture, sur "l'importance de la *compréhension par l'élève de la tâche cognitive en jeu* et de ses représentations de celle-ci", ainsi que sur le rôle parfois peu aidant, voire gênant de certaines pratiques, qui, pour permettre aux élèves de conserver une bonne image d'eux-mêmes sont contre-productives du point de vue du développement intellectuel."

Vingt ans de pratique de l'approche systémique en milieu scolaire à Genève ont amené progressivement Curonici et McCulloch (2004) à des conclusions semblables. Elles relèvent en particulier la fréquence d'un "paradoxe de l'aide" : une *complémentarité dysfonctionnelle* dans l'interaction entre enseignant et élève ou groupe d'élèves – en particulier chez les élèves en difficulté. Plus l'enfant est "aidé" dans son travail, moins il en fait ou semble capable de faire (on retrouve le cercle vicieux des attentes réciproques). Intervenant avec la meilleure volonté du monde, l'enseignant finit par pérenniser des difficultés qui auraient pu être passagères et qui effectivement souvent se dissipent lorsque on aide l'enseignant à prendre une autre position. "Comprendre que dans certaines situations bien précises la meilleure manière d'aider est de ne pas aider… est parfois très difficile à accepter, puis à réaliser. Les enseignants ont l'impression d'abandonner l'enfant, de le trahir, de ne pas respecter leur cahier des charges." Sur ce point, les leçons SW 208 et SW 203 offrent des exemples de postures opposées.

Bonnery (2002) est parti d'une recherche sur le lien entre décrochage cognitif (des activités intellectuelles de construction du savoir par l'élève) et décrochage scolaire. Il étudie "*la construction des difficultés d'apprentissage* des élèves suivis [il s'agit d'une recherche longitudinale] en termes de 'malentendus sociocognitifs'". Il entend par là le travail de l'élève "à côté" des enjeux d'apprentissage, alors qu'il pense faire ce qui est sollicité par l'enseignant… "Le malentendu est réciproque : le professeur croit, parce que l'élève travaille, qui celui-ci s'engage dans l'activité intellectuelle pertinente". "Les élèves suivis mettent essentiellement en œuvre des logiques de conformation : ils essaient de 'faire' sans soupçonner qu'au travers de la tâche ils sont censés apprendre, *comprendre* ; ils tentent d'arriver au produit fini, au résultat, sans percevoir la nécessaire *mise en activité cognitive, leur propre construction des savoirs* ; leur but est de satisfaire à ce qu'ils perçoivent comme un 'commandement' de l'enseignant, pour avoir une bonne note". Cet auteur aussi relève que "le constat est quasiment le même dans toutes les disciplines observées".

Nous avons vu de bons exemples de ce genre de malentendu. Alors que certains maîtres sont à l'affut pour comprendre la pensée de leurs élèves (cf. infra la leçon SW 283) et insistent pour que ceux-ci comprennent le sens des problèmes posés (leçon SW 261), d'autres pensent qu'il suffit de faire les exercices pour que l'apprentissage se fasse. Même les contresens et les réponses les plus absurdes ne les alertent pas au fait que leurs élèves sont ailleurs. Bonnery, comme les autres auteurs, constate que les élèves en difficulté sont encore davantage prétérités par "des formes scolaires 'adaptées' à des populations au *handicap supposé : pédagogie du concret, du détour, segmentation des tâches en mini-tâches*. Notre recherche montre que cela renforce les malentendus en détournant l'attention vers des tâches annexes ou encore moins explicitement reliées aux savoirs sollicités."

Mais si certaines leçons transmissives illustrent très bien cette critique, celle-ci interroge *aussi* l'approche constructiviste ! En effet, à la suite de Bourdieu, Bonnery a le mérite de souligner que le "malentendu" est en grande partie l'effet de l'imposition des "évidences des classes dominantes", sans qu'on se donne les moyens de faire comprendre "à chaque élève ce qui est exigé de tous". "Le niveau des exigences d'enseignement 'pour tous' n'a cessé de croître. Cette hausse s'est traduite notamment par la généralisation de nouvelles conceptions pédagogiques comme le constructivisme (…) Le danger de celle-ci serait de rendre encore moins clair quel est le but réel de l'activité, qui ne serait facilement saisi que par les enfants des classes moyennes. Le but n'est pas l'acquisition d'un savoir explicitement désigné par l'enseignant, mais une compétence, un apprentissage suggéré de façon implicite et que l'élève doit identifier lui-même à travers son activité". L'auteur donne l'exemple de la classification d'animaux en vertébrés et invertébrés. Les élèves sont censés acquérir cette compétence et la compréhension des critères de distinction de ces catégories, non pas en mémorisant une définition, mais en exerçant la tâche elle-même, en la "secondarisant", en construisant le savoir. Mais si on n'explicite pas le but et le sens de l'activité, certains élèves mémorisent simplement "dans quelle colonne doit se ranger le chat mais, au contrôle, ils ne sauront pas forcément classer le chien car cet exemple n'a pas été enseigné". En somme, se borner à "mettre en présence" les élèves avec les savoirs, en pensant qu'ils saisiront "naturellement" le sens de la tâche intellectuelle proposée, serait aussi discriminatoire que les pratiques dénoncées autrefois par Bourdieu, quand on reprochait aux élèves de milieu modeste de rédiger de manière trop "scolaire".

Le danger est bien réel et nous rappelle l'époque des "maths modernes", quand bien des élèves comprenaient des tâches censées faire construire la notion d'ensemble comme l'activité de "mettre des ficelles autour des canards !". Pour prendre un exemple dans notre corpus, la leçon SW 202, qui se veut constructiviste, ne fonctionne pas précisément parce que les élèves ne comprennent pas le sens de l'activité proposée. Ce qui est normal, puisqu'ils n'ont pas été vraiment confrontés avec le problème, avec le but de celui-ci.

Il est clair que le danger du malentendu, du présupposé implicite (propre à une classe sociale ou simplement à l'adulte enseignant face à l'enfant) guette toujours, que la structure soit dévolutive ou directive. Pour l'approche directive aussi, celle-ci fonctionne mieux pour les élèves de certaines cultures ou de niveau plus avancé, parce qu'ils comprennent qu'il faut chercher à comprendre le sens caché derrière une procédure, qu'ils doivent reconstruire les solutions données pour les intégrer, etc., sans que l'enseignant ait besoin de le dire. *C'est pourquoi la qualité du feedback suscité chez les élèves, l'attention prêtée à leur pensée, à leur façon d'exprimer les problèmes, l'insistance explicite sur le sens, bref la qualité de l'interaction et de la communication entre enseignant et élèves seraient décisives* pour éviter les malentendus qui effectivement *construisent* l'échec scolaire, sans que l'enseignant s'en rende compte (voir aussi Guignard N. et Christinat C., 2007).

La leçon SW 232, fournit un exemple (parmi beaucoup) de pratiques directives à notre avis improductives – voire contreproductives – avec des élèves de niveau élémentaire. Pratiquement toute la leçon (41 minutes) se passe en correction de devoirs et révision par classe entière de la transformation des formules de l'aire, puis en exercices individuels sur le même sujet.

Un élève avait été absent lors de la présentation de pi et du calcul du périmètre et de l'aire du cercle. L'introduction individuelle offerte à cette élève permet de constater une approche se centrant uniquement sur des procédures et des définitions de termes, excluant toute compréhension.

12:51	M	Pardon ? Pour le cercle et le disque ? Ouais, on a appris ça hier. Alors tout simplement tu retiens que un cercle bon, ben c'est… Si tu as un compas tu peux dessiner un cercle. Moi, je te fais sur la feuille de brouillon.
13:02	E	Mm.
13:04	M	Tu as un rayon. **Alors pour le périmètre tu fais deux fois le rayon fois pi. Ou bien deux fois le rayon…** Je sais pas si tu sais comment ça s'appelle deux fois le rayon. Ça s'appelle "d" pour....
13:20	E	Je, heu…
13:21	M	Mmm, t'as appris ça l'année passée toi.
13:22	E	Mmouais.
13:22	M	Diamètre.
13:24	E	(inaudible)
13:24	M	Diamètre, hein. Et puis pour l'aire, alors comme **l'aire c'est quelque chose qui généralement a une unité au carré – centimètre carré, mètre carré etc. – *il faut* un carré. *Alors on dit***

		***pi r carré*. Le carré c'est dans le rayon qu'on le trouve. Donc fois rayon. Rayon fois rayon, rayon au carré, fois pi. Tu connais pi ?**
13:47	E	Mmmm.
13:49	M	Pi égale ?
13:51	E	Deux virg//
13:51	M	//Non.
13:52	E	Un virgule deux...
13:53	M	Non.
13:53	E	Un virg... Je sais p//
13:55	M	// Trois quatorze seize, etc., c'est un nombre qui ne se termine pas, hein !
14:00	E	Hein, c'est trois.
14:01	M	Mais nous on prend trois quatorze comme valeur.
		(…) Alors deux pi r, c'est trois quatorze fois deux fois le rayon et puis là c'est le rayon au carré fois pi. ***Donc c'est quelque chose qui te manque et qu'on a rajouté sur la formule, heu, sur la feuille des formules***.

Il serait pourtant peut-être important – pour donner un début de sens à ce pi qui tombe du ciel – de faire remarquer que 3,14 est un nombre proche de 4, et que 4 fois le rayon au carré est égal à l'aire du carré dans lequel le cercle s'inscrit : 4 fois $r^2 = (2r)^2$ ou D^2. Il est alors intuitivement assez clair que 3,14 fois r^2 peut correspondre à l'aire du cercle, auquel manque la surface des quatre "coins" du carré dans lequel il est inscrit. Un tel raisonnement donne au moins assez de sens à pi pour permettre aux élèves de ne pas confondre la formule de l'aire avec celui de la circonférence. Malheureusement, plusieurs enseignants de notre corpus ne pensent pas appuyer pi sur une heuristique de ce genre, malgré les difficultés que ce chiffre apparemment arbitraire pose aux élèves.

Il n'est pas étonnant dès lors de constater que plusieurs élèves confondent allégrement les formules pour l'aire et pour le périmètre. Mais, même en travail individuel, l'enseignant se contente de leur souffler les procédures à appliquer, s'attardant auprès d'eux dans une maïeutique caricaturale, au lieu de les dépanner, puis de les laisser avec la responsabilité d'au moins une partie du problème.

23:55	M	La formule pour l'aire c'est quoi ?
23:57	E	Ben, ***deux r fois pi.***
23:58	M	Écris la formule ! Non, c'est pas deux r fois pi pour l'aire.
24:01	E	Ah non, heu (inaudible).
24:04	M	Pour l'aire c'est… ?
24:06	E	***C'est pi fois deux fois deux [!].***
24:07	M	Nnnn, pi… ?
24:09	E	***Pi fois deux au carré.***
24:09	M	Non. ... **pi fois <u>r</u> au carré *!*** Le rayon au carré.
24:13	E	Ah ouais !
24:14	M	Alors tu l'écris là. Ok. Ce que tu cherches c'est ? ... *[répond elle-même]* C'est le rayon.
24:22	E	Mmmm.
24:23	M	*[Entame l'étape suivante de la résolution]* Alors tu cherches le rayon, connaissant l'aire. Tu vas d'abord diviser par ?
24:28	E	Ben, par…
24:29	M	Marche arrière… ! *[C'est apparemment l'image utilisée par l'enseignante pour dire qu'il faut transformer la formule de base pour chercher le rayon. Toutefois, elle répond immédiatement*

elle-même] Tu divises par pi, tu vas obtenir r au carré. ... dans l'équation. Et puis à partir de r au carré tu connais l'opération inverse ? ... A partir de r au carré pour trouver r ? C'est extraire la... ? Toi t'as peut-être pas vu ça, hein ?... extraire la racine carrée.

24:50 E Ah !

24:50 M Ah, si. T'as vu. T'as vu ça, hein ? *Extraire la racine carrée. ... D'accord ? L'opération inverse. Alors d'abord tu divises par pi et ensuite tu extrais la racine carrée.*

25:01 E ***J'fais fois ?***

25:02 M ***Comment ça fois ? !*** Quand on *divise* par pi ?

25:04 E Ben, alors divisé.

25:05 M Oui divisé par pi en premier.

La suite de réponses aberrantes dans cette interaction ne semble pas signaler à l'enseignante que l'élève ne raisonne pas. Apparemment ce n'est pas vraiment attendu.

Un peu plus tard, pendant la correction en classe entière, même difficulté. L'enseignante fait appel de nouveau à son "truc" mnémonique, au lieu de faire raisonner :

34:40 M (…) Vous avez la formule de l'aire ? Oui ?

34:48 En **(Deux pi sur deux)**

34:49 M Non, l'aire, l'aire...// Pardon ?

34:50 En ***//*(Deux r pi)**

34:53 M **Non, l'aire elle a une unité au carré – centimètre carré, mètre carré, décimètre carré. Donc ça, ça doit t'aider à retrouver la formule. *Il doit* y avoir des carrés !**

35:05 En (Pi r carré)

35:06 M Pi r carré, oui.

De même les transformations des formules sont présentées simplement comme le calcul pour "retourner en arrière".

L'enseignant ne fait jamais appel à un raisonnement ou une heuristique (à une comparaison avec la formule d'une figure plus simple, par exemple). Elle semble compter sur l'application répétée de formules apprises par cœur. Elle ne fait appel aux élèves que pour fournir des réponses brèves. Toute l'heure se passe en exercices individuels ou en correction au tableau par l'enseignante, sans variété, toutes les interactions étant dominées par l'enseignante.

Le résultat confine au tragi-comique, les élèves répondant parfois plus par association d'idées que par raisonnement :

26:09 M [Correction en commun. L'enseignante pense passer sur un terrain plus ferme…]. Vous en avez eu un autre pour lequel vous n'avez pas eu de problème ?

26:13 EE (inaudible)

26:14 M Oui ?

26:15 E Le carré.

26:16 M Le carré, j'espère quand même ! Alors on a le périmètre, pour trouver le côté du carré tu as fait périmètre ?

26:24 E ***C carré.***

26:26 M *Attention !* ... Comment tu fais pour trouver le périmètre du carré ?

26:30 E Je fais, heu, je fais//

26:32 En //Vingt six.

26:33	En	Vingt six.
26:35	M	***Le périmètre du carré, tu fais comment pour trouver la formule ?***
26:37	E	Ah ouais, je fais cent quatre divisé par heu…
26:40	M	Non, non, non ! J'aimerais… Françoise, écoute ce que je te demande ! Écoute, lève le bout du nez ! Voilà. ***Je te demande la formule*** pour trouver le périmètre du carré.
26:52	E	Ben, ***c'est au carré.***
26:53	M	Non, ça c'est l'aire !
26:57	E	Heu, Ah… Côté plus côté, plus côté, plus côté.

Des élèves ayant déjà des lacunes dans leurs apprentissages sont ainsi amenés à empiler des procédures apprises par cœur. Et puisqu'ils n'en comprennent pas le sens, ils seront évidemment incapables de les reconstituer quand leur mémoire fait défaut (voir la note 3 sur les résultats genevois des épreuves PISA). En espérant qu'ils passent l'épreuve avant que l'édifice ne s'écroule ! Ainsi, une analyse fine des résultats des épreuves mathématiques d'une enquête internationale TIMSS antérieure (Pini et Gabriel, 1998), a montré que les élèves genevois les plus faibles (ceux de Générale) répondent relativement correctement aux problèmes de l'année en cours... mais ont déjà oublié comment résoudre ceux de l'année précédente. Faut-il en rire, en pleurer ou en tirer les conséquences ? Sans le sens, on bâtit sur du sable.

Mais le plus grave est qu'il s'agit d'une expérience profondément dévalorisante, car l'élève de secondaire le plus "faible", n'est pas *stupide*, et aborde quand même la pensée formelle ! Il est donc bien conscient *qu'il y a* une logique, quelque chose à *comprendre,* dans les mathématiques. Il sent bien qu'on le "promène" à pas forcés à travers un monde entièrement construit par le raisonnement, mais sans qu'il n'ait jamais l'occasion d'en faire. Forcément, ce monde lui reste – ou plutôt lui devient – étranger, angoissant et ennuyeux. Forcément, il se sent stupide, voire méprisé ! Quelles que soient les exigences du programme, des débouchés, etc., cette voie est assurément catastrophique pour l'éducation véritable de l'élève.

Dans ces classes, les effets de ce type d'interaction lourdement directive, qui inhibe sans le vouloir l'initiative des élèves, se conjugueraient avec ceux de se cantonner dans les aspects procéduraux de manière particulièrement négative. Il n'est alors guère étonnant que les filières pour élèves faibles ne fassent qu'augmenter leur retards, et que les élèves des écoles sans filières de Finlande ou du Japon s'en sortent tellement mieux !

Encore une fois, il ne s'agit pas de condamner l'utilisation de séquences ou structures directives dans l'absolu, mais simplement de constater que selon la situation elles fonctionnent ou fonctionnent mal, voire à contresens, *et que le type d'interaction entretenue avec l'élève doit donner à l'enseignant les moyens de s'en rendre compte*. C'est précisément là que le bât blesse le plus souvent. En effet, si la gestion "micro" des interactions est aussi du type directif que nous venons de décrire, l'enseignant (comme celui de la leçon SW 1 plus haut) ne saura souvent que trop tard si "ça passe" ou non.

C. La gestion directive des difficultés : la réaction de contrôle

L'attitude, essentiellement directive ou non, de l'enseignant se révèle particulièrement lors de difficultés dans l'apprentissage, de ruptures dans la communication avec l'élève. Confronté à l'erreur, et quelles que soient les modalités directives ou constructives de la situation qu'il a instaurée auparavant, la réaction spontanée de l'enseignant est souvent celle, directive, de vouloir renforcer son contrôle et le caractère transmissif de la situation, par exemple en développant ou en reproposant son propre raisonnement, afin de ramener l'élève vers la solution correcte.

Ici encore, il ne s’agit pas de renoncer systématiquement à de telles réactions. L’enseignant peut bien choisir de réagir ainsi en cas de petites erreurs, pour répondre à une question annexe sans dévier de son but, ou en fonction d’une contrainte temporelle. Par contre, cette réaction est très discutable quand elle intervient systématiquement, et surtout à propos de difficultés réelles et centrales par rapport à l’apprentissage proposé, car c’est particulièrement lorsqu’il y a une difficulté que l’élève doit prendre un rôle plus actif dans l’apprentissage. Au mieux, il s’agit de rendre son propre raisonnement, qui l’a induit en erreur, compatible avec le raisonnement proposé par l’enseignant. Au minimum, il doit pouvoir reformuler lui-même et ainsi "reconstruire" et intégrer le raisonnement qu’on lui propose.

Son intervention plus active est aussi essentielle lors d’une difficulté pour assurer que l’enseignant reçoive un feedback adéquat sur l’efficacité de ses explications. Malheureusement, nous constatons que des réactions directives (sans doute inconscientes) minimisant le rôle de l’élève sont souvent assez systématiques dans ce genre de situation.

Les exemples les plus simples de cette réaction sont ceux dans lesquels l’enseignant réagit en fournissant lui-même la solution correcte (cf. leçon US 021, p. 32) ou répète sans autre une explication ou un raisonnement qui fait problème.

Dans d’autres cas, la directivité est moins évidente. L’enseignant engage un dialogue par lequel il croit peut-être "faire découvrir" la bonne réponse ou admettre une erreur. Cependant, il s’agit souvent d’un recours à la fausse "maïeutique" abondamment illustrée plus haut. Ce type d’interaction semble particulièrement inadéquate comme réaction à une erreur ou une objection d’élève. En effet, obligé de suivre pas à pas la logique de l’enseignant, l’élève ne peut exprimer sa propre (in)compréhension du problème – et lever ainsi la contradiction ressentie entre son raisonnement et celui du l’enseignant. Celui-ci pose une série de questions, chacune en soi relativement évidente – et même contraignante – menant à la solution, mais sans que l’élève l’ait saisi dans son ensemble et sans qu’il ait pu l’intégrer dans sa logique à lui.

A la limite, on en arrive à "l’effet Topaze"[21] de Brousseau. Exemple authentique :

M Pour trois jours... Si on sait que pour un jour c’est deux francs, on multiplie par combien ?

E Par deux.

M Pour passer de un à trois ? !

E Heu, trois !

M Fois trois. Donc deux fois trois... [!] ?

E Six.

M Six. Donc après trois jours, notre intérêt réel sera de six francs.

Au-delà de l’effet comique, l’erreur de l’élève (en arriver à dire que pour trois jours il faut doubler le chiffre pour un jour !) montre bien à quel point ce genre de dialogue déresponsabilise, voire paralyse, l’esprit de l’élève. On ne lui demande que de donner la réplique, le véritable acteur c’est l’enseignant. Pas étonnant que parfois la distraction l’emporte !

Autre désavantage, souvent évident pour l’observateur externe, sinon pour l’enseignant : un dialogue de ce type mené avec un seul élève, déjà conscient d’avoir "fait faux", peut devenir rapidement stressant pour lui (même si sa relation avec l’enseignant est généralement plutôt positive), l’amenant à progressivement perdre pied et répondre un peu n’importe quoi (nous en avons vu assez d’exemples !).

[21] Brousseau (2003) désigne ainsi (en référence à la pièce de Marcel Pagnol dans laquelle le maître prononce toutes les lettres dans la dictée : "les moutonsss", etc.) le fait, lorsqu’un élève rencontre une difficulté, de la surmonter à sa place, d’une manière ou d’une autre ("petites marches" dans les problèmes, suggestions, etc.). Quand l’aide est déterminante, l’élève n’accomplit pas lui-même l’effort nécessaire, qui l’amènerait à un niveau de compréhension propre à réaliser l’apprentissage visé. L’objectif primitif n’est donc pas atteint. On admet qu’il peut être nécessaire de procéder ainsi, pour débloquer des élèves en difficulté, mais l’enseignant doit alors être conscient du procédé et ne pas en abuser (voir le "dépannage", ci-dessous).

On ne fait que casser la confiance en soi de l'élève, ainsi. De plus, c'est humiliant, particulièrement si cela se passe en classe entière. Enfin, souvent les autres élèves ne se sentent pas concernés par ce genre de dialogue, voire ont l'impression de perdre leur temps. En ce cas, la priorité donnée au contrôle se transforme en autogoal.

Autre réaction à une difficulté qui sacrifie le sens au profit de la directivité et du contrôle : les recherches TIMSS-vidéo ont mis en évidence qu'il est fréquent qu'un problème soit posé en termes de compréhension, mais que l'enseignant (probablement souvent sans s'en rendre compte) gère sa résolution uniquement en termes procéduraux (cf. p. 57, *Première alternative : dérive discrète de l'approche directive et appauvrissement du contenu*). Cela se passe souvent en réaction à des incompréhensions de la part des élèves. D'une question plus ou moins ouverte, qui appelait à la réflexion, on passe à une question uniquement procédurale, voire à une situation où l'enseignant prescrit les opérations à effectuer.

Pour conclure, autant il nous semble que le choix d'une séquence en mode transmissif, ou même d'une structure d'ensemble directive, peut souvent se justifier, autant il nous semble que la *réaction* directive, lors d'une rupture dans la communication avec l'élève, est plus rarement indiquée. En effet, il est possible que des élèves puissent parfaitement suivre certaines séquences transmissives, qui constituent alors des procédés efficaces et rapides. Par contre, une rupture dans la communication signale justement qu'il y a vraisemblablement une difficulté. Il serait alors généralement plus indiqué que l'élève soit encouragé à expliciter celle-ci, plutôt que de réduire précisément à ce moment-là son initiative intellectuelle, en renforçant l'aspect transmissif. De même, il serait important d'assurer qu'il y ait compréhension sur le point qui fait problème, justement, plutôt que de simplifier de fait la tâche demandée.

D. Limites de la structure directive

Au-delà de la gestion de l'interaction, c'est la structure même de la situation directive qui est inadéquate pour les difficultés et apprentissages majeurs, qui sont difficilement réduits en parties simples et évidentes. Utiliser des inconnues pour poser une équation, par exemple, nécessite un saut vers la pensée formelle qui ne se décompose pas en petites étapes faciles. Dans cet apprentissage, les difficultés, les tâtonnements et les rechutes sont assurés, et doivent pouvoir être explorés pour réellement comprendre et consolider la démarche. On est dans le cas de figure qui appelle le plus fortement un traitement constructiviste, qui reconnaît que l'apprentissage nécessite la déstabilisation d'une représentation ou raisonnement antérieur, et un vrai travail de reconstruction et consolidation du nouveau. Certains enseignants, d'inspiration plus behavioriste, cherchent plus ou moins consciemment à éviter les erreurs, de peur que l'élève les confonde par la suite avec la solution, et retombe ainsi dans une "mauvaise habitude". Cependant, en évitant les difficultés et la confusion, souvent on évite aussi une véritable compréhension. En évitant les difficultés on évite *la* difficulté ! On ignore notamment les incompréhensions et fausses conceptions préalables des élèves, les produits de leur pensée vivante et propre, qui peuvent resurgir par la suite et noyer la solution superficiellement apprise.

Les enseignants japonais, au contraire, considèrent que pour les maîtriser, les élèves doivent réellement *se débattre* avec ce genre de problème, avant qu'une solution leur soit fournie. Il est probable qu'un grand nombre d'enseignants soient – en principe – d'accord avec eux. Le hic, déjà relevé, c'est qu'il est plus difficile de gérer, de garder le contrôle tant cognitif que comportemental, dans une interaction de ce type, particulièrement dans une situation frontale (cf. note 20). C'est ainsi qu'on explique la constatation, paradoxale mais avérée, que les enseignants ont tendance à passer (comme l'enseignant de la leçon SW 1) plus rapidement sur les parties plus difficiles d'un apprentissage, sur les moments critiques potentiellement les plus riches pour le développement intellectuel, sans doute parce qu'ils sont aussi les plus difficiles à gérer. Ces difficultés, bien réelles, amènent beaucoup d'enseignants à se contenter d'une interaction plus directive.

E. Une évolution socioculturelle entraîne-t-elle celle de l'enseignement ?

Alors que les résultats de la recherche TIMSS-vidéo 95 pouvait suggérer la supériorité absolue des méthodes constructivistes utilisées avec tant de succès au Japon, l'élargissement de l'étude TIMSS-vidéo R pour inclure Hong Kong et la Tchéquie a imposé un constat plus relativiste, puisque ces pays obtiennent aussi des résultats supérieurs avec des méthodes directives. Il nous semble intéressant de tenter une interprétation de cette diversité, qui peut aussi éclairer la diversité de pratiques dans un seul pays.

On peut d'abord postuler que la diversité des types d'enseignement observée s'est développée en fonction des conditions et dynamiques culturelles et sociales locales, et généralement à partir des méthodes directives des enseignements traditionnels (notamment religieux) : la personne détenant la connaissance la montre, éventuellement l'explique, puis propose aux apprenants de la reproduire. Si les méthodes directives modernes ne reposent plus exclusivement sur l'apprentissage par cœur de formules verbales et font (en principe) appel à la raison des élèves au cours de l'ostension de la solution, on notera que la grande majorité des leçons (celles du Japon exceptées) sont toujours organisées dans cet ordre traditionnel : l'enseignant présente un problème et sa solution, puis les élèves la reproduisent avec des exercices.

Ce n'est pas surprenant, puisque cette approche est efficace tant qu'on dispose d'apprenants motivés, même si elle privilégie sans doute la quantité de matière abordée par rapport à la qualité de la compréhension. D'ailleurs, même les enseignants pratiquant les méthodes constructivistes avec succès y ont constamment recours dans les faits. Comme l'ont relevé les chercheurs suisses-allemands de TIMSS-R vidéo 1999, elle est aussi souvent préférée dans les filières des "bons" élèves (Ferrez, 2004). Elle devient quasiment la règle dans l'enseignement supérieur.

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 le savoir, envers la figure sociale de l'enseignant et plus généralement envers les adultes et l'expérience accumulée du passé. Il s'agit des attitudes des élèves, mais elles-mêmes conditionnées par celles des enseignants, des parents et de la société en général.

Cette méthode serait efficace tant que les élèves sont suffisamment motivés pour soit apprendre par cœur, soit prendre spontanément l'initiative de décortiquer et reconstruire activement un savoir livré "clés en main". Par contre, quand le respect pour l'enseignante[22], la curiosité et la valeur accordée au savoir en question 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" peut-être plus dans une banlieue de Genève. Il peut même devenir quasiment inconcevable, voire être oublié.

Ainsi, des "experts" suisses romands ont eu une impression quasi proustienne en regardant les leçons "typiques" tchèques (de Marcellus, 2003). Ces leçons commencent généralement ainsi : plusieurs élèves sont appelés successivement au tableau pour écrire puis expliquer, sans intervention de l'enseignant, la résolution d'un problème entier relativement complexe et sur lequel ils sont notés. Ce procédé, très courant en Suisse (et aux États-Unis d'après les souvenirs de l'auteur !) quand les "experts" étaient eux-mêmes élèves, semble avoir pratiquement disparu, comme si on ne pouvait plus s'attendre à ce que les élèves assument une telle responsabilité[23].

---

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

[23] 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. Quelle que soit la personne qui écrit, généralement l'enseignant

Quand la motivation des élèves décline, deux évolutions possibles se dessinent.

Première alternative : dérive discrète de l'approche directive et appauvrissement du contenu

L'approche (directive) reste apparemment inchangée. Cependant, changement il y a dans la réalité des apprentissages, car si des élèves moins motivés ne font plus spontanément l'effort pour reconstruire et comprendre un enseignement directif, l'apprentissage tendra automatiquement dans les faits à se limiter aux aspects procéduraux, à du "par cœur" relativement fragile.

Insensiblement, le but principal deviendrait de savoir 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 (ou d'ailleurs d'entrer "en matière" suffisamment pour assumer le petit rituel encore en vigueur en Tchéquie). C'est ainsi aussi qu'on peut interpréter, entre autres, le fait que *les échantillons des États-Unis, d'Australie et des Pays-Bas de la recherche TIMSS 99 ne contiennent même pas assez de démonstrations mathématiques pour en faire une estimation fiable,* alors que, en Suisse par exemple, il y a tout de même 11% des leçons qui en comporte au moins une (39% au Japon).

Une telle évolution pourrait aussi expliquer que des énoncés de problèmes identiques semblent en réalité faire appel à un travail différent, selon la culture scolaire des mathématiques du pays considéré. En effet, si on examine le rapport entre énoncé de problème et résolution effective pour l'ensemble des pays participant à la recherche internationale TIMSS (Jacobs et al., 2004 ; Ferrez, 2004), on constate une divergence nette (Figures 1 et 2).

Dans cette recherche internationale, on a cherché à catégoriser chaque problème abordé en déterminant :

1) si l'énoncé du problème était formulé en termes de sens (recherche de liens entre des idées, des faits ou des procédures mathématiques (codé M), d'utilisation de procédures (P) ou d'explicitation de propriétés (S) ; et

2) comment le problème a été effectivement résolu par la suite, selon ces trois approches, voire par le simple énoncé du résultat (A).

A Hong Kong, en Tchéquie, aux Pays-Bas, au Japon (et en Suisse, voir ci-dessous Figures 7 et 8), le nombre de problèmes résolus en impliquant seulement des procédures (ou en se bornant à formuler le résultat) est inférieur au nombre de problèmes *énoncés* en ces termes. Un énoncé en termes procéduraux peut donc annoncer une recherche de relations, de sens ou au moins d'explicitation de propriétés mathématiques 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).

---

soutient et contribue beaucoup à la résolution du problème par le truchement de questions et compléments. Plus souvent encore, il ne demande que des réponses partielles.

Figure 1. Pourcentage moyen de problèmes par leçon ayant un énoncé de chaque type, par pays

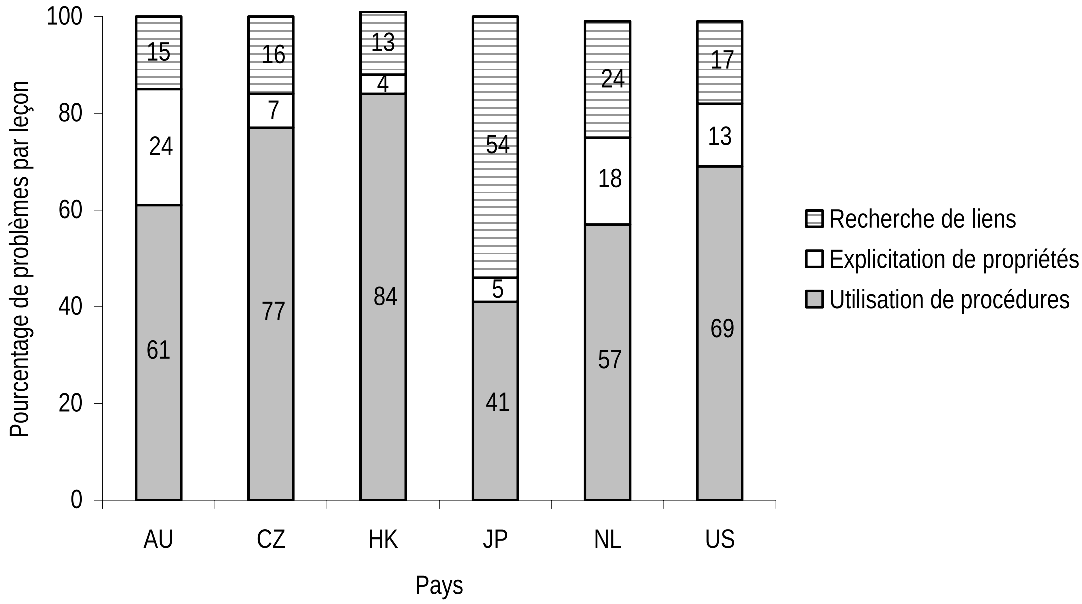
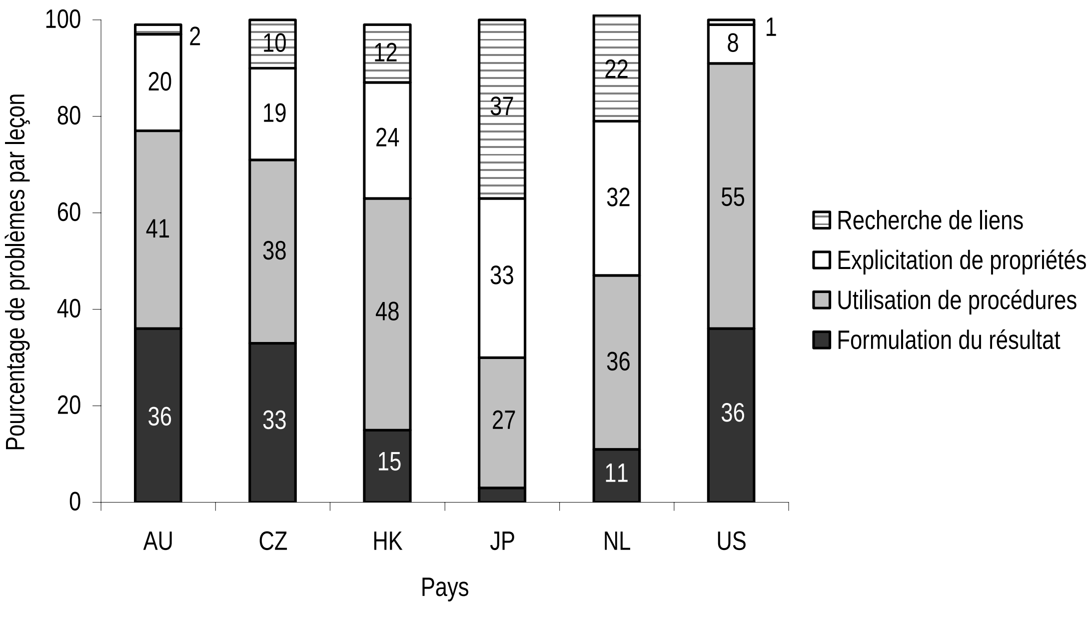
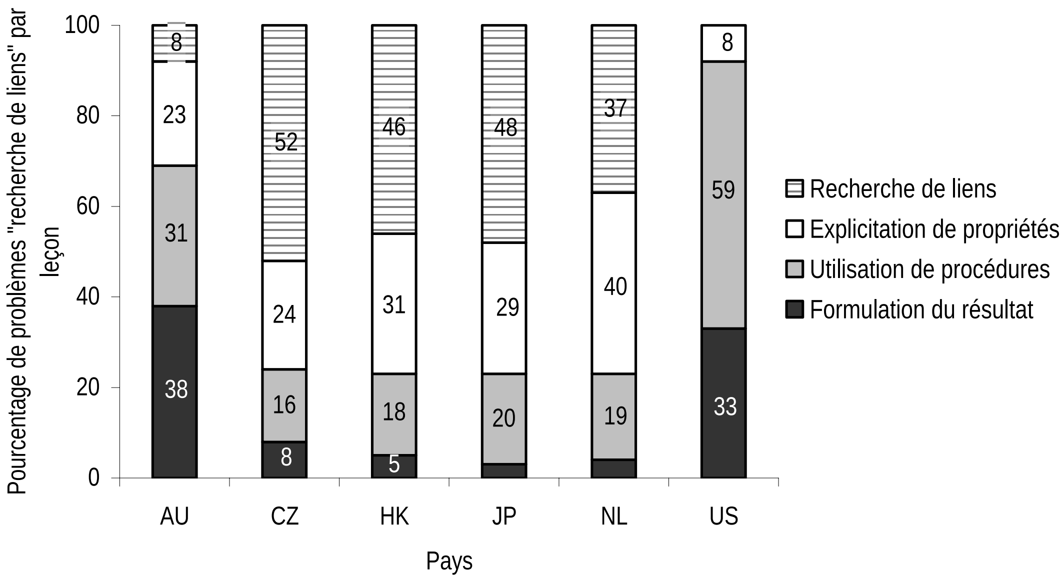


Figure 2. Pourcentage moyen de problèmes par leçon résolus en appliquant explicitement les processus de chaque type, par pays



Le contraste est encore plus saisissant si on examine uniquement la manière dont sont résolus les problèmes énoncés comme des "recherches de liens", de sens (Figure 3).

Figure 3. Pourcentage moyen de problèmes par leçon avec énoncé "recherche de liens" résolus en appliquant explicitement les processus de chaque type, par pays



Si dans les autres pays environ la moitié de problèmes énoncés en termes de sens sont résolus à un niveau moins élaboré, l'Australie et les États-Unis font de nouveau bande à part. *Aux États-Unis en particulier, où 17% des problèmes sont énoncés en termes de liens à rechercher, seul un nombre statistiquement négligeable sont résolus ainsi !*

Heureusement, en Suisse romande, le contrat didactique inclurait encore souvent davantage de sens (bien qu'à regarder de plus près on constate déjà des genres de leçons très différents à cet égard). En effet, si seulement environ 12% des problèmes sont énoncés en termes de "recherche de liens", plus de 70% de ceux énoncés ainsi sont ensuite effectivement résolus de cette manière – proportion dépassée seulement par le Japon. Il y davantage de problèmes énoncés en termes procéduraux que résolus de cette manière, et inversement, plus de problèmes résolus en termes de "recherche de liens" qu'énoncés ainsi. *Quel que soit l'énoncé*, 30% des problèmes sont de fait résolus en se référant au sens, la Suisse romande se classant à nouveau juste derrière le Japon à cet égard. La référence au sens a encore un *sens* assez clair ! (cf. Figures 7 et 8, p. 133 et 134) (Ferrez, 2004 ; Floris, 2002 et communication personnelle).

Tout se passe donc comme si enseignants et élèves de certains contextes culturels s'attendaient à souvent dépasser 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 ! Le "contrat didactique collectif" d'une culture déterminerait donc le sens effectif d'énoncés apparemment identiques.

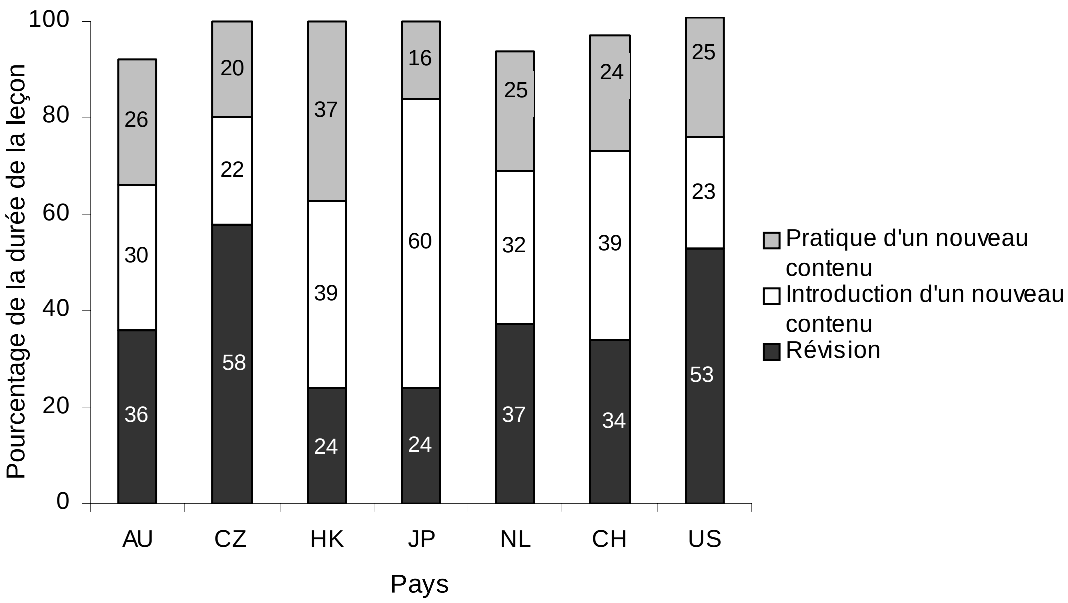
Puisqu'une telle façon d'opérer est le plus souvent en contradiction avec les principes affichés des enseignants, il est probable qu'ils ne sont même pas conscients de ce glissement. *L'analyse vidéo pourrait se révéler utile ici pour faire prendre conscience de cette situation*, ainsi que pour analyser les interactions et les contraintes qui détermineraient les évolutions divergentes de l'enseignement.

Parallèlement à cette dérive, on cherche souvent à motiver les élèves, non plus en stimulant leurs sentiments de curiosité, en leur jetant des défis intellectuels, mais en invoquant *l'utilité* des mathématiques à travers des exemples de calculs du quotidien (des proportions de mélange pour cyclomoteurs en Australie ou des calculs de rendements bancaires en Suisse !) Utiliser de tels exemples peut évidemment être positif en soi. Malheureusement, cette pratique correspond souvent à un enseignement par ailleurs dangereusement appauvri au niveau du questionnement, qui renonce à éveiller la curiosité intellectuelle de l'élève.

Ce sont des pratiques superficielles de ce genre, ou encore le recours à des objets manipulables *("hands on activities")*, qui donnent à la majorité des enseignants américains l'impression de pratiquer les méthodes constructivistes préconisées par le *National Council of Teachers of Mathematics*, alors que les experts de celui-ci se désolent d'en trouver très peu de traces dans les leçons filmées. Par contre, dans les pays les plus performants (Japon, Hong Kong, Tchéquie) on utilise plus rarement des problèmes situés dans le quotidien – que la méthode soit constructiviste ou directive ! (Ferrez et al., 2004).

Dans cette dérive de l'approche directive, c'est aussi la proportion des leçons consacrées à la *révision* qui augmente par rapport à l'introduction et la pratique de nouveaux contenus (ibid.)[24].

Figure 4. Pourcentage moyen de la durée de la leçon consacrée aux différents buts, par pays



Puisque le sens se fait rare, on se fie aux révisions, à la multiplication des exercices, voire à la mémorisation brute, pour "faire entrer" au moins les procédures. "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 !", attitude d'autant plus surprenante qu'il s'agit d'un calcul de l'aire d'un polygone, facilement l'objet d'un raisonnement.

C'est aussi ainsi qu'on expliquerait que l'enseignement des mathématiques, aux États-Unis particulièrement (pays en queue de peloton des pays industrialisés dans les épreuves internationales), a surtout recours à des concepts énoncés mais pas développés et met un accent excessif sur un grand nombre de problèmes de contenu élémentaire, sur les révisions, les procédures, les applications et les exercices plutôt qu'en proposant une réflexion sur moins de problèmes nouveaux et de niveau plus élevé (Seago, 1997 ; Stigler et al., 1997 ; Ferris, 2004).

---

[24] Le temps important consacré à la révision en Tchéquie correspond à une pratique différente : il s'agit de la présentation par les élèves de problèmes entiers au tableaux en début de leçon dont il a été question et qui n'est pas une révision passive, mais justement l'occasion pour l'élève de s'approprier un problème dans son ensemble – y compris sa présentation explicite.

Cette dérive de la méthode directive se comprend. Face à un élève peu motivé, si on continue de se contenter d'indiquer de façon unilatérale une marche à suivre, une série de procédures, il n'y aura personne pour s'occuper du sens. Pour assurer la compréhension il faudrait réveiller la curiosité de l'élève, le faire "entrer en matière", se poser des questions…et lui répondre. Difficile d'y arriver sans un dialogue ou interaction de qualité supérieure avec les élèves. On peut dicter une suite de procédures à effectuer, pas une réflexion.

Deuxième alternative : le constructivisme pour retrouver le sens

Face au désinvestissement des élèves, l'autre alternative est de modifier plus ou moins radicalement la forme de l'enseignement, afin de favoriser 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) sont structurés afin que le raisonnement, le *sens,* soit le but si possible incontournable de l'exercice – typiquement en incluant une phase de recherche (individuelle et/ou collective) avant l'institutionnalisation d'une démarche par l'enseignante. Cette approche est souvent mise en avant quand la question primordiale devient celle d'impliquer réellement les élèves (typiquement ceux de filières "faibles" ou "a-scolaires") dans un apprentissage. C'est ainsi que M. Altet conclut une étude approfondie d'observations en classe en citant G. 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*." (Altet, 1994a, p. 254).

Cette conclusion rejoint par un autre biais les constats des sociologues, pour qui l'école (comme les autres institutions) ne font plus autorité, laissant à tous les "acteurs" du système un travail important d'auto-représentation de leurs rôles sociaux, de construction de sens. Pour l'enseignant comme pour les élèves, "L'identité sociale n'est pas un 'être', mais un 'travail'" (Dubet, 1994). L'adhésion des élèves au projet scolaire va de moins en moins de soi. Tel un comédien, "l'enseignant doit 'conquérir' un public qui lui échappe sans cesse" car "la quiétude ancienne n'est plus acquise, et, dans le meilleur des cas, elle inquiéterait puisque les élèves doivent participer. "

Cette évolution est une évidence pour les enseignants : " 'Avant, on avait la trouille du prof, on ne bougeait pas mais on rêvait beaucoup. Moi, je sais que le cours magistral ça permet de rêver. C'est extraordinaire, on regarde le prof qui parle, et puis on est ailleurs. Et c'est vrai, eux, effectivement, ils ne feignent pas, ils n'ont plus envie, ça se voit' : (…) au lieu de manifester tous les signes extérieurs de l'attention, ils 'zappent', ils font autre chose, bavardent, jouent avec leurs crayons, griffonnent, se déplacent, créant une sorte de bruit de fond que les plus anciens des enseignants ont du mal à supporter. Le professeur ne peut plus se reposer sur le 'faire semblant' de la classe, parler à dix élèves et laisser dormir les autres." (Dubet et Martucelli, 1996). Si le professeur peut encore compter sur la "trouille" dans beaucoup de classes de la campagne romande, l'enseignant que cite Dubet décrit parfaitement beaucoup de classes de Genève.

Dans cette situation, Dubet constate que les maîtres en France sont confrontés à une alternative : faire en sorte que la sociabilité puissante des adolescents serve à dynamiser le projet éducatif, ou laisser cette sociabilité se constituer en dehors – et même contre – le projet scolaire. On reviendra ci-dessous sur la première possibilité – l'alternative constructiviste ou dévolutive.

"Singapore maths" et le "backlash" contre les méthodes actives

Si on ignore les contextes sociaux-culturels qui ont provoqué ces évolutions des méthodes d'enseignement – et particulièrement si on est peu sensible aux problèmes des populations scolaires les plus fragilisées – une réponse facile aux problèmes de l'école (et aux difficultés très réelles rencontrées par certaines applications de méthodes "actives" mal comprises !) est d'imaginer revenir aux méthodes qui fonctionnaient avant. L'école d'hier joue alors l'Arlésienne (pour ainsi dire…), profitant du vent politique favorable aux solutions plus autoritaires, expéditives, économiques et en fin de compte discriminatoires. Ainsi aux États-Unis, il y a des chercheurs et enseignants qui veulent s'inspirer de l'exemple constructiviste du Japon, mais aussi une droite qui attaque les "fuzzy maths" (Schoenfeld, 2007) et ne jure que par les "Singapore maths" !

La ville-état de Singapour a, en effet, parmi les meilleurs résultats sur les épreuves internationales de maths, avec une approche apparemment assez semblable à celle de Hong Kong. Aux États-Unis, des "think tanks" de droite, tels que le *Hoover Institution* de l'Université de Stanford (Garelick, 2006) ou une commission nommée par l'administration Bush prônent l'utilisation de ses manuels de mathématiques. Ceux-ci sont dépourvus des jeux, "activités" et illustrations – censées fournir quelques motivations extrinsèques aux écoliers – qui gonflent les livres scolaires états-uniens. Cela n'est sans doute pas une grande perte, mais ces manuels ne contiendraient pas non plus beaucoup d'explications des raisonnements mathématiques. Cela ne serait pas un problème pour leurs promoteurs américains, puisque les élèves reçoivent des "instructions explicites" sur comment les résoudre et de multiples exercices d'application. Selon cette approche, on éviterait aussi de faire réfléchir les élèves à des problèmes avant de fournir une solution, de tâtonner ou de chercher de multiples méthodes de résolution, activités qui sont considérées inefficaces et comme une perte de temps…

Ainsi, profitant des faiblesses réelles et de la très piètre mise en œuvre du programme constructiviste, la droite cherche un modèle d'enseignement dans la dictature confucianiste de Singapour, un projet qui ne ferait que creuser les différences de classe entre les élèves qui ont intériorisé l'importance de la formation et les autres. Ici encore, les comparaisons internationales nous offrent peut-être une loupe grossissante de nos problèmes domestiques !

Notons toutefois que selon Ginsberg et al. (2005) les choses ne paraissent pas si simples. En effet, ils prétendent qu'en comparaison avec ceux de Singapour, les manuels scolaires états-uniens "privilégient les définitions et les formules au détriment de la compréhension mathématique", formant ainsi "des élèves qui ont seulement appris à appliquer mécaniquement des procédures mathématiques pour résoudre des problèmes routiniers." Quoi qu'il en soit, gageons que ce n'est pas en imitant l'école de Singapour que les États-Unis pourront motiver et remonter le niveau de l'ensemble de leur population scolaire.

III. L’option dévolutive

A. Logique et avantages de la structure dévolutive

Dans cette approche, les moments critiques d’apprentissage d’une leçon, tout en s’intégrant dans un ensemble pouvant inclure des moments plus transmissifs ou directifs, se constituent autour du "défi" intellectuel d’un ou deux problèmes, qui sont en principe (avec les apports, indices, etc. fournis par l’enseignant) à la portée des élèves. Évidemment, les élèves ne découvrent pas tous seuls, mais ces scénarios offrent des moments de réflexion, d’activité mentale autonome de l’élève, qui doivent leur permettre d’intégrer progressivement les concepts nouveaux à leurs structures mentales propres. Les leçons typiques japonaises en fournissent de particulièrement beaux exemples.

Travailler un problème avant de recevoir la solution

En effet, dans tous les autres pays étudiés dans la recherche TIMSS-vidéo, la structure d’ensemble des leçons est en règle générale la même : après avoir souvent révisé des devoirs, l’enseignant présente un nouveau problème et sa solution, puis propose des exercices d’application (souvent nombreux) aux élèves. Au Japon, la démarche est typiquement inversée : l’enseignant propose *un seul* problème, les élèves cherchent à le résoudre (individuellement et/ou en groupes) sans son aide, puis on met en commun leurs propositions. Enfin, l’enseignant intervient pour institutionnaliser une solution (ainsi, la phase transmissive de la leçon "typique" japonaise ci-dessous n’intervient qu’après 31 minutes). On propose alors un deuxième, voire un troisième problème, analogue mais généralement un peu plus complexe. Les leçons japonaises comportent un nombre significativement moins élevé de problèmes (trois par leçon en moyenne, mais de niveau nettement plus élevé) par rapport aux autres pays de la recherche TIMSS. Les élèves consacrent à chacun en moyenne 15 minutes, contre 2 à 5 minutes par problème dans les autres pays. On compte ainsi plus sur la réflexion active et la compréhension que sur le nombre d’exercices pour faire retenir les procédures correctes. Parallèlement, les leçons japonaises sont celles qui consacrent le moins de temps à la révision, par rapport à l’introduction de notions nouvelles.

Chercher, pas forcément tout découvrir

Demander aux élèves de chercher d’abord eux-mêmes la réponse au problème, n’implique pas qu’on compte faire découvrir la solution recherchée par tous les élèves. La leçon japonaise sur les inégalités, ci-dessous, est ainsi un exemple à la fois de pédagogie de la découverte et de pédagogie différenciée. Si seulement quelques élèves résolvent le problème par la pose d’une équation ou d’une inéquation, tous trouvent une solution correcte en faisant appel à des méthodes différentes : itération simple, construction d’un tableau, calcul mathématique intuitif, etc. (24% des leçons japonaises de TIMSS comportaient des comparaisons entre méthodes de solutions alternatives, une proportion bien plus élevée qu’ailleurs). Ceci est cohérent avec le but formulé par l’enseignant pour cette leçon : un enseignement différencié, *permettant à tous les élèves de réfléchir productivement et de trouver une solution, même si celle-ci est de niveau plus élémentaire.*

Apparemment, les japonais considèrent que le fait d’avoir posé et résolu indépendamment le problème, quel que soit le niveau de la méthode utilisée – donc *de s’être vraiment posé la question* – fournit une base permettant une assimilation solide de la solution de plus haut niveau (en l’occurrence celle utilisant une inéquation) qui, elle, est de fait présentée de façon transmissive à la majorité des élèves. D'une part, tous auront vraiment assimilé la question de départ. D'autre part, même si la solution utilisant l'inéquation est acquise de manière transmissive, elle pourra s'arrimer aux opérations concrètes des solutions moins abstraites, ne serait-ce qu'en lui fournissant une vérification plus tangible du sens et de la justesse du résultat obtenu par la méthode plus abstraite. D'ailleurs, on remarquera que quand un élève a trouvé une première solution, l'enseignant ne lui suggère pas de chercher la solution utilisant une inéquation. Il se borne à lui demander s'il peut trouver une autre solution " plus simple".

Cette leçon n'en est pas moins un bel exemple de pédagogie de la découverte. D'ailleurs, des recherches déjà anciennes (Cronbach, 1973) ont conclu que dans certaines circonstances, la tentative de découverte (suivie d'une explication) peut être plus efficace que la découverte réussie pour la rétention de la solution correcte.

B. La variété d'approches dans les leçons dévolutives

La leçon illustre aussi un autre aspect important : que les moments de réflexion, voire de créativité, demandés à l'élève aux moments clés d'une leçon constructiviste, sont normalement insérés dans une *variété* de situations (collectives, individuelles, de groupe), de modes (plus ou moins transmissifs) et de degrés de difficulté. La combinaison de plusieurs approches complémentaires (informations et cadrage de l'enseignant, réflexion individuelle des élèves, interventions d'autres élèves, explication et institutionnalisation transmissive de la solution par l'enseignant, problèmes de consolidation, etc.) facilite sans doute la compréhension. Selon les élèves (de Marcellus, 2002) c'est aussi un puissant facteur de motivation. En effet, elle permet des "pics" d'activité, des moments de réflexion, d'autres plus transmissifs ou de révision ne requérant des élèves qu'une assimilation plus passive, des moments d'institutionnalisation, de vérification, de rattrapage, de consolidation et… de repos ou détente. En effet, on ne peut pas demander aux élèves, et encore moins à l'enseignant, d'être engagé dans une activité intellectuelle intensément créative pendant toute la leçon ! Il s'agit donc de leçons qui "respirent" avec des rythmes variables – mais qui de temps en temps s'envolent.

Nous avons déjà cité Astolfi sur le rôle d'une variété – incluant aussi des moments transmissifs – dans une approche constructiviste bien comprise. Par ailleurs, l'importance de la variété est connue (bien que visiblement sous-estimée par beaucoup de praticiens) depuis longtemps. C'est ainsi que Legendre et al. (1995, p. 1199) rapportent : "L'une des caractéristiques de l'enseignant efficace demeure sa capacité de varier son style et ses stratégies d'enseignement (…) Une étude exhaustive de Flanders (1965) démontre que les enseignements les plus efficaces (en regard des résultats scolaires) étaient ceux qui étaient les plus flexibles. Un enseignant flexible tantôt dirige le travail de l'élève, tantôt laisse place aux initiatives individuelles." D'ailleurs ces variations ne sont pas introduites au hasard, ni forcément selon la logique du sens commun. Legendre continue : "Un enseignant est plus ou moins directif en fonction de la perception que les élèves ont de la tâche d'apprentissage. *Si la tâche est claire et précise pour eux, alors l'enseignant peut se permettre d'être plus directif.* Par contre, si la tâche est mal comprise, l'enseignant doit être *moins* directif." Pour Flanders et Amidon (1981), "*être directif lorsque l'élève ne comprend pas accroît la dépendance de l'élève* envers l'enseignant…"

De même, Raynal et Rieunier (op. cit. p. 271), citant les recherches de Scandura, Landa et Cronbach, concluent que le choix entre méthode de découverte et méthode expositive ne peut être tranché de manière générale, mais devrait dépendre de l'objectif, du contexte de l'apprentissage et du profil des apprenants.

C. Leçons à structure dévolutive

Les leçons japonaises de la recherche TIMSS sont celles qui comportent *le plus de situations différentes* (huit en moyenne), tout en traitant de beaucoup *moins de problèmes* (trois) et de concepts différents, de façon plus prolongée. On attaque donc un même apprentissage par tous les côtés. Dans la leçon sur les inégalités (la première de sept prévues sur le thème), on peut distinguer six phases différentes : collectif non-transmissif (présentation du problème) ; travail individuel autonome (maître n'offre que des indices) ; collectif non-transmissif (présentations des élèves, maître commente sans évaluer) ; transmissif (maître institutionnalise) à partir de la 31^{e} minute ; individuel non-transmissif (travail sur un deuxième problème analogue) ; validation par maître. On observera que le maître intervient de façon très différente pendant les phases successives de la leçon, mais de façon homogène à l'intérieur de chacune.

Il s'agit d'une classe de niveau hétérogène, l'école japonaise ne pratiquant ni filières ni redoublement avant le secondaire supérieur !

Une leçon japonaise

I. Phase de présentation du problème (4 min.)

Maître : "Ok. Euh. Ça fait un mois depuis que la mère d'Ichiro est entrée à l'hôpital. Euh. Il a décidé d'aller prier avec son petit frère chaque matin dans un temple près de chez lui afin qu'elle guérisse rapidement. Euh. Il y a dix-huit pièces de dix yens dans le porte-monnaie d'Ichiro et seulement vingt-deux pièces de cinq yens dans celui de son petit frère. Ils ont décidé, à chaque fois, de prendre chacun une de leurs pièces et de la mettre dans la boîte à offrandes et de continuer leurs prières jusqu'à ce que leur porte-monnaie soit vide. Un jour, après avoir fait leurs prières, quand ils ont regardé chacun dans son porte-monnaie, le petit frère avait une plus grosse somme d'argent qu'Ichiro. Combien de jours se sont écoulés depuis qu'ils ont commencé à prier ? C'est ça le problème".

Pour faciliter la représentation du problème, le maître déplace matériellement sur le tableau des paires de jetons, représentant les pièces de 5 et 10 yens, des bourses des frères vers la caisse du temple. De ce fait, il suggère ainsi assez fortement la méthode la plus "frustre" d'itération.

II. Phase de travail individuel (13 min.)

Les élèves trouvent cinq sortes de solutions :

- itération simple, terme à terme
- tableau chronologique des sommes de chacun
- mathématique : $180 - 110 = 70$; $70 / (10 - 5) = 14$; $14 + 1 = 15$
- équation : $180 - 10x = 110 - 5x$
- inéquation : $180 - 10x < 110 - 5x$

On observera que le maître interagit avec les élèves de façon très différente pendant les phases successives de la leçon, mais de façon homogène à l'intérieur de chacune. Pendant cette phase, l'enseignant est un observateur généralement silencieux, n'intervenant que par de brèves suggestions ou questions (qui généralement n'appellent pas de réponse des élèves). Comme dans la leçon SW 262, mais à la différence de beaucoup d'autres (la SW 203 ou la US 021, par exemple), c'est le maître qui observe et initie les interactions pendant le travail individuel. Les élèves sont responsables de leur travail pendant le travail individuel et normalement n'appellent pas à l'aide.

Le maître ne donne d'abord que des indices encourageant la stratégie spontanée de l'élève :

5:34 M Tu l'as fait jusqu'à la deuxième journée ? Ensuite à la troisième journée, qui a plus ? Celui-ci a plus ? Puis, qu'en est-il de la quatrième journée ? Si tu continues à le faire comme ça ? Ok ?

Une deuxième série d'indices encourage à trouver une méthode plus élégante :

9:21 M Maintenant, eh bien... Y a-t-il une méthode plus simple pour le trouver ? Peux-tu, s'il te plaît, trouver ça ?

Le maître ne suggère pas de chercher une inéquation, mais la méthode "suivante", légèrement plus sophistiquée que celle trouvée :

13:57 M Et tu as obtenu ça à partir de la table, c'est ça ?

E Oui.

M Alors, est-ce que cela ne se trouverait pas par calcul ?

[Avec un autre élève] Hmm. Oh. Tu as formé une équation simultanée, c'est ça ? Ok. Alors. Ceci ok ? Peux-tu essayer de penser si ça peut être trouvé en formulant une équation ? Ok ?

Tous ces indices, comme les diverses réactions et solutions proposées par les élèves, sont prévues à l'avance (cf. plan de leçon sur le DVD) grâce à une mise au point didactique minutieuse réalisée par le groupe d'enseignants, utilisant la méthodologie du *Lesson Study*.

Le chercheur japonais note que l'enseignant parle volontairement assez fort pour que les autres élèves puissent aussi entendre ses suggestions, une technique appelée "kikan-shido". On est néanmoins frappé par la quantité de silences. Le maître note qu'il veille à "allouer du temps pour penser", une considération très absente d'une grande partie des leçons suisses. En effet, il parle peu et de façon groupée. De même, lors de la phase suivante, il n'y a pas d'enseignement dialogué. Le maître n'interrompt pas les présentations des élèves.

III. Phase de présentations des élèves (24 min.)

On relèvera ici que les élèves devant présenter leurs solutions en ont été prévenus lors de la phase de travail individuel ; que le maître n'interrompt jamais leurs exposés, n'intervenant que peu et après coup, pour clarifier et institutionnaliser ; que les cinq types de solutions sont acceptées comme correctes ; et que les cinq solutions (avec les petites pancartes prévues à l'avance pour les nommer !) restent sur le tableau. En effet, les Japonais considèrent qu'il est normal que l'attention ou la mémoire des élèves faiblissent à un moment ou un autre pendant une leçon. Par conséquent, ils s'arrangent pour qu'une trace de tous les raisonnements tenus reste visible pendant toute l'heure.

- Présentations des méthodes d'itération et en utilisant un tableau

Relevons seulement qu'on prend relativement beaucoup de temps pour écouter et consigner ces méthodes plus simples au tableau (même celle consistant simplement à déplacer les jetons autocollants sur le tableau, qui suscite quelques rires chez les élèves).

- Présentation de la stratégie mathématique

[$180 - 110 = 70$; $70 / (10 - 5) = 14$; $14 + 1 = 15$]

25:26 E Eh bien, au début. Bien, Ichiro avait cent quatre-vingts yens, et son petit frère avait cent dix yens, et comme il y a une différence de soixante-dix yens, et comme la différence [entre eux] devient plus petite de cinq yens à chaque jour, c'est soixante-dix divisé par dix moins cinq. Et comme le quatorzième jour ça devient exactement la même quantité d'argent, alors comme le jour après cela il y aura une différence, alors quatorze plus un donne quinze et c'est la quinzième journée.

	M	Ok. Ok ? Euh. Au commencement, il vient juste de le dire, il y a une différence de soixante-dix yens, ça va ? Dans cette expression, cela devient soixante-cinq yens. Ensuite soixante yens. Ça va ? Comme ça diminue ... par cinq yens, ok ? Alors il l'a obtenu en remarquant ceci, ok ? Ceux qui l'ont également essayé avec cette méthode ? Hein ? Une personne. Deux personnes. Est-ce qu'il y a juste deux personnes ? Ok. C'est bon.

- Présentation avec équations

[$y = 180 - 10x$; $y = 110 - 5x$]

27:29	E	Au début, Ichiro avait cent quatre-vingts yens, et comme il prend une pièce de dix yens chaque jour, alors… et prenons X comme le nombre de jours et si on rend la quantité d'argent qui reste en Y ... Alors ça devient l'équation : Y égale cent quatre-vingts moins dix X. Alors… et le petit frère (…) Il a cent dix yens, et comme il prend cinq yens à chaque jour, alors ça devient l'équation : Y égale cent dix moins cinq X. Et on obtient quand ils deviennent la même quantité d'argent, et X et Y deviennent quatorze et quarante, et à la quatorzième journée ils deviennent la même quantité d'argent…, et le jour suivant comme Ichiro dépose dix yens et son petit frère dépose cinq yens alors la différence, la quantité d'argent mise dedans par Ic- Ichiro est plus petite. Oh. C'est plus grand alors ... Le jour suivant Ichiro ... La quantité d'argent qui reste à Ichiro est plus, moins, alors ça devient le quinzième jour.
28:32	M	Ok. Ok, c'est bien. Ok. Elle l'a fait en utilisant exactement les lettres, mais celle-ci qu'on appelle X est le jour où c'est devenu exactement la même quantité d'argent. Ok ? Elle y a pensé à partir de ce fait, ok ? *[Écrit : Si X est le jour où la quantité d'argent devient la même]* Bien. Elle pose Y comme l'intérieur du porte-monnaie pour cette première journée, ça va ? Ou pour quelques personnes sans utiliser le Y, ok ? Il semblerait qu'il y a des personnes qui ont écrit ceci égale ceci comme ça [$180 - 10x = 110 - 5x$], ok ? Alors, eh bien, des équations simultanées comme ça, ou bien une équation juste avec X, ok ? Ceux qui ont essayé de le faire en utilisant des choses comme ça, pouvez-vous lever vos mains un peu ? Ok. C'est correct. Ok. C'est bon.

- Présentation avec inégalités

[$180 - 10x < 110 - 5x$]

Ici encore le maître peut faire appel à une solution d'élève. Cependant, au cas où aucun élève n'aurait utilisé cette méthode, le maître avait prévu (cf. plan de leçon sur le DVD) l'indice suivant : examiner l'équation "$180 - 10x = 110 - 5x$" et dire "Cherchons une représentation encore meilleure ! Si le petit frère a plus que le grand au bout de x jours, quel genre de symbole irait ici [à la place du symbole =] ?"

29:45	M	Ensuite, est-ce que tu peux dire pourquoi tu as obtenu une équation comme ça ?
29:48	E	Euh. Celui qu'on appelle X est cette journée après qu'ils ont fini leurs prières et…
29:51	M	Oui..
29:52	E	Et cette journée-là, comme la quantité d'argent du petit frère est plus – oh, était plus grande – que celle de son grand frère, bien (la quantité d'argent) d'Ichiro est, bref… Ich-Ic- qui avait cent quatre-vingts yens. Hein ? Ichiro est une seconde… bref ... bref, la différence dans les quantités d'argent cette journée-là.
30:24	M	Oui. *[Notons que l'enseignant laisse la parole entièrement à l'élève, même s'il bredouille, quitte à mieux expliciter le problème plus tard.]*
30:28	E	Le fait est que la quantité d'argent du petit frère est plus que celle d'Ichiro et…
30:28	M	Oui.
30:28	E	…et la personne qui avait cent dix yens est la quantité d'argent que le petit frère avait au début. Alors la quantité d'argent du petit frère est plus grande, et Kazu- oh ! celle d'Ichiro – est plus petite.
30:38	M	// Ok. Ok. C'est correct. Ok ? Ok, alors juste avant, ok ? Il y avait un certain nombre d'entre vous qui avaient formé des équations ou des équations simultanées. Alors à présent, il y en a parmi vous qui viennent juste d'écrire quelques équations. Mais maintenant ce X est placé un

peu différemment, vrai ? Ok. Alors, est-ce qu'il y a quelqu'un d'autre qui dit qu'il a aussi formé des équations comme ça ?

Euh, dans la dernière situation, vous avez placé X comme étant le jour où c'est devenu *la même quantité* d'argent. Ok. Comparativement à ce qu'il vient juste de dire, ok, euh ... Le jour où la quantité d'argent du petit frère est *plus grande* est X jours plus tard. Ok, est-ce qu'il y a quelqu'un qui a aussi formulé des équations comme ça ? *[Un autre élève lève la main]* Ok, alors vous êtes deux ! Ok. Alors des équations comme ça, en fait, ce sont celles que nous allons utiliser à partir de maintenant, ok ? Des équations qui utilisent des symboles comme ça ... euh on va les appeler inégalités *[écrit "Inégalités" au tableau]*.

IV. Phase transmissive (3 min.)

L'enseignant a renoncé par avance à faire faire la suite du calcul par l'élève, celui-ci ayant utilisé une méthode de calcul jugé trop complexe pour la classe à ce stade. Il préfère utiliser la méthode de substitution pour faire constater que la formule aboutit à la même solution que les méthodes déjà connues des élèves. Il s'agit pour lui (cf. *Lesson Plan*), de *centrer l'attention uniquement sur la pose* de l'inéquation (donc sur son sens), sans entrer dans les complications techniques de sa résolution (on remarque que les maîtres des leçons typiques de Hong Kong semblent aussi prendre soin de dissocier ces deux moments). Dans cette phase, le maître n'hésite pas à utiliser le mode transmissif, dans une séquence dialoguée recourant au partage topogénétique, mais uniquement pour montrer comment substituer la première valeur (correspondant au 13^{e} jour) dans l'inéquation :

33:30	M	Euh (…) Egawa, il a déjà obtenu [des choses] après cela en calculant, mais je pense qu'il y a plusieurs d'entre vous qui ont vu cela aujourd'hui pour la première fois – ok ? – alors aujourd'hui, je crois qu'on va vouloir trouver la valeur de X, qui est vraie pour cette équation, en mettant des nombres dedans. Ok ? (…) Et, quand on met un nombre à la place du X, lequel est plus grand ? Le membre du côté gauche [ou] le membre du côté droit ? *[Écrit : plus grand ou plus petit. Commence à remplir un tableau de valeurs à partir du 13^{e} jour.]* (….) Quand on a substitué treize à l'intérieur de ce X ... Ok ? Cent quatre-vingts moins dix fois treize.
34:58	M	Ok. Tout le monde ! *[Les enseignants japonais, comme ceux de Hong Kong, demandent ainsi parfois explicitement des réponses en chœur]* Combien est-ce que ça va donner ?
35:00	EE	Cinquante.
35:01	M	Ok. Comparativement à ça, le membre du côté droit est cent dix moins cinq fois. Dans ce X si on met encore treize ... combien ça fait ?
35:16	EE	Quarante-cinq.
35:17	M	Oui. Quarante-cinq. Ça signifie que, dans cette situation, les valeurs du membre de gauche et du membre de droite… Lesquelles sont les plus grandes ?
35:25	EE	Le membre du côté gauche.
35:27	M	Oui. Le membre du côté gauche est plus grand, vrai ? Ça signifie que comme ce côté est plus grand, alors si on demande par rapport à la relation de grandeur, ok ? Le symbole plus grand va dedans, ça va ? Ça signifie est-ce qu'on peut dire que celui qu'on appelle treize est un X qui est vrai pour cette inégalité ?
35:42	En	On ne peut pas dire ça.
35:42	EE	On ne peut pas dire ça.
35:43	M	Oui. Bon, la direction [du signe d'inégalité] est différente, vrai ? Ça signifie que comme on ne peut le dire quand c'est ceci, c'est faux. À cause du fait qu'on ne peut le dire, ok ? Je pense que j'aimerais mettre des signes *[marque un signe à côté de la valeur 13 pour x]*. Puis, en faisant la même chose si on met quatorze ... si on met quatorze ici, combien est-ce qu'ils vont être ? Et comment va être la relation de grandeur ? Qu'en est-il quand c'est quinze ? Maintenant, avec ça ok ? Je pense que j'aimerais que vous fassiez jusqu'ici. Et, si vous êtes dans des situations où on peut le dire s'il vous plaît encerclez-les !" *[Élèves reprennent le travail individuel]*

Il propose ensuite un deuxième problème, analogue mais plus facile (le but est que tous les élèves puissent cette fois poser une inéquation (50 + x > 80), même s'il s'agit d'une situation qui se résout facilement intuitivement, par une simple soustraction), laisse travailler brièvement les élèves, puis pose l'inéquation, en dialogue avec la classe.

Avant ou après avoir visionné cette leçon (la leçon entière, JAP1, et sa transcription française sont sur le DVD), qui coule ainsi de façon apparemment sans effort et sans difficultés vers la découverte de la notion visée, il faut consulter le *Lesson Plan* de l'enseignant (aussi sur le DVD) pour comprendre le secret de ce petit miracle : une préparation collective scrupuleusement réfléchie et expérimentée[25]. A chaque étape, les notions en jeu, les diverses réactions attendues des élèves et la formulation des indices que l'enseignant peut alors donner, pour stimuler un prochain pas dans la réflexion, sont explicitement prévues ! Le contraste est frappant avec le *Lesson Plan* de Hong Kong (Annexe 2), qui ne fait *aucune* hypothèse sur les réactions des élèves. C'est une conception complètement différente de la préparation d'une leçon.

Nous touchons là au grand défi de l'approche constructiviste : le professionnalisme, le niveau de maîtrise de la matière et de sa didactique, ainsi que la connaissance des raisonnements des élèves qu'elle demande. En effet, pour enseigner de façon directive, il suffit de connaître un seul chemin vers la solution correcte et de parvenir à l'exposer (et l'imposer !). Par contre, l'approche constructiviste exige, à la limite, de connaître tous les chemins de traverse sur lesquels les élèves peuvent s'engager (y compris les impasses) et les pistes qui ramènent vers une solution correcte. Il faut aussi savoir quels indices peuvent les remettre dans la bonne direction, en résistant à la tentation de les tirer par la main jusqu'au but ! Les enseignants de l'école japonaise, la seule parmi les pays étudiés à avoir réussi à généraliser les méthodes constructivistes, ont collectivement élaboré et expérimenté (sur une période de plus de 30 ans) tout un répertoire de scénarios détaillés de leçons comme celui de notre exemple (cf. la deuxième leçon typique japonaise sur le DVD).

Une leçon constructiviste suisse

Heureusement, il n'est pas nécessaire d'arriver au degré de systématisation des Japonais pour utiliser l'approche constructiviste avec succès !

La leçon SW 211 est un bon exemple de leçon constructiviste de forme classique : travail en petits groupes sur un seul problème de haut niveau sans solution donnée (les phases de débat et d'institutionnalisation sont prévues pour des leçons ultérieures). Cette organisation du travail donne à l'enseignante la disponibilité pour regarder et écouter. Cette position correspond à plusieures de ses réponses au questionnaire : "très d'accord" que "les questions mathématiques des élèves me font plaisir, même quand je ne sais pas comment y répondre". Elle corrige même à la main une autre question pour exprimer qu'elle est "souvent *intéressée* (plutôt que "impressionnée") par la qualité de la pensée de mes élèves." Elle encourage explicitement les expressions de mathématique "personnelles" ("Voilà, c'est un mot, tu décides que c'est les tiens. C'est tes mots.") ; comme leur autonomie (" C'est vous qui voyez !").

Les élèves, de niveau fort, travaillent toute la leçon par groupes, pour préparer des affiches pour un débat mathématique qui aborde (fait apparemment rarissime) explicitement la notion de preuve (notion de contre-exemple, d'utilisation du calcul littéral pour une preuve mathématique, etc.). Ils doivent prouver vrais ou faux les énoncés :

[25] Cette pratique collective, le *Lesson Study*, réunit toutes les semaines tous les enseignants japonais par petits groupes pendant deux ou trois heures. Ils élaborent ainsi ensemble *une seule* leçon pendant un semestre entier. Ensuite, l'un d'entre eux l'essaye, observé par les autres. Ils reprennent ensuite leur réflexion pendant le deuxième semestre. A terme, les résultats sont éloquents (Lewis et Tsuchida, 1998). Comme le relève Stigler (1999b), ce travail de fourmi, de longue durée et à la base, semble bien plus efficace que nos réformes périodiques qu'on tente vainement d'imposer depuis le haut ! Il est somme toute logique que l'approche constructiviste ne puisse pas vraiment s'implanter sans qu'il y ait… dévolution du problème aux enseignants ! Le *Lesson Study* est aujourd'hui aussi introduit aux États-Unis (Fernandez et al., 2001, 2003 et www.tc.colombia.edu/lessonstudy).

- Un carré de 2m de périmètre a-t-il une aire plus grande que celle d'un carré de 1m de périmètre ?

- Un rectangle de 2m de périmètre a-t-il une aire plus grande que celle d'un carré de 1m de périmètre ?

L'enseignante compose les groupes (d'élèves de niveaux hétérogènes). Les élèves se mettent immédiatement au travail, ayant visiblement l'habitude de ce genre de situation et de prendre des initiatives. Le problème est bien calibré par rapport à leurs capacités. L'enseignante n'a qu'à les encourager :

0:00	E	Heu… Comment on sait, combien ça [le rectangle] mesure de chaque côté ? Parce que ça peut mesurer n'importe quoi.
0:04	M	Ha bien, c'est ça la bonne question ! Voilà, tu as mis tout de suite le doigt sur la bonne question. Il y a plusieurs solutions, plusieurs rectangles possibles, qui ont deux mètres de périmètre.
0:12	E	Ha ! Donc en fait, la question c'est "Est-ce que tous les carrés de deux mètres de périmètre sont plus grands que..." C'est ça ?
0:19	M	Ouais, est-ce que tous les rectangles de deux mètres de périmètre, ont-ils une aire plus grande que celle d'un carré qui, lui, a un mètre de périmètre.
0:25	E	Bin non ! [sur un ton d'évidence]
0:27	M	Eh bien, heu, toi tu dis déjà d'entrée "non" . C'est ton hypothèse de départ.
0:30	E	Mais c'est clair, parce que si on…(inaudible)
0:32	M	Alors maintenant, il faut que tu me justifies avec tes calculs. T'as ton hypothèse de départ. Tu dis "non". Alors maintenant tu justifies ton "non". Tu trouves un exemple qui te donne raison, voilà qui ne répond pas. C'est ce qu'on avait dit dans le débat. C'est le contre-exemple. C'est ça que tu cherches, et bien alors, vas-y !
		… Et puis le premier [énoncé sur les carrés], vous avez déjà une idée ? C'est vrai ? C'est faux ?
0:56	En	Faux !
0:57	M	C'est faux…
1:01	En	Mais non, c'est vrai !
1:02	M	Ha, c'est vrai...
1:03	E	C'est vrai, parce que de zéro virgule cinq fois zéro virgule cinq, ça fait zéro virgule vingt-cinq et pis heu zéro virgule vingt-cinq fois zéro virgule vingt-cinq, ça fait zéro virgule [zéro ?] six cent vingt-cinq.
1:12	M	D'accord. Donc là, vous voyez que c'est vrai, tandis qu'ici t'as l'hypothèse de départ que c'est faux. Bien maintenant, il faut se lancer dans les calculs.// On y va !
1:20	En	//cool !
1:21	M	*Basile, t'es d'accord toi ?* Ouais ? [Il fait un hochement de tête affirmatif.]

[La caméra se déplace entre groupes. Il y a une activité assez intense des élèves, ceux-ci se posant quantité de petits calculs pour étayer le raisonnement d'ensemble. Les groupes discutent de façon excitée, mais on ne distingue que des discussions mathématiques. Celles-ci semblent avoir été réellement intégrées à la vie sociale de ces adolescents. Le niveau de bruit est assez élevé, mais c'est celui de petits collectifs qui ne se gênent pas, tellement ils sont absorbés par leur travail. La caméra rejoint ensuite de nouveau l'enseignante près d'un groupe. Ici aussi, elle n'a qu'à encourager des démarches des élèves :]

2:08	En	Madame c'est vachement difficile !
2:10	En	(inaudible)
2:16	M	Ha, mais moi je ne crois pas, je pense pas…
2:19	En	Pour le rectangle… (inaudible)
2:24	M	Pour le rectangle, exact ! Pour le rectangle, il peut y avoir plusieurs dimensions. *T'as raison, Luc.*
2:27	En	(inaudible) *On doit quand même faire une formule* (inaudible)*, ou pas ?*

2:30	M	*Ce serait mieux,* si t'as une formule. Est-ce que tu connais une formule ?
2:33	E	Bin ouais. C'est le périmètre divisé par deux égale côté pis ensuite côté fois côté.
2:41	M	Voilà, *ça va bien, si c'est comme ça que tu l'envisages*, c'est bien. Donc maintenant tu peux répondre à la question, c'est vrai ou c'est faux cette question ?
2:49	En	C'est vrai, c'est vrai. Faut que je donne une formule !
2:52	M	*Est-ce que Marie, elle est d'accord avec toi ? [Ici encore, l'enseignante cherche à vérifier que tous les élèves du groupe sont partie prenante des raisonnements avancés]*
2:54	En	Ouais moi...
2:54	M	*Vous êtes tous d'accord ?*
2:56	En	Ouais.
2:56	M	(inaudible) Ok.
2:57	En	*On ne peut pas être pas d'accord avec Roger ! [L'enseignant avait donc raison de vérifier leur accord avec lui !]*
3:00	M	*On pourrait…*
3:01	E	(inaudible)
3:03	M	Mhh ! Alors maintenant avec le rectangle, t'as raison, il va falloir te poser plusieurs questions, (puis) c'est l'utilité de la calculatrice.

Elle passe ensuite vers un autre groupe :

3:24	En	Pour les dimensions du rectangle, on peut prendre n'importe lesquelles ?
3:26	M	Ha bien oui, de telle manière que ça fasse deux mètres ; donc il y a plusieurs possibilités pour le rectangle.
3:32	En	(inaudible)
3:32	En	Madame, (inaudible) suivant il est plus long (inaudible), Madame, ça dépend comment il est.
3:39	M	Pardon ?
3:39	E	Parce que s'il est très long, bin il [l'aire] va être tout petit.
3:42	M	Tout à fait.
3:44	E	Il peut être tout fin et hyper long.
3:46	M	Oui. Ça c'est ton idée, ton hypothèse de départ.
3:52	En	(inaudible)
3:54	En	(inaudible) cinquante, ha non !
3:58	En	Ça fait cent cinquante.
4:00	M	Alors vous devriez faire des essais, des rectangles différents *[s'en va vers un autre groupe]*.

[La caméra se déplace. On entend diverses bribes de discussions mathématiques des élèves]

4:30	En	Alors, moi je vous dis pour le rectangle, s'il est plutôt long, l'aire, elle sera plus petite parce qu'il est...
4:41	En	J'ai trouvé !

[Entrecoupé par la voix de l'enseignante, qui parle ailleurs, la caméra assiste à des échanges entre élèves qui montrent qu'ils ont bien intégré l'objectif. Ils s'intéressent vraiment à convaincre leurs camarades. Par exemple :]

5:03	En	Non, *mais c'est pour vous montrer* là…
5:08	M	[A d'autres élèves] Tu veux quelque chose Sonia ?

5:12	E	Regarde ! Là c'est 2,5 ! T'es d'accord !... Non, non ! Ce côté-là [indique le petit côté d'un rectangle dessiné]. T'es d'accord ?
5:26	En	Mais ça, t'as mis au hasard ? !
5:27	En	Non, non, regarde ! Quatre et quatre : huit. Deux virgule cinq plus deux virgule cinq, ça fait cinq (et après) ça fait treize.
5:35	E	Et pis là – t'es d'accord – il y a treize aussi.
5:36	En	Ouais, ouais.
5:37	En	Et maintenant, je vais compter les carrés, un, deux, trois, quatre, cinq, six.
5:40	En	Mais ça tu vas pas compter (inaudible)
5:42	En	Mais non ! C'est plutôt *pour bien te montrer*. Regarde !(inaudible)...

Indice irréfutable de leur motivation, certains groupes prennent même les cinq minutes de récréation pour finir leur travail !

(Voir l'extrait SW 211 sur le DVD)

D. Difficultés de la structure dévolutive

Les critiques des méthodes constructivistes évoquent souvent le danger que ces méthodes puissent amener les enseignants à se contenter de formulations incorrectes des élèves, ou à ne pas traiter tout le programme. Ces dangers sont sans doute réels, mais nous avons vu que l'enquête TIMSS semble suggérer que c'est au contraire souvent l'approche *directive* qui amène à dénaturer les mathématiques et appauvrir subrepticement le programme en se contentant de faire apprendre des solutions procédurales, particulièrement aux plus faibles. Mieux vaut avoir fait une partie du programme et l'avoir compris dans des termes à soi que d'avoir tout fait avec du "par cœur" qui s'écroule au bout de quelques mois.

Les critiques plus pertinentes du constructivisme viseraient plutôt les compréhensions simplistes du concept ou les mises en œuvre maladroites.

Les faux constructivismes

En effet, beaucoup de leçons ne sont constructivistes qu'en apparence. Bien des leçons nord-américaines (et suisses) illustrent éloquemment qu'il ne suffit pas que les élèves soient répartis en groupes ou utilisent un matériel manipulable pour qu'elles soient constructivistes ! Pourtant telle en est la définition spontanée donnée par la majorité des enseignants états-uniens (Seago, 1997) et – d'après notre expérience – suisses. Beaucoup d'enseignants se réfèrent apparemment au constructivisme sans en avoir une notion claire.

L'enseignant de la leçon SW 284, par exemple, considère qu'elle illustre les "idées actuelles"[26] concernant l'enseignement des mathématiques par la "découverte, par exemples visibles, de la nouvelle notion". Il y a là déjà maldonne, puisque pour le constructivisme, les notions sont tout sauf visibles ! A nouveau, comme beaucoup d'enseignants des États-Unis, celui-ci semble confondre activité de construction d'une notion et activité *("hands on")* ou même la simple présence d'un objet matériel.

[26] C'était la formulation discutable du questionnaire, mais qui semble avoir été généralement comprise par les enseignants comme une orientation "constructiviste" ou "active".

En effet, dans cette leçon il s'avère qu'il n'y a aucune "découverte", mais une illustration utilisant un matériel concret (pour représenter une pente), qui sert de support à une explication maïeutique – voire à un monologue (il y a un passage de cinq minutes avec une seule réplique d'élève). L'enseignant annonce que "on (sic !) *constate tout de suite* que cette pente dépend de deux éléments" (qu'il identifie ensuite lui-même), manipule la pente et ne laisse aux élèves que des constats sur des évidences telles que la pente est douce ou forte. Il donne les définitions, les résume lui–même ("Je résume. Premier point, *vous avez vu* (sic) ….), fournit ensuite la méthode de calcul, puis calcule la réponse en recourant à une maïeutique qui ne laisse pratiquement aucune initiative aux élèves. "On (re-sic) voit que la pente, c'est le résultat du rapport entre la dénivellation et la distance horizontale". Pendant toute l'heure, en situation frontale comme pendant le travail individuel, l'enseignant contrôle chaque pas de toutes les mesures, raisonnements et calculs[27] avec une maïeutique obsessive, et valide et développe lui-même chaque réponse.

Certaines réponses aberrantes (par exemple, un sur quarante égale quarante) sont ignorées, l'enseignant suivant imperturbablement sa procédure. Plus il constate de difficultés, plus il confisque l'initiative, aboutissant à des effets "Topaze" parfaits ("Dénivellation, un, deux, trois carrés égale… ? – *Réponse :* "Trois" !!). Il agit ainsi avec des élèves visiblement en assez grande difficulté et qui auraient besoin de temps et "d'espace" pour réfléchir. Mais dans le cas contraire, il ne relâche pas pour autant son contrôle. Ainsi, quand un élève pose exceptionnellement une question intelligente (quelle serait la pente d'une verticale ?), qui pourrait ouvrir sur une réelle possibilité de questionnement et d'apprentissage, il ne donne pas plus de champ à une réflexion de l'élève. Il réagit en dictant pas à pas le calcul, puis l'interprétation de ce cas. Bref, il s'agit en fait d'une leçon extrêmement directive, alors qu'apparemment l'enseignant considère qu'un matériel concret et "visible" suffit pour organiser la "découverte" d'une notion selon "les idées actuelles" .

L'enseignant de la leçon SW 281 considère aussi que celle-ci implique une "exploration" du concept (d'échelles des cartes) par les élèves – apparemment parce qu'une carte réelle est accrochée au tableau – alors qu'elle est tout à fait transmissive.

Certains élèves répondent juste dès le premier problème. Pour ceux qui ont quelques difficultés, ses explications – y compris en situation individuelle – sont exhaustives et fortement suggestives. En réalité, l'acquisition de la compétence repose sur beaucoup d'exercices d'application (19 problèmes). Il le dit d'ailleurs, à un élève qui demande de comprendre, avec une formule qui rappelle un peu l'enseignement programmé : "Essaye de faire ce petit exercice là... Essaye de commencer par le début. Ici, peut-être qu'à force de faire les exercices, tu comprendras peut-être mieux ce qu'on attend de toi dans les réponses. D'accord ? C'est pas comme une "inter" [interrogation]. Dans une "inter", tu fais évidemment l'exercice qui te convient le mieux, mais là, c'est peut-être agréable si tu prends les choses étapes par étapes, hein ?"

Leçons mélangeant approches directives et dévolutives

Deux des enseignants de notre échantillon essayent, plus ou moins en vain, de maintenir une attitude dévolutive au niveau de l'interaction avec les élèves, alors que la structure de la leçon reste de forme transmissive, avec peu de variété dans les situations et s'appuyant surtout sur un grand nombre d'exercices. Ce dernier aspect est particulièrement contraignant.

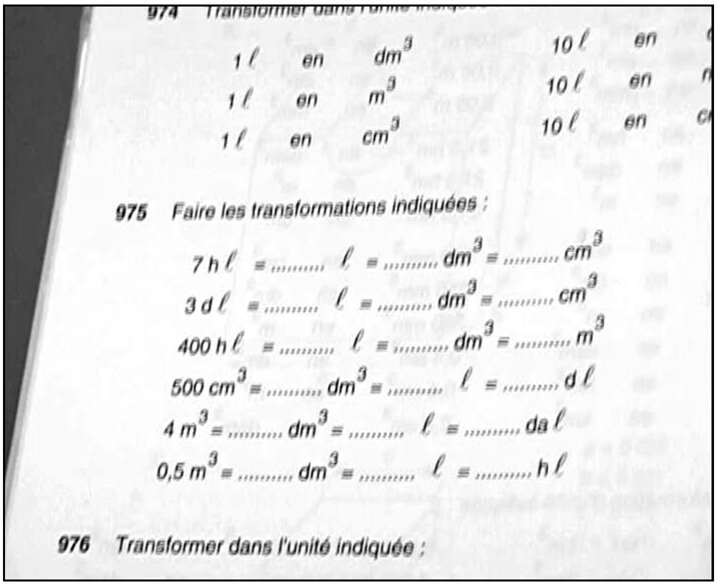
En effet, si on prend la leçon SW 203 par exemple, comment demander aux élèves de vraiment prendre en charge quatorze problèmes en 45 minutes ? Ils ne sont plus face à une question, un défi intellectuel, mais à une série d'exercices (forcément assez simplistes et répétitifs) s'étendant au-delà de l'horizon de la leçon. Et comment l'enseignant lui-même pourrait-il être capable de les présenter avec une certaine subtilité ? La pression vers une attitude transmissive est forte.

Les élèves de cette classe de G (niveau élémentaire) sont turbulents mais d'abord très participatifs, chacun réclamant de fournir une solution pendant la correction en commun des devoirs. Mais la

[27] Même l'ordre de certaines opérations est arbitrairement standardisé (37:14 et 39:56) pour mieux mémoriser la procédure et "éviter des erreurs".

formule semble inadaptée pour une classe de ce genre, car le rythme est trop lent pour garder l'attention de ceux qui ont compris et peut-être trop rapide pour ceux qui auraient eu un problème. Les exercices, très simples, présentent apparemment peu (voire pas assez) de difficultés (il s'agit d'exercices de révision des transformations entre unités de volume et de capacité, dans lesquels les unités et transformations à faire sont fournies, les élèves n'ayant qu'à fournir les calculs).

Vidéo SW 203 : Cahier à 00:10:29



$1\ \ell$ en dm^3 — $10\ \ell$ en

$1\ \ell$ en m^3 — $10\ \ell$ en

$1\ \ell$ en cm^3 — $10\ \ell$ en

975 *Faire les transformations indiquées :*

$7\ h\ell = \ldots\ \ell = \ldots\ dm^3 = \ldots\ cm^3$

$3\ d\ell = \ldots\ \ell = \ldots\ dm^3 = \ldots\ cm^3$

$400\ h\ell = \ldots\ \ell = \ldots\ dm^3 = \ldots\ m^3$

$500\ cm^3 = \ldots\ dm^3 = \ldots\ \ell = \ldots\ d\ell$

$4\ m^3 = \ldots\ dm^3 = \ldots\ \ell = \ldots\ da\ell$

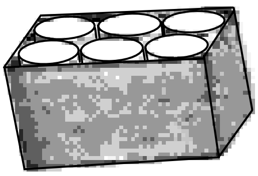
$0{,}5\ m^3 = \ldots\ dm^3 = \ldots\ \ell = \ldots\ h\ell$

976 *Transformer dans l'unité indiquée :*

Très vite, des problèmes de comportement se manifestent. Ceux qui attendent pour donner une réponse n'écoutent guère leurs camarades, dans la mesure où ils ont déjà trouvé une solution.

La relation dévolutive que l'enseignant tente d'instaurer après la révision des devoirs semble être progressivement sapée par la structure de sa leçon (longue suite de problèmes simples). Au début, il se borne à des interventions relativement courtes, ne fournissant que des indices et résistant aux élèves qui essaient de le retenir auprès d'eux.

Problème : calculer le volume du carton d'après les dimensions des boîtes de conserves qu'elle contient.



22:49	M	D'accord, pour l'exercice deux, hein ? Si vous avez un peu de peine pour démarrer, repensez à l'exercice que l'on avait fait dans le chapitre précédent, avec les pièces de monnaie posées sur un tapis, et où on a dû calculer l'aire d'un tapis.
		[[…]]
23:40	En	Moi, j'ai pas fini avec vous !
23:43	M	Maintenant tu te débrouilles tout seul.
23:44	E	Quoi, je me débrouille tout seul ? Si je peux pas (…) et puis voilà.

Puis avec un autre élève :

24:43	M	Alors, essaye ! Essayez, et puis si vous pensez que c'est pas ça... [[…]].. Réfléchissez ! Si tu calcules l'aire des boîtes de conserve, est-ce que tu as vraiment l'aire de toute la boite, est-ce que tu as le volume de toute la boîte ?
24:59	E	Non.
25:00	M	Ouais, euh, donc non. T'as raison.
25:03	E	Mais alors on calcule la hauteur avec le diamètre.
25:09	M	Ouais, le diamètre peut aider à mesurer les longueurs qui nous manquent de la boîte, ouais. Maintenant, essayez avec ça de vous débrouiller.

Cependant, il cède progressivement à la pression des élèves, passant de ce type de dépannage à une maïeutique exhaustive qui poursuit chaque problème évoqué jusqu'à sa solution. En effet, soit pour se rassurer, soit par facilité, soit par habitude (une réflexion un peu autonome ne faisant généralement pas partie du contrat didactique de ces élèves de niveau élémentaire), ils insistent pour prétendre que son aide est nécessaire, alors que par la suite il apparaît qu'ils auraient été généralement capables de poser le problème seuls :

27:16	E	Alors déjà, j'ai pas compris celui-là, celui-là et celui-là… [les trois exercices à faire !] Je vous jure, j'ai rien compris !!

S'ensuit une longue interaction dans laquelle l'élève répond toujours juste et même le plus souvent sur le ton de l'évidence… !

Un autre l'appelle, lui fait finalement le calcul en sa présence et lui demande alors "C'est tout ?" – "Oui, c'est tout !" – Ah ! Je pensais que c'était plus compliqué."

Certains ne se mettent au travail qu'en sa présence (l'un d'entre eux n'entamant ainsi le premier exercice que onze minutes après le début de cette phase du travail !).

L'enseignant est retenu de plus en plus longtemps auprès de chaque élève ; de plus en plus d'élèves attendent son passage pour travailler. On réclame "Monsieur !" un peu partout. L'enseignant semble se rendre un peu compte que cette ronde infernale est peu fonctionnelle, car il demande plusieurs fois à l'autre élève du duo – voire à toute la classe – d'écouter ses explications "pour ne pas devoir me répéter". Effectivement, dans la mesure où c'est finalement l'enseignant qui montre la solution, autant la donner par classe entière ! Le travail individuel ou par duos ne fait alors qu'alourdir et ralentir le processus.

Par contre, si le but est vraiment de secouer "l'habitus" de ces élèves faibles, il faudrait sans doute au contraire les rendre réellement responsables d'un travail (par exemple, en leur confiant la présentation à la classe d'un problème relativement exigeant)[28]. En effet, ils paraissent passifs et peu sûrs d'eux d'une part, mais d'autre part ennuyés par ces heures de présence sans intérêt, et sûrement avides de tout ce qui pourrait mettre en valeur leur capacités. De façon prévisible, des problèmes de discipline de plus en plus gênants se développent au fur et à mesure de cette leçon.

Dans un troisième cas, celui de la leçon SW 241, le mélange de genres et l'abandon de l'attitude dévolutive est explicite. Dans ses remarques, l'enseignant se dit partisan des méthodes actives, citant Mantes et Astolfi, et explique son intention, dans la partie initiale de sa leçon de "soumettre quelque chose à l'observation et à l'imagination des élèves de manière à ce qu'ils tissent des liens avec de la

[28] Ces élèves "faibles" ne sont pas forcément moins capables intellectuellement que les autres. Nous en avons fait souvent l'expérience il y a longtemps en effectuant des recherches piagétiennes dans les écoles. Les enseignants nous proposaient régulièrement des élèves "en difficulté", pour vérifier leurs soupçons que ceux-ci avaient un problème intellectuel particulier. Las ! Ils étaient souvent parmi les plus vifs dans nos situations expérimentales – sans doute tellement vifs qu'ils s'ennuyaient en classe et pensaient à autre chose, accumulant finalement de graves lacunes.

matière connue, nouvelle ou ancienne" (il s'agit en l'occurrence des relations entre le code à virgule et le code fractionnaire, en organisant la "découverte" du rapport entre pi et la fraction 22/7).

Cependant, il enchaîne en expliquant que dans cette classe de niveau faible, "je guide assez vite. Pour les niveaux A ou B, j'aurais donné un autre support de cours, laissant les élèves construire eux-mêmes les notions importantes." Effectivement, la leçon manifeste bien cette ambivalence fatale par rapport à l'activité intellectuelle des élèves, d'abord invités à réfléchir, mais très vite dirigés – sur un mode très procédural – vers le simple remplacement de pi par 22/7 dans des exercices.

Pourtant les élèves réagissent bien au départ :

01:25 M Alors là, c'était la partie où vous avez dû beaucoup travailler donc beaucoup relever les manches pour calculer toutes ces fractions, **maintenant on va un peu réfléchir**. Ce nombre-là, [3,142857142857142857142857142857] est-ce que ce nombre vous inspire ? Est-ce qu'il vous dit quelque chose ? ... Manuel ?

01:53 En **C'est un septième.**

01:54 M Ça a l'air d'être quelque chose en rapport avec des septièmes, bon comment t'as vu ça, comment ?

02:00 E Ben, six (inaudible). Il y a six chiffres qui se répètent de suite.

02:06 M D'accord, il y a une période de six chiffres qui se répètent, ok. Carole ?

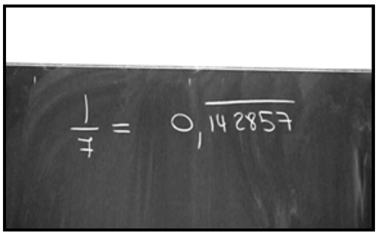
02:09 En **Il y a pas le nombre pi ?**

02:09 M Tiens étonnant, c'est bizarre, ça. Donc, toi, tu penses qu'il y a un rapport avec les septièmes et toi, tu penses qu'il y a un rapport avec pi.

Des élèves ont donc immédiatement repéré les deux éléments que l'enseignant voulait mettre en rapport. D'ailleurs, au moins la moitié des élèves avaient levé la main pour répondre à cette première question. Il y avait donc de quoi alimenter une réflexion collective.

Par la suite, d'autres corrigent : ce n'est pas vraiment 1/7, ni pi. Si on les y avait incité, ils auraient sans doute étaient capables de trouver, en raisonnant de manière intuitive, à quelle fraction (22/7 et non 1/7) ce nombre proche de pi correspond en réalité (ce qui était le but du maître). Cela aurait pu être aussi l'occasion pour eux de réfléchir au *sens* des fractions (que 7/7 est égal à un, que 3 est donc égal à 21/7, etc.), qui – comme il apparaît par la suite – est encore fragile pour eux. Mais l'enseignant n'a malheureusement pas, comme les Japonais, préparé les indices qui pourrait capitaliser sur les premières intuitions des élèves. A la place, il pose aux élèves une question aussi maladroite qu'arbitraire, et dont le sens (si on peut dire qu'elle en a un) doit forcément leur échapper :

04:38 M Maintenant, qu'est-ce qu'il faut faire pour qu'on passe de ce nombre-là [0,142857] à celui qui est là [3,142857] ?... Faut pas faire grand-chose ou bien ? Qu'est-ce qu'on pourrait y faire à ce nombre-là pour qu'il devienne celui-là, là-bas ? [silence] Claire ?



5:05 En Ben, il y a juste, euh, à la place du zéro, il faudrait mettre trois.

5:07 M Il faudrait rajouter trois, donc ici ce que je vais faire, je vais lui additionner trois. Je fais une addition en colonne et puis ça va me donner trois... virgule un, quatre, deux, huit, cinq, sept. Ça marche ? [! ?] C'est bon ? Alors, si j'additionne trois, il faudra aussi que j'additionne ici, d'accord ?

Là-dessus, il abandonne tout appel à la réflexion et demande un calcul selon une procédure copiée dans leur cahier, tout en faisant valoir *l'utilité pratique* de ce calcul particulier (pouvoir calculer "sans machine") :

5:26	M	En fait, c'est le travail que vous aurez, que vous avez à faire maintenant. Je vais vous donner une feuille, sur cette feuille, **le travail que vous avez à faire, c'est trouver la fraction qui donne exactement ce nombre-là. Ce n'est pas un septième, c'est pas pi, mais on va trouver la fraction qui peut être utilisé pour remplacer pi, surtout pour faire du calcul oral**. On va voir qu'on va pouvoir calculer des périmètres de disque, on va pouvoir calculer l'aire d'un disque. Vous vous rappelez, il vous fallait chaque fois la machine à calculer pour ça. On va pouvoir le faire oralement pour certains cas, grâce à cette fraction... Voilà, il faut que vous fassiez disparaître les machines à calculer, puisqu'on a dit qu'on allait pouvoir faire des calculs oraux, hein... Bien, au départ vous avez juste simplement ce qu'on vient de dire. Ce nombre-là, ce nombre, qui est en haut, est souvent utilisé pour remplacer pi. C'est, en effet, car c'est une fraction, alors vous devez trouver la fraction. **Alors, vous avez simplement à terminer le travail ici, puisque trois, c'est égal à quoi ? [Il répond lui-même] A trois unièmes.** En fraction, je veux dire pour que ce soit pratique pour vous. **Je vous demande de me trouver maintenant la fraction, code irréductible, la fraction en code irréductible qui correspond à ça. Ok ? Alors, hop, on y va au crayon, c'est parti !** Si vous n'avez pas assez de place, vous pouvez le reprendre dans le cahier de brouillon et puis faire votre addition. Qui n'a pas compris ?
7:44	En	Pas très bien.
7:45	M	Pas très bien...

Ce n'est pas surprenant qu'elle n'ait "pas très bien" compris, car après avoir commencé de stimuler une réflexion, l'enseignant se rabat sur l'imposition d'un calcul dont le sens échappe encore aux élèves et utilisant des procédures d'autant plus fragiles qu'elles ne sont pas mises en rapport avec leur sens (en tout cas dans cette leçon). Quand un élève "ne se rappelle pas" de la formule à appliquer, l'enseignant lui dit gentiment de la chercher dans "le cahier propre" et d'y substituer les nombres du problème particulier. On ne leur propose jamais une heuristique leur permettant de reconstituer ou tester la vraisemblance d'une procédure, par exemple. Détail qui semble significatif, ces élèves (d'une docilité totale) lui demandent quelles choses "il faut copier dans le cahier". Le contrat didactique n'est pas vraiment de comprendre mais de copier et apprendre un ensemble de procédures.

Malgré la bonne volonté de part et d'autre, **cette leçon (qui après les premières cinq minutes devient en réalité tout à fait transmissive)** ne semble pas bien efficace, car les élèves sont aussi passifs que dociles. En fait, toute l'heure sera utilisée uniquement à utiliser 22/7 à la place de pi dans le calcul d'aires et de périmètres, cela en partie parce qu'il apparaîtra qu'une grande partie de la classe n'a même pas compris la consigne, sans parler des procédures à mettre en œuvre. L'enseignant est très gentil, mais rien dans son ton ni dans la forme des interactions n'indique un intérêt réel pour ce que pensent les élèves. Il n'utilise leurs réponses que pour faire avancer ses propres explications.

Cet enseignant affirme d'ailleurs que les méthodes actives ne conviennent vraiment qu'aux élèves forts. Par ailleurs, il n'apprécie pas les classes hétérogènes, sans doute parce qu'il pense qu'il faut des méthodes très différentes selon le "niveau"[29]. Il confirme donc explicitement notre hypothèse, à savoir que pour les moins forts l'accent est souvent mis sur des méthodes plus transmissives, mais de la variante appauvrie : des mathématiques procédurales, multipliant des exercices répétitifs, excluant

[29] L'enseignant justifie son approche avec "ces élèves" par le fait qu'ils feront plus tard des apprentissages ou écoles qui exigent que "les matières soient maîtrisées". Cette option de l'enseignant revient à dire que ces élèves sont trop bêtes pour comprendre, mais qu'il suffit qu'ils sachent un certain nombre de choses par cœur pour remplir leur rôle dans l'économie. Mais peut-on vraiment maîtriser une compétence en négligeant sa compréhension (cf. l'interprétation des résultats des élèves faibles dans les épreuves PISA et TIMSS, note 3 et p. 53) ?

généralement l'accès au sens. Une orientation scolaire *de facto*, qui risque d'être sans appel. Pourtant, pour d'autres enseignants (et nous pensons qu'ils ont raison), ce sont justement les "faibles" qui ont le plus besoin de méthodes dévolutives, pour pouvoir revenir sur leurs lacunes et s'approprier le raisonnement ! Comme nous l'avons vu, ce sont les forts qui peuvent généralement reconstruire intelligemment la matière à partir d'un enseignement transmissif.

Une opinion analogue est courante concernant la place de leçons "constructivistes" dans une séquence. Pour certains, il faut d'abord "transmettre les bases", la leçon constructiviste convenant plus comme aboutissement d'un chapitre, en somme, pour voir si les élèves peuvent finalement prendre en main les éléments transmis. Certes, cela peut être très utile, mais il s'agit alors plus d'un exercice d'application d'ensemble un peu plus libre que d'une leçon constructiviste au sens fort. En effet, les leçons dévolutives les plus réussies que nous avons observées posent (comme le font les leçons japonaises) un problème vraiment nouveau, pour lequel les élèves n'ont pas reçu la méthode de résolution, même générale. Nous pensons qu'une stratégie réellement constructiviste ne confond pas les pré-requis nécessaires pour *se poser* un problème avec l'ensemble des éléments nécessaire pour le résoudre.

Ces deux conceptions ont en commun de réduire le champ d'application du constructivisme : il y aurait des gens ou des moments pour lesquels il ne convient pas. Sans prétendre qu'il est toujours l'approche la plus efficace, nous pensons que la recherche autant que nos exemples de pratique montrent qu'il se réfère à un aspect fondamental et universel du fonctionnement de la pensée : chez les "faibles" autant que les "forts", au début d'un apprentissage autant qu'à la fin. Penser, apprendre, sont des *activités* de l'esprit. L'activité est toujours présente. On peut donc toujours faire de sa stimulation une priorité. Et on y a très souvent intérêt – particulièrement, nous dirions, avec des élèves faibles et au début d'un apprentissage. Si on y renonce dans ces cas, c'est plutôt parce que c'est plus difficile à faire que parce que ce n'est pas souhaitable. Prenons exemple sur les Japonais !

Des sauts trop grands

Par ailleurs, la structure d'une leçon d'intention constructiviste n'est pas facile à concevoir. Il s'agit notamment de bien calibrer la difficulté des "sauts" intellectuels demandés aux élèves. En effet, trop difficiles, les élèves n'y arriveront pas, obligeant l'enseignante à reprendre la main (à moins qu'elle n'ait prévu les indices et aides adéquats) ; trop faciles, ils s'ennuieront et risquent même de perdre de vue le but de l'exercice.

Dans la leçon SW 264, un aspect d'un scénario constructiviste présentait une difficulté qui bloquait le travail d'un groupe d'élèves. Ils devaient trouver, à partir d'exemples simples tels que $x + 1 = 7$, comment simplifier des équations plus complexes, ici $2x + 3 = -11$. A noter l'heuristique fournie aux élèves : les solutions leur étaient données, le problème étant seulement de comprendre comment y arriver.

Deuxième heuristique : la situation problème leur a bien permis d'apprendre à considérer l'équation comme une expression ayant un sens, puisque, comme dans la leçon SW 262, ils partaient d'une "phrase" : "Quel nombre moins un vaut six ?". Cependant, les élèves butaient sur la difficulté du changement de signe. L'enseignant ressent alors la nécessité d'intervenir :

[$2x + 3 = -11$]

0:00	E1	(Fille) Ben moi, *j'ai pas compris* toujours, (inaudible) [se répète le calcul] moins onze moins trois égale moins quatorze, pis deux fois combien égale moins quatorze...
0:05	M	Voilà.
0:05	E1	Moins sept.
0:06	M	Voilà.
0:07	E1	Moi, j'ai *pas compris comment vous avez trouvé ce moins trois ?*
0:08	M	Mais parce que ici y'a plus trois !
0:10	E1	Mais oui !

0:11	M	Ouais, mais puisque deux fois//
0:12	E1	Aaaaaaaaah ! [lamentations]
0:13	M	//Attends ! attends ! ***puisque deux fois quelque chose plus trois, ça fait moins onze. Le deux fois quelque chose, tout seul, ça vaut trois de moins.***

Cette première explication en forme de "phrase parlée" fait réfléchir la fille, mais ne passe pas pour un de ses camarades (vu de dos).

0:19	E2	Mais puisqu'on sait Monsieur, que, euh, que moins onze, euh, moins onze moins trois, ça fait moins, euh, moins, moins huit.
0:27	M	Non !

[C'est alors la fille qui corrige l'erreur de calcul.]

0:29	E1	C'est faux. Ça fait moins quatorze.
0:31	M	Voilà ! Moins onze moins trois, ça fait moins quatorze.
0:33	E2	[Mais le garçon y tient !] *Non, mais je dis : moins onze plus trois, ça fait moins huit !* Alors on sait qu'il faut diviser par deux, pis ça fait quatre.
0:40	M	Ouais, mais c'est juste, mais moins, mais d'accord, mais moins onze moins trois, ça fait pas moins huit. Ça fait moins quatorze.
0:45	E1	[La fille vient de montrer qu'elle sait faire le calcul mental juste, mais par contre elle est d'accord avec l'objection du garçon quant au signe quand le problème est posé dans une équation écrite !] Non, mais il dit *plus* trois, parce que là vous avez un *plus*, monsieur.
0:47	M	C'est juste.
0:48	E1	Ça fait moins onze *plus* trois//
0:50	M	//Mais non !//
0:50	E1	Égal//
0:51	M	Mais non ! Parce que le signe égal, il est là.
0:53	E1	Ben ouais.
0:54	M	Si tu veux savoir combien vaut deux x tout seul, tu dois enlever trois de ce côté. Donc tu fais trois de moins, donc tu vas faire trois de moins là aussi.
1:01	E2	Ouais.
1:02	E1	Donc, alors ça fait... ouais.
1:24	M	C'est pas clair, ça ?
1:05	E1	Non, non ! On a tout compris ! [ironique]
1:06	E2	Mais (puisqu'on) sait la réponse ! qu'on sait qu'c'est moins sept ! [Elle signifie par là qu'elle a la réponse à disposition, mais ne comprend toujours pas.]

L'enseignant trouve finalement une heuristique convaincante, en précisant le calcul derrière un exemple *évident*, $x + 1 = 7$:

1:08	M	Quand t'as ici : x *plus* un égale sept, pour trouver x tout seul ?
1:12	E1	On fait sept moins un.
1:13	M	Tu fais, tu fais... *t'enlèves un* pis tu obtiendras x, heu ben, égale six.
1:17	E1	Ouais !
1:18	En	Ouais.

1:19	M	On est d'accord ? ... Ça j'vous dis. Je le, je le réécris [écrit x+1 = 7 et x = 6]. Quand on a x plus un égale sept, c'est la même chose que d'écrire que x égale six.
1:30	E1	Ouais.

Un troisième élève du groupe, silencieux jusqu'alors, intervient :

1:31	E3	Alors là [montrant le problème 2x + 3 = –11], monsieur, on fait //
1:32	M	//Et qu'est-ce qu'on a fait pour passer de là à là ? (de x+1 = 7 à x = 6)
1:33	E3	On fait, alors on enlève moins trois ici !
1:34	M	Ben, voilà, ben oui !
1:36	E3	Et après on divise par deux. Eh, oui ! Huuuuuuum ! [approbation] Ah, mais oui !
1:39	M	Ben, c'est ça que j'aimerais qu'vous trouviez. Alors René, il te reste plus qu'à expliquer aux autres. [S'en va.]

Il y a ainsi une difficulté dans le scénario de "découverte" prévu par l'enseignant, à laquelle celui-ci n'a pas su tout de suite réagir. Cela dit, cela n'a pas grande importance puisque l'enseignant finit par trouver une explication qui semble satisfaire, et surtout parce que nous pouvons constater qu'il a vraiment mobilisé l'esprit des élèves – même si la notion n'est peut-être pas encore définitivement acquise. La preuve : la résistance de ces deux élèves, qui tiennent tête à leur prof (c'est possible dans ce contrat didactique) – et se disputent entre eux – jusqu'à ce qu'ils comprennent (plus ou moins…). Preuve aussi, la brusque illumination de ce troisième silencieux, qui n'en suivait pas moins bien le débat pour autant. Une séquence (malheureusement relativement rare) dans laquelle on peut presque "voir" des élèves réfléchir grâce à leurs échanges. Un petit bout de socioconstructivisme en acte.

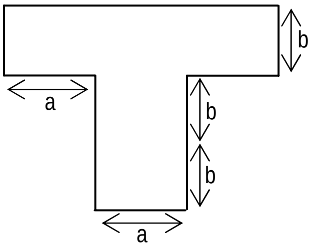
(Voir l'extrait SW 264 sur le DVD)

C'est une bonne illustration du point de vue des Japonais : l'essentiel dans la situation de découverte n'est pas de trouver seul, mais de se poser assez intensément la question pour pouvoir comprendre la solution, souvent finalement fournie par un camarade ou le maître. Cette scène montre aussi combien de temps et d'activité il faut aux élèves (ici des prégymnasiaux pourtant) pour vraiment s'approprier une idée apparemment aussi simple que le changement de signe. Évidemment, on peut éviter tous ces tracas en n'insistant que sur la règle procédurale…

Des sauts trop petits

Il peut être plus grave de prévoir des "sauts" trop faciles que des trop difficiles. Par exemple, l'introduction au calcul littéral, abordée dans la leçon SW 202, a été conçue dans un esprit constructiviste, selon l'enseignante, pour "leur faire découvrir une notion à travers des exercices qu'ils font eux, et non leur transmettre directement la théorie". Dans le même esprit, l'enseignante a eu la bonne idée d'appuyer l'apprentissage du calcul littéral sur des figures géométriques et les notions de aire et périmètre étudiées immédiatement auparavant. Malheureusement, ici le but de l'activité, n'est pas explicité et n'apparaît pas de lui-même, car le problème est si délayé en petites étapes que son sens échappe aux élèves.

En effet, les élèves ont reçu une série de 39 exercices, de complexité croissante, dans lesquels il s'agissait de donner une formule, puis la formule la plus réduite possible, pour exprimer le périmètre ou l'aire de diverses figures. Par exemple, les élèves devaient exprimer le périmètre de la figure suivante :



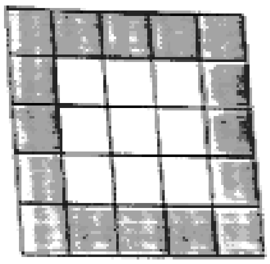
P = 6a + 6b, et son aire : A = (2ba) + (3ab)

Répondre à tous ces exercices, qui occupent toute cette leçon (et une partie de la précédente), et cela toujours dans la même situation de travail en duos, devient rapidement fastidieux, surtout qu'ils n'ont pas de sens aux yeux des élèves, car le but de toute l'opération n'est pas clair pour eux. L'intérêt d'exprimer des grandeurs en utilisant des variables n'apparaît pas à travers ces exercices, d'autant plus qu'on ne leur demande même pas de les traduire ensuite en termes numériques. Par conséquent, malgré sa gestion de classe assez habile, l'enseignante rencontre des problèmes de motivation et de comportement de plus en plus importants au fil de la leçon. Deux élèves, qui visiblement s'ennuient, interpellent finalement l'enseignante vers la fin de l'heure pour savoir si on n'est pas en retard sur le programme, et si "On ne peut pas faire autre chose (…) faire des vraies maths ?!" En effet, elles ne voient pas l'intérêt de cet exercice de mise en formules. Pour elles "c'est le même truc qu'on a fait avant" (les calculs de périmètres et d'aires). L'enseignante essaye de leur expliquer l'intérêt de la démarche : qu'ensuite "On va essayer de passer de là à là *[vers des formules plus réduites]* sans les dessins (…) Pour une fois, on essaie de construire quelque chose sur des choses que l'on a déjà faites… Mais je te promets que quand dans un mois on n'aura plus que des nombres, plus que des a et des b mélangés tous ensemble, tu… Alors profitez-en pendant qu'il y a encore des aires, pendant qu'il y a encore des choses un peu concrètes !"

Malheureusement, il est douteux qu'une telle justification remplace le sens qui manque à ces exercices. Ceux-ci n'illustrent pas la nouveauté et l'avantage du calcul littéral. Cherchant à entrer dans le domaine en évitant la difficulté, on rate aussi le sens et l'intérêt de celui-ci. Cette longue suite d'exercices est ainsi un peu l'équivalent pseudo constructiviste de la fausse maïeutique déjà discutée : on essaye de délayer la nouveauté et la difficulté, de les gérer à la place des élèves, au lieu de la faire apparaître et de la faire comprendre. On veut amener l'élève progressivement vers une compétence par une activité imposée, mais dont il ne comprend pas le sens.

Cette leçon est à comparer avec la leçon SW 210. Celle-ci introduit aussi le calcul littéral à travers (beaucoup moins) d'exercices sur des figures, mais qui font saisir le sens et l'intérêt de cette nouveauté. Significativement, l'enseignante de la leçon SW 202 a défini ainsi l'apprentissage visé, "découvrir la manière de réduire des expressions littérales", alors que celle de la SW 210 le définit comme "utilité de l'emploi de symboles pour généraliser".

En début de leçon, l'enseignante distribue l'exercice suivant :



1 - Combien y a-t-il de carreaux dans la figure ci-dessus ? 2 - Combien aurait-on hachuré de carreaux dans un carré de trente-sept carreaux de côté ?

Les élèves ont cinq minutes pour réfléchir à ces questions, puis ils peuvent consulter leurs voisins.

On discute ensuite les résultats par classe entière, ce qui permet de constater que les élèves ont trouvé le deuxième résultat de différentes manières : 36 + 36 + 36 +36 ; 36 fois 4 ; 37 fois 2 plus 35 fois 2 ; ou encore 37 fois 4 moins 4. Après avoir fait faire le même exercice pour un carré de 153 de côté, l'enseignant demande si les élèves peuvent maintenant "retrouver le nombre de carreaux hachurés pour n'importe quel carré ?"

15:38	E	Ouais !
15:39	M	Vous feriez comment ? Comment est-ce que je pourrais symboliser n'importe quel carré ? Je me dis, j'aimerais un carré ... et puis il faudrait que ce soit valable pour n'importe lequel. Comment est-ce que vous exprimeriez ça ?
15:52	En	On fait le côté moins un et puis, on fait fois quatre !

S'exprimant en langage naturel et confronté avec le fond du problème, l'élève est donc capable de faire le saut vers une expression plus abstraite et générale de la solution. Le formalisme de l'expression littérale pourra alors être abordé avec profit, parce que son utilité est maintenant compréhensible.

Les raisonnements possibles sont d'abord notés au tableau exactement comme les élèves les expriment spontanément : "côté – 1 x 4" ; "côté x 4 – 1", puis corrigés en rajoutant des parenthèses. On arrive ainsi rapidement à écrire les expressions suivantes reconnues comme équivalentes :
C4 – 4 ; (C – 1) x 4 ; et C x 2 + (C – 2) x 2.

L'enseignante peut alors poser la question de fond de sa leçon : "Pourquoi je vous ai fait faire tout ça ? (…) Pourquoi est-ce que c'est utile (…) Pourquoi est-ce que l'on travaille avec des lettres ?", et recevoir la réponse très pertinente : "Pour pouvoir y appliquer partout."

Dans cette classe, à la différence de la SW 202, pour donner sens à ces nouvelles notations, les élèves ont pu : s'appuyer non seulement sur les figures, mais aussi sur les résultats du calcul numérique ; cela pour résoudre réellement des problèmes ; dans des situations de travail plus variées (individuel, par paires, en classe entière) ; et surtout pour construire rapidement et activement des représentations littérales dont le sens et l'utilité leur étaient nettement plus évidents. Ce n'est sans doute pas un hasard si dans cette classe, on ne constate pas les problèmes de motivation ou de comportement observés dans la SW 202. L'indiscipline indique bien souvent que c'est l'enseignant qui agit mal.

E. La gestion dévolutive des difficultés des élèves : indices, reformulations, moments a-didactiques et heuristiques immergés dans les pratiques d'une vraie maïeutique

Quand l'élève bute sur une difficulté, l'option dévolutive – contrairement à la réaction directive – est d'ajuster l'apprentissage tout en maintenant une situation *minimalement* transmissive. Si elle estime l'élève suffisamment motivé, l'enseignante peut rester silencieuse, lui laissant se débattre avec le problème. Sinon, elle devrait pouvoir lui proposer un *indice* ou une *heuristique,* visant à faire apparaître l'erreur ou réduire la difficulté, mais non à la lever entièrement. Dans les classes japonaises (voir la leçon *Jap2* sur le DVD), les enseignants préparent souvent à l'avance des "fiches indices", une collection de cartes que les élèves peuvent consulter ou que l'enseignant peut proposer pendant que les élèves cherchent une solution. La leçon SW 262 nous a déjà fourni des exemples d'indices ("Rappel : moins trois x, c'est moins trois fois x") et d'heuristiques (appuyer l'analyse du sens d'une équation sur la logique inhérente à la parole) utilisées dans ce sens. Au mieux, il ne s'agit pas de mettre de côté l'erreur (de l'élève) au profit de la solution juste (du maître), mais d'indiquer une activité ou une piste qui débloque la réflexion de l'élève, ou qui l'amène à comprendre lui-même l'erreur de son raisonnement initial (la leçon SW 208 ci-dessous en donne un bel exemple), et comment il peut être intégré dans un cadre plus large (par exemple, que son raisonnement s'appliquerait dans une autre situation, mais pas dans celle-ci).

Mais si l'enseignant ne trouve pas tout de suite ?

Le problème, déjà relevé, est qu'il est souvent difficile de trouver sur le moment l'indication adéquate (en admettant que la leçon n'est pas encore préparée aussi minutieusement que nos exemples japonais !), surtout en situation frontale, face à une variété d'erreurs ou de réactions d'élèves différents. Heureusement, si trouver chaque fois l'indice efficace est sans doute le sommet de l'art d'une vraie maïeutique, il s'insère dans un ensemble d'autres pratiques, qui peuvent aussi permettre de débloquer la situation. Leur point commun serait de continuer de maximiser la participation et l'initiative intellectuelle des élèves (y compris dans les situations dans lesquelles c'est finalement l'enseignant qui doit apporter des éléments essentiels de la solution).

En premier lieu, si l'enseignante tient fermement à la dévolution de la résolution du problème aux élèves, cela lui simplifie un peu la situation. Si elle ne cède pas à la tentation de reprendre la main, de mener le calcul et de l'expliquer, elle a une certaine disponibilité mentale pour pouvoir comprendre les difficultés des élèves et trouver une activité qui peut les lever, car ce sont les élèves qui restent chargés d'une partie importante du travail. Cependant cela suppose : *a)* de recevoir *un feedback* suffisamment clair et de pouvoir y être suffisamment *attentif* pour comprendre où en sont les élèves – la qualité de ce feedback dépendant de plus étroitement de *comment* il est reçu, voire sollicité, par l'enseignante (relevons en passant que la qualité du feedback reçu aura déjà eu une influence – sans doute décisive – en amont de l'apparition de la difficulté, car c'est elle qui au départ aura aidé l'enseignante à choisir un problème dont les difficultés ne dépassent pas de trop loin les compétences des élèves, se situent dans leur "zone de développement proximal") ; *b)* de dominer quand même assez bien la matière pour pouvoir trouver *relativement* rapidement l'indice, le nouveau problème ou formulation de problème, la suggestion d'activité, etc., qui remettra des élèves embourbés sur la piste, sans totalement reprendre la main ; *c)* à défaut, de *savoir attendre* le temps qu'il faut pour que quelqu'un (lui-même ou parfois un élève) trouve une piste pour sortir de l'erreur, sans imposer son raisonnement – si nécessaire en tolérant un moment de confusion dans la classe.

Avant de donner d'autres exemples d'utilisation d'indices, examinons donc deux situations où l'enseignant "se tire d'affaire" sans en offrir tout de suite, mais en restant quand même dans une attitude et des pratiques dévolutives, dans l'esprit d'une maïeutique vraie.

La leçon SW 283

Une élève vient de résoudre correctement

$$\frac{3a-3b}{4a-4b}=\frac{3(a-b)}{4(a-b)}=\frac{3}{4}$$

Malgré le fait que cette réponse est déjà validée et recopiée au tableau par le maître, un autre élève y oppose une autre solution (fait étonnant, qui est sûrement significatif de l'encouragement donné par cet enseignant à la participation) :

0:00	En	Mais Monsieur, j'ai pas bien compris, parce que// *trois moins trois ça fait zéro alors...*
0:02	M	// ha ! il faut dire alors !

L'enseignant repropose alors cette idée sans l'évaluer, ouvrant un moment a-didactique de plusieurs minutes, pendant lequel plusieurs élèves font des réflexions et formulations souvent confuses, mais originales et intéressantes :

0:09	M	Alors il dit Nestor, "trois moins trois, ça fait zéro." Qui veut lui expliquer alors ? Oui Giselle ?

0:15	En	Bin c'est faux, parce que c'est trois ***a*** moins trois ***b***.
0:18	M	Haha.
0:19	Nestor	Ouais, mais *si on simplifie depuis le début,* après on fait…
0:21	M	Haaa oui. Alors il nous pose un autre problème, est-ce qu'on ne pourrait pas simplifier dès le début, trois trois, quatre quatre ? Noémie ?
0:28	En	Mais trois a, c'est a fois a fois a. ***Sinon, il n'y a pas de trois*** **!**
0:33	M	Tu es sûr de ça ? Trois a, c'est a fois a fois a ? Tu es sûr de ça ?
0:37	E	Ouais.
0:38	M	Combien ça fait…
0:39	E	[Se ravise] Non, a *plus* a *plus* a… !
0:39	M	…a *plus* a d'accord. Oui alors a plus a plus a, oui alors tout à fait. Alors continue, oui.
0:46	E	Bin si on simplifie, heu trois a, il ne reste plus qu'un a. Trois a... Non ça marche pas, trois a divisé par quatre a, on peut pas simplifier !
0:59	M	Ça ira pas.
0:59	E	Non ça ira pas.
1:00	M	Donc il y a une première chose, une première idée à retenir. Je pense que là ces deux termes ne sont pas semblables. Tu te rappelles Nestor, trois a moins trois b. Donc déjà à ce niveau-là, on n'a pas des termes semblables. On ne peut pas simplement faire trois moins trois. Puis avec le dénominateur, comme dit Noémie, avec le dénominateur, trois et quatre je ne peux pas simplifier non plus, hein. D'accord ?

[Puis l'enseignant *relance le moment a-didactique* avec une provocation à l'erreur :]

		Est-ce que je pourrais simplifier les *a* par exemple ? Alors là, oui, on pourrait se poser la question. Est-ce qu'on peut simplifier les lettres *a* ?
1:27	En	Bin oui.
1:27	M	Oui.
1:29	E	Parce que dans les deux cas il y a un a (inaudible).
1:32	M	Ha ha, voilà ! Pis alors, je simplifie aussi les lettres b.
1:36	E	Ouais.
1:36	M	Oui. Puis je trouve trois moins trois.
1:40	E	Et quatre moins quatre.
1:41	M	Oui, ce qui fait ?
1:43	En	Ce qui fait bin ... heu, trois quarts.
1:48	M	Ha non ! trois moins trois.
1:49	E	Bin ça donne la réponse trois moins trois sur quatre moins quatre.
1:52	M	Ouais, pis ça fait combien trois moins trois ?
1:54	E	Ça fait zéro.
1:55	M	Zéro. Quatre moins quatre, zéro. Zéro sur zéro, ça fait ?
1:58	E	Ça fait quatre.
2:00	En	Heu, un !
2:01	M	Un. Un. Marc ? Zéro sur zéro ça fait un. Vous êtes sûr de ça ?
2:08	EE	Oui.
2:09	M	Ouais. Parole de scout ?

2:10	En	Ouais.
2:11	M	Zéro sur zéro, ça fait un ?
2:13	EE	Non ( )
2:15	En	C'est zéro.
2:15	En	C'est zéro.
2:16	En	(inaudible) …diviser par zéro.
2:18	M	Pardon ?
2:19	E	On ne peut pas diviser par zéro !
2:21	M	Ha. C'est embêtant alors Jean-Paul, on ne peut pas diviser par zéro ! Donc on ne va pas donner la valeur, mais c'est en tout cas pas la valeur trois quarts. Voilà alors prudence ! *Nestor, tu as raison de soulever le problème* ! Il faut être prudent Jean-Paul !

C'est finalement une élève qui offre une sortie de cet imbroglio, qui pour l'enseignant semble être surtout un moment dans lequel il explore la pensée de ses élèves et ses faiblesses, en les encouragent à réfléchir et s'exprimer (cf. le joli exemple d'une intuition mathématique exprimée de façon très personnelle : "sinon il n'y a pas de trois !"). La vidéo nous fait voir en tout cas un enseignant réellement intéressé par la pensée de ses élèves et qui n'a pas peur d'un peu de confusion.

(Voir l'extrait 283 sur le DVD, qui débute sur la transcription intégrale à 33:20)

La leçon SW 208

Comme l'enseignant de la SW 283, celui de la leçon SW 208 ne recourt que très peu à l'indice dans les interactions frontales de la première partie de cette leçon, choisissant de faire parler un élève qui a relativement bien compris le problème et gérant les difficultés par un ensemble d'autres pratiques (et par le fait – dont nous avons déjà relevé l'importance décisive – que sa pratique antérieure avec les élèves lui a permis de choisir un problème qui ne leur est pas hors de portée).

Cette leçon suit deux leçons sur la résolution d'équations de premier degré et introduit les élèves à une nouveauté et difficulté importante sur le plan cognitif : la mise sous forme d'équation d'un énoncé, ainsi que l'interprétation de la solution trouvée. La leçon ne porte essentiellement que sur trois problèmes de même forme, dont le premier a été donné dans les devoirs, avant que la résolution de ce genre de problème ne soit abordé en classe. En classe, ils sont ensuite travaillés dans une variété de situations. On peut en effet distinguer sept situations : frontale transmissive (présentation de problème et – en fin de leçon – institutionnalisation de la réponse) ; frontales semi ou non-transmissives (problèmes expliqués essentiellement par les élèves) ; travail individuel et travail par paires non-transmissif.

Ainsi, en tenant compte du travail préalable à la maison, la structure de la leçon est assez analogue à celle de la leçon japonaise : peu de problèmes ; travail individuel sur le premier sans fournir la solution ; présentation et discussion d'une solution d'élève ; travail individuel (puis en duos) sur un problème analogue ; variété des situations.

L'enseignant dit travailler habituellement de la même manière, mentionnant notamment les phases de travail "libre", les interactions et les échanges d'idées. Son plan habituel de leçon serait : 1) correction de devoirs, 2) élaboration de la nouvelle notion (élèves cherchant seuls ou travail collectif avec les idées de toute la classe), 3) institutionnalisation de la méthode standard, 4) phase d'entrainement. Comme les Japonais, il privilégie la réflexion sur des problèmes nouveaux plutôt que la révision constante. Il dit ne donner que rarement une leçon sans notion nouvelle, et (cela nous semble très significatif) "*jamais* en classe faible". Pour de telles classes (la leçon observée n'en est pas une) le plan serait le même, mais avec de phases de travail encore "*nettement* plus courtes et plus variées". Elles varieraient aussi par rapport aux proportions relatives des phases et dans le degré d'aide accordé par l'enseignant. Son approche des classes faibles est donc au pôle opposé de celles qui privilégient la révision, la quantité des exercices, la centration sur les procédures – et qui en arrivent finalement à poursuivre des *objectifs qualitativement différents* pour ce genre d’élève.

Bien qu’il ait suivi des formations avec Mante et Legrand, il dit n’enseigner que "parfois" selon les idées socioconstructivistes de ceux-ci ou celles constructivistes de Piaget. Il marque peut-être cette distance parce qu’il a volontiers recours à un enseignement magistral ("durant de brèves séquences"), parce qu’il tient à ce que les élèves travaillent seuls pendant au moins une séquence pendant l’heure ou parce qu’il réagit de façon différenciée aux erreurs d’élèves (leur laissant certaines qu’il estime à leur portée, mais se chargeant de corriger les autres). Si c’est le cas, il est – selon nous – plus constructiviste qu’il ne le pense, car toutes ces pratiques nous semblent en réalité tout à fait cohérentes avec un constructivisme bien compris. En tous les cas, ses interactions avec les élèves sont un excellent exemple de ce que nous considérons une attitude dévolutive.

Premier problème – Après avoir traité avec les élèves des exercices de révision (résolution d’équations), l’enseignant aborde le problème nouveau auquel ils devaient s’affronter dans leurs devoirs :

"Dans ma basse-cour, il y a des poules et des lapins : on y compte 43 têtes et 108 pattes. Combien peut-on y voir d’oreilles ?"

Ayant interrogé différents élèves et pris en considération plusieurs propositions, l’enseignant demande à un élève de développer sa solution et l’écrit au tableau. L’élève définit d’abord les inconnues (*dès 14’48 de la version intégrale* : l = nombre de lapins, p = nombre de poules = 43 – l). Il pose ensuite l’équation (*dès 16’18 dans la version intégrale, ou dès 0:48 dans l’extrait SW 208-A* : 2(43 – l) + 4l = 108) et présente sa solution, tenant généralement l’initiative intellectuelle pendant neuf minutes.

Ce dialogue privilégié avec un élève pourrait être excluant. Ici, au contraire, dix élèves interviennent spontanément en moins de cinq minutes, et en montrant qu’ils suivent très bien le raisonnement. Tous les élèves semblent attentifs (nous avons examiné aussi l’enregistrement de la caméra dirigée sur les élèves). *Pourquoi ?* Sans doute parce que l’enseignant donne systématiquement l’initiative intellectuelle aux élèves, d’abord en leur posant une vraie énigme, une grande question ouverte. Ensuite, dans l’interaction qui suit, il leur laisse la validation et la rectification des raisonnements. Surtout, il réagit effectivement au feedback négatif des élèves qui ne sont pas d’accord ou ne comprennent pas. Les élèves participent parce qu’ils ont appris à profiter de ce contrat didactique. Ils interviennent notamment, dix fois au cours de la leçon pour dire qu’ils n’ont "pas compris".

Sa manière un peu sèche peut donner une impression d’autoritarisme. Il dit lui-même ne pas tolérer de "lambiner" ou de faire autre chose pendant des leçons menées volontiers un peu vite, quitte à lever des incertitudes plus tard. Les élèves seraient clairement informés des règles du jeu au début de l’année. Il dirige donc effectivement très fermement la classe, mais cela ne veut pas du tout dire qu’il est directif au niveau de la pensée ! Au contraire, autant par son ton que sur le fond, il traite avec les élèves sur pied d’égalité dans ces jeux de la pensée formelle naissante. Il est exigeant, mais tout engagement sérieux de leur raisonnement est valorisé, même s’il y a erreur. Les élèves réagissent très positivement au défi intellectuel ainsi proposé.

0:00	M	Bon, on va suivre alors André [A]. T’as mis quoi ? L égale.. ?
0:03	A	L égale le nombre de lapins.
0:05	M	*[Écrit sous la dictée de l’élève]* Nombre de lapins.
0:07	A	Et pis P le nombre de poulets.
0:09	M	Et P le nombre de poules. *[C’est l’élève qui mène le raisonnement. l’enseignant le stimule et le relaye auprès de la classe.]*
0:12	A	Alors j’ai fait heu, P plus L égale quarante-trois, quarante-sept.
0:16	M	Alors deuxièmement, t’as P plus L égale à quarante-trois.
0:21	A	Et P égale quarante-trois moins L, ça on le sait, et après…

0:26	M	*Attends, attends ! Comment ça, 'Ça on le sait' ?* C'est quoi ça ? Ton P égale à quarante-trois moins L, c'est quoi ?
0:33	A	Bin c'est le nombre de poules.
0:34	M	C'est une autre inconnue ? *[Les questions de l'enseignant ne reprennent pas l'initiative à l'élève. Elles font expliciter, relancent, sa pensée. Une maïeutique vraie.]*
0:35	A	C'est le nombre de têtes de poules.
0:36	En	*[Un autre élève intervient spontanément]* C'est le nombre de poules.
0:38	En	*[Élève à droite]* C'est comme ce que j'ai fait.
0:39	A	P égale quarante-trois moins L. Les poules c'est quarante-trois moins …
0:44	M	D'accord.
0:45	En	*[Garçon tout derrière à droite]* Non c'est faux ça !
0:46	EE	*[fille tout devant à droite avec d'autres pas visibles à gauche]* C'est juste !
0:48	A	Et pis après, pour le nombre d'oreilles *[en réalité, il s'agit du nombre de pattes]*, c'est deux P plus quatre L.
0:53	M	*[L'enseignant n'invalide pas, mais fait répéter]* Attends, maintenant ! T'es en train de me dire le nombre d'oreilles. D'accord ?
0:59	A	C'est deux P plus quatre L.
1:03	M	Alors deux P... *[l'enseignant n'évalue toujours pas, mais lui demande de répéter et expliquer, réaction qui constitue peut-être une sorte d'indice subtil dans le contrat didactique de cette classe. Cela ouvre en tous les cas un épisode "a-didactique" et un petit débat entre élèves.]* **Attends redis-moi ça ! T'es en train de dire quoi maintenant ? Tu m'as dis, "c'est le nombre d'oreilles". Comment est-ce que le nombre d'oreilles c'est deux P ? Explique-moi ça !**
1:17	EE	*[Plusieurs interventions simultanées, incompréhensibles, d'élèves (le fille en bleu à gauche et celle en blanc et noir au centre, entre autres) qui ont déjà compris qu'André s'est trompé.]*
1:20	M	Deux oreilles par poule ?
1:21	En	*[Élève hors champ]* Mais non c'est les pattes !
1:22	En	*[Garçon au fond à droite]* Mais non ! les oreilles – uh, les poules – n'ont pas d'oreilles !
1:23	En	*[Autre élève invisible]* C'est les pattes !
1:24	A	Bin, je veux dire les pattes ! Ça c'est les pattes !
1:26	M	Ha, c'est le nombre de pattes !
1:29	A	Les pattes c'est deux P plus quatre L égale cent huit.
1:33	M	*[L'enseignant valide seulement après]* Ha ! Si tu mets en plus "égale cent huit", alors d'accord ! Alors deux P, *quelle est l'idée* ?
1:38	A	Bin, heu, les poules elles ont deux pattes.
1:40	M	*[M développe le raisonnement d'André pour la classe.]* Les poules, elles ont deux pattes, donc si vous avez dix poules, vous aurez vingt pattes. Au fond, le nombre de pattes, c'est de prendre le nombre de poules et de faire fois deux. Et les lapins, même raisonnement : chaque lapin a quatre pattes, donc si vous avez dix lapins, vous aurez quarante pattes et si vous avez vingt lapins, vous en aurez quatre-vingt. Si vous avez L lapins, vous aurez quatre L pattes. Puis on fait les pattes totales, ça fait… c'est quoi ? cent huit ?
2:03	E	Ouais.
2:03	M	Cent huit. Ok.
2:06	A	*[Élève reprend l'initiative de l'explication]* Alors après, j'ai fait deux fois quarante-trois moins L, puisque c'est le nombre de poules.

2:12	M	*[L'enseignant explicite raisonnement de l'élève]* D'accord, donc maintenant tu t'es dis, "Ici j'ai deux inconnues, ça va pas, mais j'avais dit que les poules c'était les quarante-trois moins L, c'était les autres que les lapins, donc deux fois..."
2:24	A	*[Élève reprend l'initiative de l'explication]* Quarante-trois moins L, et puis plus quatre, égale cent-huit.
2:32	M	Égale cent huit.
2:34	A	Après j'ai fait quatre-vingt six moins deux L plus quatre L égale cent huit. Après j'ai fait moins quatre-vingt six moins (inaudible)...
2:46	M	*[Alors qu'il reste à l'écoute quant aux raisonnements essentiels (la notion nouvelle visée), l'enseignant intervient sans hésitation sur la technique de calcul. Exactement le contraire du partage topogénétique de la leçon de Hong Kong.]* Non ! Je ne suis pas d'accord avec ça. Avant les coups de balance // Il vaut mieux réduire
2:50	A	Ha oui ! Alors quatre moins six... Plus deux
2:54	EE	(inaudible)
2:57	M	Non ! tu ne peux pas additionner des nombres !
2:58	A	Non, quatre-vingt six plus deux L.
3:01	M	Ha ! Excuse-moi ! Excuse-moi ! Donc tu as fait moins deux L plus quatre L. Ça fait plus deux L égale à… Maintenant qu'on a réduit…
3:07	A	…les coups de balance.
3:09	M	On peut faire les coups de balance. Oui… ?
3:10	En	*[Objection spontanée d'un autre élève]* Mais je comprends pas ! Vous avez, quarante-trois moins, pourquoi vous avez additionné ? Là j'ai pas compris ce que vous avez fait.
3:17	M	*[L'enseignant s'adapte au feedback négatif. Il valide la solution d'ensemble et reprend la main pour revoir le tout.]* Bon ok ! **Ce truc est juste**, donc ok… *[A André]* Tu, tu finiras après. *[A la classe]* **On explique le machin**. Alors est-ce que jusque-là, c'est clair pour tout le monde ?
3:29	En	*[Fille]* Oui.
3:30	En	Non.
3:31	M	Il a dit : Il y a L lapins et il y a P poules dans l'histoire. Bon, l'embêtant là, c'est qu'on a deux inconnues, donc au fond ça *[la deuxième inconnue P = poules]*, on ne l'aimerait pas, ce truc. Ce truc-là ; ça on ne l'aimerait pas. Donc, on pourrait tout de suite mettre le nombre de poules, les poules c'est les autres. Si on a dit il y a X lapins, bin les poules c'est les bêtes qui restent. Et il y a, combien… ? quarante-trois bestioles au total. Et bien, les lapins – pardon ! les poules – et bien c'est le nombre de poules, c'est donc heu, heu… quarante-trois moins L. C'est les autres-que-les-lapins, les poules. Sur quarante-trois, parce qu'il y a quarante-trois bêtes au total. Donc il a maintenant : L, nombre de lapins ; quarante-trois moins L, nombre de poules. Et maintenant, il compte les pattes. Alors il dit, les, le nombre de poules – ça veut dire ça – et bien ils ont deux pattes chacun. Donc je fais fois 2, pour compter les pattes de poules.
4:22	En	*[Garçon au fond à droite]* Mais… ?
4:23	M	Oui ?
4:24	E	Mais pourquoi c'est quatre lapins alors ? Je comprends pas. *[Cet élève n'ayant toujours pas compris la manière de poser l'équation, l'enseignant interrompt la résolution et reprend à nouveau l'explication (18'47 de la transcription intégrale). Après cette explication de l'enseignant, l'élève signifie qu'il a compris et la leçon continue.]*

Certains enseignants qui ont observé cette séquence ont d'abord perçu les interventions et le guidage de l'enseignant, comme directifs, voire "autoritaires", peu respectueux des élèves. A regarder de près, malgré sa rigueur et son énergie, l'enseignant montre un grand respect pour les raisonnements des élèves. Il n'est pas directif : il évite soigneusement d'évaluer tout de suite, même par le ton de voix (cf. 1:03). Il est vrai qu'il guide, évalue ou choisit à certains moments précis, intervenant alors très clairement ("Bon, ça je ne crois pas qu'on va tellement pouvoir utiliser", "Bon ok. Ce truc est juste…"), mais sinon il se borne à faire le "haut-parleur" de l'élève, et de mieux expliciter ou faire expliciter son raisonnement ("Attends, attends ! Comment ça, 'ça on le sait' ?"). Ce faisant, il amène subtilement l'élève à se corriger lui-même ("Attends ! Redis-moi ça, t'es en train de dire quoi maintenant ? Tu m'as dis c'est le nombre d'oreilles. Comment est-ce que le nombre d'oreilles c'est deux P ? Explique-moi ça. "). Il ne se permet une correction franche que pour des questions de technique de calcul, pas pour le raisonnement ("Non, je suis pas d'accord avec ça"), inversant ainsi la division topogénétique habituelle.

(Voir l'extrait SW 208-A sur le DVD)

Dans cette première partie de leçon on constate que des pratiques favorisant une réelle participation intellectuelle des élèves peuvent suffire pour aboutir à la solution d'un problème, sans recours aux indices. Nous pouvons aussi déjà tirer quelques autres leçons de cette séquence. Stimuler la participation, le débat et l'activité des élèves, ne signifie pas éviter d'intervenir fortement dans le processus à certains moments, bien au contraire. Bien conduite, l'introduction d'une matière nouvelle, en situation frontale et au moyen d'une "récitation d'un élève", peut aussi être une activité socioconstructiviste, de groupe. Nous avons aussi pu observer que cet enseignant varie souvent son type d'intervention, son rapport aux élèves et au savoir à maîtriser à l'intérieur d'une même situation "frontale". Examinons encore ses attitudes dans d'autres types de situations.

Heuristiques et indices

Le problème des lapins résolu, l'enseignant donne deux autres problèmes à résoudre individuellement, recourant alors de façon systématique aux heuristiques ou aux indices (outils qui conviennent sans doute particulièrement aux situations de travail individuel ou de petits groupes). En énonçant les problèmes, il donne d'emblée un indice à l'ensemble de la classe, en leur disant que les problèmes à faire sont isomorphes à celui qui vient d'être résolu : "Vous avez trois fois le même problème. Bon, bien sûr, ce n'est pas trois fois des lapins et des poules, mais au fond, c'est trois fois le même problème." L'énoncé écrit du deuxième problème est :

> *Je dessine sur une feuille des rectangles et des triangles, en tout 18 figures ; je compte au total 65 sommets. Combien ai-je de triangles ?*
>
> *Inconnue :*
>
> *Équation :*

L'enseignant est assis à son bureau, les élèves travaillent d'abord en silence, puis certains viennent demander de l'aide. L'enseignant se borne alors à fournir un indice ou rappeler une méthode de travail (heuristique).

A la première élève, il propose une heuristique, rappelant ainsi comment, dans le premier problème, le nombre de poules était défini en fonction des lapins :

0:00	M	Voilà. Alors là, ici tu ne l'as pas recopié, mais au tableau on avait dit, "le nombre de poules, c'est quarante-trois moins L", c'est les "autres que les lapins". Alors fait pareil ici !
0:11	E	Mais comment ?
0:11	M	Vas-y, va à ta place, puis réfléchis !

(Voir l'extrait SW 208-B sur le DVD, qui débute sur la transcription intégrale à 27:29)

Un peu plus tard, cette élève revient. Malgré l'indice donné auparavant, sa formule comporte deux inconnues :

29:56	M	[…] Je reviens à la même chose que je t'ai dit. T'as toujours pas réfléchi au nombre de rectangles dans cette histoire.

L’élève dit alors qu’il faut définir les rectangles comme "dix-huit moins X", mais l’enseignant ne va pas plus loin que ce "dépannage", refusant de continuer l’échange : "Va faire ça seule ! Va faire ça !"

Il tient visiblement à ce que les élèves soient aussi *seuls* face aux problèmes, un moment effectivement très nécessaire de la reconstruction des concepts, souvent négligé dans des approches se voulant socioconstructivistes.

A la question d’une deuxième élève, il se contente de donner d’une indication heuristique similaire, en rappelant la méthode de travail :

27:58	M	D’accord des lapins il y en a L, soit ! Maintenant, les poules il y en a combien ? Alors on a écrit une formule. Mais là tu ne l’as pas fait. Comme t’as pas fait ça, c’est pas clair dans ta tête, et maintenant t’es là avec une équation, tu sais pas bien ce que t’es en train d’écrire. Fais les trucs soigneusement !

Quatre minutes plus tard, cette élève aussi revient, toujours sans avoir posé une formule. L’enseignant lui fait expliciter que l’inconnue est le nombre de triangles, puis lui fournit un indice :

0:00	M	Pis alors maintenant, t’as les triangles, mais il n’y a pas que les triangles dans cette histoire.
0:04	E	Il y a les rectangles.
0:05	M	Alors combien il y en a, de rectangles là-dedans ?
0:07	E	Heu… dix-huit moins X.
0:08	M	Eh ben, écris-le !

Puis il lui fait remarquer "qu’il faut compter les sommets" et la renvoie à une camarade pour la suite.

(Voir l’extrait SW 208-C sur le DVD, qui débute sur la transcription intégrale à 32:25)

Les élèves ayant tous travaillé seuls quelques minutes, l’enseignant commence à renvoyer les questions vers des "élèves experts" (un procédé souvent utilisé aussi au Japon). Progressivement, des groupes de deux ou trois se forment ainsi.

Une élève a posé correctement le problème, mais est mystifiée en aboutissant à un résultat exprimé en valeurs négatives : $-X = -7$. D’abord, l’enseignant lui dit simplement "réfléchis à ce que ça veut dire !" Elle revient à la charge un peu après, se plaignant encore que "ça me donne moins sept", il répond :

0:00	M	Non !
0:01	E	Oui.
0:02	M	Non, non ! ***On ne veut pas moins X***. T’as pas écris là *[dans la formule initiale]* "moins X, c’est le nombre de triangles". T’as écrit "X, c’est le nombre de triangles". Donc ce que tu voudrais ici, c’est "X égale…"

L’élève ne saisit pas le sens de cet indice et insiste pour lui prouver que son calcul est juste, mais l’enseignant la renvoie fermement à sa place : "Je t’ai dit ce que j’avais à te dire pour l’instant ! Ravi d’avoir fait ta connaissance !"

(Voir l’extrait SW 208-D sur le DVD, qui débute sur la transcription intégrale à 30:20)

Quand elle revient une troisième fois, il lui répète que "c’est pas moins X qu’on veut. On veut X." et lui conseille d’aller chercher de l’aide chez un camarade. L’élève discute ainsi depuis une minute et demi avec deux autres, quand l’enseignant se déplace vers eux. Tous trois sont bloqués par le résultat apparemment négatif. L’un d’entre eux résiste vigoureusement au discours de l’enseignant :

0:00	En	*[Un des camarades consultés]* Mais c’est pas *possible* (inaudible) !
0:02	M	C’est pas ***ce qu’on veut***.

0:03	E	Le nombre de triangles (inaudible)… *moins* triangle ! !
0:04	M	Qu'est-ce qu'on voudrait ? Mais pourtant… **c'est pas que c'est pas possible, mais qu'est-ce qu'on voudrait** ?
0:07	E	C'est impossible, c'est comme si elle mettait moins L. C'est impossible.
0:10	En	*[L'élève qui consulte]* Mais je peux pas inventer des chiffres !
0:12	M	Non, non, non ! Il n'y a rien à inventer, mais à aller au bout de ta résolution, ***t'as pas fini de résoudre ton équation.***
0:16	E	Ha ! J'ai pas fini là ? ? !
0:17	M	Mais non !

L'enseignant les laisse de nouveau avec ce deuxième indice.

Nous avons vu que beaucoup d'enseignants cèdent à la tentation "d'aider" les élèves. Au lieu de proposer (et au besoin re-proposer) un indice, ou au maximum de les "dépanner" par rapport à une difficulté ponctuelle, ils poursuivent la résolution du problème jusqu'à son terme. Cet enseignant, au contraire, donne un indice, puis laisse les élèves buter seuls (puis en groupe) contre le problème, quitte à voir revenir trois fois ou plus le même élève pour la même difficulté. En acceptant cette "inefficacité" apparente, il réussit à provoquer une implication intellectuelle réelle des élèves, qui doivent vraiment se débattre avec le problème. Sûrement plus efficace sur le long terme !

Ici, le deuxième indice est suffisant. Très rapidement, cette élève revient en demandant "Je peux mettre des plus des deux côtés ?" Cependant, l'enseignant *ne veut pas voir lever la difficulté conceptuelle de l'élève uniquement par une procédure*, et entame un échange intéressant sur le *sens* sous-jacent à celle-ci. Comme dans d'autres exemples que nous avons vu, il recourt implicitement à l'heuristique de "faire parler" l'expression mathématique.

0:35	M	Mieux vaut le réécrire dessous. *Si moins un nombre fait moins sept, alors le nombre fait... ?*
0:45	E	*J'ai pas compris, là.*
0:46	M	Si t'as écris moins un nombre, ça doit faire moins sept. Donc, le nombre lui-même// il va faire.. ?
0:52	E	// Ha oui ! Bin il va faire plus.
0:55	M	Il va faire plus sept. Comme ça, moins ce nombre, ça fera moins sept. C'est tout. T'écris X égale à sept.
1:03	E	***Le X, c'est comme s'il faisait pas partie du chiffre ? C'est pas moins X, c'est X et puis un moins.***
1:08	M	Là, tu connais moins X. Là, quand t'as écris ça, tu connais moins X.
1:11	E	Ouais.
1:12	M	Mais ce que tu veux connaître, c'est pas moins X. Ce que tu veux connaître c'est X ; le nombre de triangles.
1:17	E	Donc ça va me donner... le X comme… Ha, il faut que ça fasse, heu… Ça, avec le moins, ça doit donner moins (inaudible).
1:24	M	Voilà.
1:25	E	Ha ! Donc.. Ha ben, ouais, Ha ben ouais ! C'est plus sept.
1:28	M	C'est plus sept.

Dans ce dialogue, on voit enfin émerger partiellement la difficulté profonde qui bloquait l'élève, apparemment une sorte de réalisme persistant dans sa conception du nombre, contre lequel elle se bat en formulant cette réflexion curieuse de mathématiques "personnelles" : *"Le X, c'est comme s'il faisait pas partie du chiffre ? C'est pas 'moins X', c'est 'X' et pis un moins."* Cela rappelle la réflexion de l'élève de la SW 283, qui refuse de simplifier 3a par 3 parce que "3a, c'est a fois a fois a. Sinon, *il n'y a pas de trois* !" Le surgissement de ces réflexions mathématiques personnelles est sûrement l'une des meilleurs indications que l'enseignant a réussi à créer un espace dans lequel les élèves osent et ont envie de vraiment raisonner publiquement, activement et à la première personne. C'est aussi un gage d'apprentissages solides, puisqu'on sait que les apprentissages scolaires sont souvent minés par la résurgence de conceptions plus anciennes, si celles-ci sont simplement refoulées et non pas affrontées lors de l'apprentissage.

(Voir l'extrait SW 208-E sur le DVD, qui débute sur la transcription intégrale à 33:41)

Une vraie maïeutique

Relevons encore que, dans cette leçon, quand un dialogue se prolonge entre élève et enseignant, ce n'est pas parce que l'enseignant cherche *à amener l'élève vers sa solution* en lui faisant admettre, à travers une fausse maïeutique, une série de raisonnements du maître. C'est au contraire qu'il cherche *à* comprendre le raisonnement *de l'élève* et le faire réfléchir sur celui-ci. Par exemple, dans le dialogue suivant, l'enseignant reste dans la logique d'une vraie maïeutique pour faire découvrir *par l'élève* une erreur dans la pose de l'équation, dans son raisonnement à lui, préférant la laisser provisoirement dans l'erreur que de l'amener à la solution juste en lui imposant son propre raisonnement.

Problème : Il y a 18 figures dessinées (des triangles et des rectangles) sur une feuille. Elles ont un total de 65 angles. Combien y a-t-il de triangles ?

Sans définir ses inconnues, l'élève a posé une équation erronée : $4\,(18 - T) + 4T = 65$, au lieu de $4\,(18 - T) + \mathbf{3}T = 65$.

0:00	M	Et là [+4 T], t'as mis quoi ?
0:01	E	Quatre T.
0:01	M	Pourquoi ?
0:02	E	Bin parce qu'il y a quatre T.
0:04	M	Pourquoi il y a quatre T ?
0:06	E	Parce que vous m'avez dit de laisser la même chose.
0:08	M	Pourquoi tu as quatre T ? !
0:11	E	Mais heu, parce qu'il y a quatre sommets.
0:14	M	Ouais, donc pourquoi t'avais quatre fois tout ça ?
0:17	E	Ha ouais...
0:18	M	Qu'est-ce que tu m'as répondu, quand je t'ai demandé "pourquoi quatre fois tout ça" ?
0:21	E	Mais en fait, il y a dix-huit figures, ça veut dire quatre fois les sommets, fois dix-huit//
0:27	M	//Pourquoi quatre fois ?// Pourquoi pas cinq ou… ?
0:29	E	// Parce que c'est quatre fois les sommets, les sommets d'un triangle c'est quatre (sic). Un, deux, trois, quatre.
0:33	M	Mais c'est des triangles ça ? *[en indiquant le (18 – T) dans la formule]*
0:34	E	Ouais.
0:35	M	Mais tu m'avais dis…, là je comprends plus rien. Écris-le ! Écris tes inconnues soigneusement ! (inaudible) Alors t'as mis quoi ? // T nombre de triangles.
0:42	E	// T nombre de triangles. R nombre de rectangles.
0:45	M	D'accord. Et pis dix-huit moins T, c'est quoi ?
0:48	E	C'est heu… les nombres de figures moins…// Ha ! Non ! C'est vrai, c'est moins *R* !

[Apparemment, représenter les rectangles R comme la somme des figures moins les triangles T, continue de faire problème pour l'élève. Cela l'amène à introduire cette nouvelle erreur dans la partie de la formule qui était juste. Cependant, l'enseignant ne cède pas à la tentation de lui "expliquer" la formule, se contentant de lui demander à elle de l'expliquer, puis finalement de lui conseiller d'écrire à quoi correspondent les deux parties de sa formule, pour se clarifier les idées. Il sait que poser de telles équations représente un saut qualitatif et difficile dans la pensée (il leur dit bien que "ce sont des problèmes difficiles !"), que ce n'est pas le fait d'avoir compris le problème "les lapins" qui permet forcément de bien poser celui des triangles, et que les élèves doivent se débattre seuls avec la difficulté pour finalement la dépasser. Cela exige une certaine humilité et de la patience.]

0:51	M	Écris-le ! Écris-le et puis réfléchis ! Il y a une erreur d'inattention dans ton truc. Écris soigneusement ce que tu veux faire.

(Voir l'extrait SW 208-F sur le DVD, qui débute sur la transcription intégrale à 41:10)

La leçon SW 267 (extrait B) donne aussi de beaux exemples de maïeutiques "vraies", pendant un travail de groupes sur les homothéties (les moments forts de la maïeutique et les indices offerts sont relevés en gras).

00:00	En	C'est juste ?
00:04	M	Il y a du juste mais il y a du faux aussi *[l'enseignant annonce ainsi son intention, non pas d'amener son raisonnement à lui, mais de clarifier la pensée de l'élève]*.
00:06	En	C'est faux moi ?
00:09	M	Alors.
00:10	E	Parce que moi ils ne sont pas parallèles parce que j'en ai fait un là et puis un là. Puis après j'ai fait là et là, donc ça donne pas parallèle.
00:19	M	Si !
00:20	E	Non ! *[Défend son opinion face à l'enseignant]*
00:20	M	Ben ça , ben ça et ça, c'est parallèle à ça non ?
00:23	E	Ouais, mais on dit, au début il n'y a pas le C, puis il y a que le A et le B. Et puis donc moi, (inaudible) faire A puis A prime.
00:30	M	**Hum, Hum.**
00:31	E	Et puis B et B prime. et puis après on doit tirer une conclusion de ces deux. Et puis moi, ça me donne symétrique ***[Silence de 5 secondes. Ici, c'est plutôt l'enseignant qui profite d'avoir le temps de réfléchir !]***.
00:42	M	Écoute, chez toi, ouais, bon, attention ! **Il faut qu'on se précise le vocabulaire. Qu'est-ce que tu veux dire, symétrique par rapport à quoi ?**
00:51	E	Ben parce que là, c'est comme s'il y avait l'axe en fait.
00:53	M	Hum, hum. **Alors, ça vient de quoi ça ?**
00:56	En	Du plan O ?
00:59	M	***[Ayant compris et trouvé un point commun avec la pensée de l'élève, l'enseignant peut offrir un indice.]*** **Ouais, bon, c'est symétrique par rapport à O. Mais ça dépend aussi de quoi ?** ***[silence]*** **Qu'est-ce que tu peux dire des coordonnées de A et B que t'as choisies ?**
01:11	En	Ben elles sont les mêmes.
01:12	En	C'est sur les mêmes droites.
01:13	M	Non elles ne sont pas les mêmes.
01:15	En	C'est sur les mêmes droites.
01:15	En	Non, mais elles sont sur *la même* droite.

01:17	M	***[Nouvel indice, concernant les coordonnées]*** **Ouais, elles sont les mêmes par rapport à quoi ? Et différentes en fonction de quel élément ?**
01:25	E	Ben c'est une droite par rapport à l'axe. Un et deux.
01:29	M	***[Nouvelle série d'indices, plus directes, visant les signes des coordonnées]*** **Hum, hum, quelle est la coordonnée de A ?**
01:32	E	Quatre, heu, deux, deux.
01:34	M	**Et de B ?**
01:35	En	Deux.
01:35	En	Moins deux, moins deux.
01:36	M	**Alors, qu'est-ce qui est différent ?**
01:39	EE	Les signes !
01:41	M	**Hum, hum.** ***[Il s'éloigne en laissant l'élève avec ces indices. Chez lui, "hum, hum" a un sens précis !]***
01:50	En	[Autre groupe] Monsieur, j'ai déjà oublié, oh, c'est pas vrai. Quand on nous demande plus deux, enfin, l'homothétie de rapport plus deux, il faut faire plus trois – enfin – trois fois la longueur.
01:59	E	En fait, on fait cette longueur là plus une fois, plus une fois.
02:03	En	Non.
02:04	M	Alors.
02:05	En	Je ne sais pas, moi il me semblait que c'était ça. C'est pas vrai.
02:09	M	***[Répond avec un indice en montrant l'exercice précédent]*** **Tu as, vous avez ou tu as, trouvé le rapport d'homothétie en faisant, heu...**
02:15	E	Ça divisé par ça.
02:16	M	**Ouais, alors maintenant, essaie d'appliquer ce que vous avez découvert ou ce qui vous est revenu à l'esprit là** ***[exercice précédent]*****, à l'appliquer ici.**
02:23	En	Où ? Mais là on avait le centre.
02:25	En	Là c'est juste.
02:25	M	**Ben là aussi, vous l'avez**.
		[Une discussion animée s'engage ***entre les élèves*** *du groupe, que l'enseignant écoute en silence.]*
02:26	En	// Ben ouais, ben ouais.
02:27	En	// Là aussi, on nous dit le centre B.
02:28	En	Ah, c'est le centre B. Ben, fallait le dire avant. Je ne savais pas.
02:30	En	Ben lis !
02:30	En	Ben, c'était marqué là le centre B.
02:33	M	Alors pour répondre à ta question Yann, est-ce qu'il faut reporter une fois ou deux fois ?
02:38	En	Ben deux fois.
02:39	En	Une fois.
02:40	En	Non.
02:40	En	Deux. Deux !
02:42	En	Une fois parce que deux, ça fait une fois, deux fois.
02:45	En	Si tu pars d'ici, tu repars de deux fois, mais si tu repars d'ici, tu pars d'une fois.
02:48	En	Ah ouais, t'as raison.

02:50	En	Donc ça dépend.
02:50	M	*[Demande au groupe de valider]* Alors est-ce que Yann a dessiné, juste ou faux ?
03:00	E	Pourquoi ?
03:01	En	Ça paraît faux moi.
03:05	En	Alors dis-moi pourquoi. Parce que.
03:06	En	Moi je ne dis rien moi.
03:07	M	Pourquoi tu ne dis rien ?
03:09	En	Parce qu'il y a la caméra.
03:11	M	Caméra ou pas ça ne change rien. Alors est-ce que le dessin de Yann vaut-il le double de ABC ?
03:20	EE	Oui !
03:21	En	Non, pour moi ça vaut pas.
03:25	En	Ça vaut le double, si tu pars du centre, ça vaut le double.
03:28	En	Ben ouais.
03:31	En	Mais je suis désolée. Mais si on part du centre, ça fait un et deux, alors là c'est pas le point A, c'est le point B.
03:37	En	Non.
03:38	En	Mais non.
03:40	M	// Le point B est le centre.
03:40	En	// Ça c'est le point C et ça c'est le point A.
03:43	En	Donc là c'est.
03:44	En	Ça c'est C prime.
03:45	En	Et puis le B, tu le mets où ?
03:46	En	Le B, tu le mets // là.
03:46	En	Le B, tu le mets là, ah ben ouais, c'est juste.
03:48	M	*[L'enseignant a ainsi attendu deux minutes (temps énorme dans une leçon), que le groupe se mette d'accord. Puis il valide]* Ouais, c'est juste.
03:50	En	Tu vois !
03:51	M	D'accord, ça c'est bon *[s'en va vers un autre groupe]*.

On notera le travail très autonome des groupes, certains dans différents locaux, comme dit l'un d'eux avec une fausse ironie "dans la joie et la bonne humeur". Le contrat didactique est clair. C'est à eux de discuter et chercher entre eux, même quand l'enseignant est présent. Lorsqu'on lui demande exceptionnellement de l'aide, sa maïeutique ne fait que provoquer le débat entre membres du groupe, dans une autre belle illustration de socioconstructivisme. Il ne confirme la bonne réponse qu'une fois les élèves d'accord.

(Voir l'extrait vidéo 267B sur le DVD)

Les reformulations du problème

Les reformulations plus ou moins subtiles, ou la proposition d'un nouveau problème analogue, peuvent servir d'indice plus ou moins évident. Par exemple, il est fréquent que les élèves tentent de calculer la surface de parallélogrammes comme s'il s'agissait de carrés ou de rectangles, en multipliant les côtés. Si on leur propose alors une série de parallélogrammes ayant les mêmes côtés, mais de plus en plus "aplatis", ils finiront forcément par s'apercevoir d'eux-mêmes que leur formule ne peut être juste, puisqu'elle donne toujours la même surface pour des surfaces visiblement de plus en plus petites. Ils seront alors probablement capables de découvrir que c'est la hauteur de la figure (qui "se cache" derrière le côté dans le cas particulier du rectangle) qui permet de calculer la surface. En tout cas, même sans la découvrir, ils pourront mieux apprécier sa pertinence que si elle est simplement imposée comme ligne pointillée sur le tableau noir. De plus, leur erreur initiale est alors intégrée dans une expérience de conflit cognitif qui les dirige vers la solution correcte.

La leçon SW 205 ci-dessous nous fournira un bon exemple d'un indice donné sous forme de reformulation du problème.

Les heuristiques

Nous avons déjà vu plusieurs exemples d'heuristiques, qui sont en quelque sorte des indices "passe-partout", moins spécifiques. Elles ne suggèrent pas la solution particulière, mais aident à la trouver en réduisant la charge mentale de l'élève à travers des méthodes ou des stratégies de recherche plus générales. Elles ont donc l'avantage d'être réutilisables par les élèves dans de multiples occasions. Par ailleurs, elles *rendent visibles*, pour reprendre la formule de la cognition située (Collins et al., op. cit.) des stratégies importantes et récurrentes de la pensée, qui deviennent ainsi plus conscientes, socialisables et assimilables.

Au plus simple et général, il peut s'agir de *méthodes de travail qui clarifient les problèmes.*. L'important en ce cas est sans doute de profiter des difficultés rencontrées pour faire comprendre aux élèves (comme s'efforce de le faire l'enseignant de la leçon SW 208) qu'il ne s'agit pas d'une exigence formaliste, mais bien d'un "art d'inventer, de faire des découvertes" (définition de "heuristique" selon le Littré), comme le fait ci-dessus l'enseignant, quand il rappelle le rôle joué par la formule dans la résolution du problème précédent : "On a écrit une formule. Mais là, tu ne l'as pas fait. Comme t'as pas fait ça, c'est pas clair dans ta tête, et maintenant t'es là avec une équation, tu sais pas bien ce que t'es en train d'écrire."

Nous avons relevé plusieurs heuristiques plus particulières souvent proposées ou utilisées de manière implicite en classe de mathématiques.

Une de celles-ci, souvent intégrée implicitement dans la structure de la leçon, est de *faire appel à plusieurs modes de représentation d'un problème*. L'enseignant de la leçon SW 262 le fait, avec son procédé de faire "parler" les équations, adossant ainsi le sens d'une équation sur la logique déjà fermement établie du discours. L'enseignant japonais intègre cette heuristique structurellement dans la leçon sur les inégalités, en faisant étaler sur le tableau des solutions d'un même problème utilisant des modes figuratifs, graphiques, numériques, utilisant des équations et des inéquations. De façon assez générale, quand on confronte différents modes de représentation, ou différents procédés de calcul, celui qui est plus familier emporte une conviction intuitive plus forte. Ainsi, à défaut d'une véritable démonstration, la pertinence de l'autre mode de représentation ou de calcul est admise, puisqu'il aboutit au même résultat.

Très souvent, il s'agit *d'adosser d'une manière ou d'une autre la résolution algébrique sur une représentation graphique* (cf. la leçon SW 210, où on fait découvrir une expression algébrique à partir d'un dessin, la SW 262 où on travaille simplement des équations des deux manières pendant une même leçon, ou la SW 1 où l'enseignant a finalement recours à une résolution graphique du problème pour justifier les règles de calcul algébrique). Nous avons rencontré un contre-exemple étonnant dans une leçon néerlandaise : le problème posé est de calculer le volume d'un cube, dont on doublerait les dimensions, mais l'enseignant ne se réfère jamais à la représentation du volume sur le tableau, renvoyant les élèves uniquement à des procédures de calcul données dans leur manuel !

Il s'agit souvent *d'utiliser le numérique pour explorer ou vérifier l'algébrique* (par exemple dans la leçon SW 262, quand l'enseignant conseille de substituer des nombres dans l'équation pour la "vérifier".)

Une heuristique apparentée (bien utile aux "nuls en maths" pour retrouver des procédures oubliées) consiste à *raisonner sur un problème analogue plus simple*, ou *pour lequel on connaît la réponse*. On en a vu un exemple dans l'extrait de leçon SW 262-B (à 0:34), quand l'enseignant fait chercher l'opération (+1), qui permet de passer de x – 1 = 0 au résultat x = 1, déjà connu à travers un autre procédé.

L'enseignant de la SW 208 rappelle régulièrement aux élèves une autre heuristique qui éclaire le travail en mathématiques : *la distinction entre moments de réflexion sur le sens (pose du problème, interprétation des résultats) et moments de calcul*, d'utilisation "automatisée" de procédures, qui ne nécessitent plus la réflexion, qu'il compare à un âne qui avance tout seul :

21:55 M *[…]* Ça c'est l'équation. Alors maintenant une fois qu'on a l'équation, mais c'est ce qu'on avait dit – petite claque sur les fesses de l'âne – ça roule tout seul. Donc ça roule tout seul. Donc ça maintenant, c'est de la technique. On fait ce qu'on a l'habitude de faire, on fait les coups de balance, on réduit, on fait les machins. On ne réfléchit plus là. On y va automatiquement.

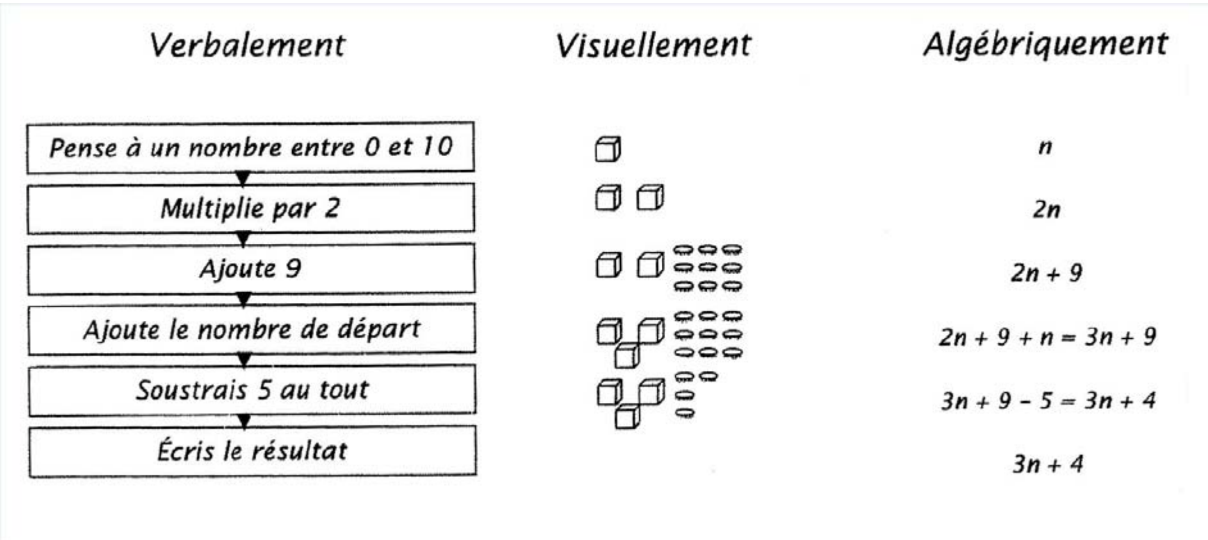
Puis, le calcul fini :

22:47 M Maintenant j'ai fini avec la partie technique. J'ai eu mon équation, j'ai résolu, j'ai trouvé (égal à onze). Maintenant *je recommence à réfléchir*, maintenant j'en suis au point quatre *[de la méthode générale de résolution utilisée avec les élèves]*, il me faut une réponse. Donc là il faut revenir à… Il faut, il faut, il faut de nouveau réfléchir là. Faut se dire "ça veut dire quoi ce L égal à onze ?"

(Voir la transcription intégrale de la SW 208 sur le DVD)

Les heuristiques peuvent être proposées explicitement aux élèves ou être implicites dans la démarche de l'enseignant ou le plan de leçon, par exemple, par le fait d'inclure plusieurs types de représentations différentes d'un problème. Un joli exemple est fourni par la feuille de présentation des expressions littérales utilisées dans la leçon SW 2 (cf. Figure 5).

Figure 5. Différents modes de représentation d'un problème (extrait de la leçon SW 2)



Cependant, il semble essentiel que ces heuristiques soient suggérées aux élèves au bon moment, dans une situation où elles répondent à un besoin de l'élève et de manière à pouvoir s'insérer dans sa démarche propre de réflexion. Sinon, elles risquent de paraître comme des impositions lourdes, des formalismes de méthode, du travail "en plus" dont on ne saisit pas l'intérêt. La leçon SW 266 en est un exemple frappant car son but, selon l'enseignante, était précisément l'apprentissage de l'heuristique de recours à une situation plus simple pour comprendre un problème, en l'espèce "le recours à des nombres pour retrouver une formule dérivée"[30]. Pour l'enseignante, il s'agit aussi d'encourager le raisonnement des élèves au lieu de leur faire apprendre les formules dérivées par cœur. La leçon est donc inspirée par un but dévolutif. Malheureusement, il est imposé de manière très transmissive, de sorte que les élèves ne semblent finalement pas comprendre l'intérêt ou même le sens de l'exercice.

D'abord l'heuristique est imposée hors contexte. La recherche des formules dérivées est faite à froid, elle ne sert pas à résoudre un problème concret. Malgré ce handicap, plusieurs élèves ont des propositions, dont la plupart se réfèrent à une intuition qu'il faut "faire le contraire". L'enseignante aurait mieux fait de les suivre, puis d'introduire l'heuristique de substitution de nombres dans le résultat pour vérifier leurs intuitions (qui avaient en plus le grand avantage de se référer aux règles de transformation et peut-être même au sens de l'opération, alors que l'heuristique ne peut servir qu'à vérifier ceux-ci.) Malheureusement, elle ignore toutes ces pistes de réflexion et finit par devoir imposer la sienne à travers une fausse maïeutique, dans laquelle les élèves font correspondre nombres et éléments de la formule sans savoir pourquoi.

15:23	M	…Comment est-ce que je peux retrouver une formule dérivée à partir d'une formule de base ? Qui est-ce qui pourrait m'aider ? ... Parce qu'en fait, c'est de savoir comment je vais imbriquer, utiliser les nombres ou les lettres entre elles pour retrouver heu... un des éléments, Sabine ?
15:44	En	Faut la mettre dans l'ordre déjà. ... Par exemple là on a l'aire, on a la base, on a la hauteur.
15:50	M	Oui...
15:52	E	Ben, on... Si on reprend la... la formule à l'en... euh... *à l'envers.*
15:59	M	Ouais d'accord, ça... C'est vrai, on peut la reprendre à l'envers. Mais y'avait, y'a un moyen, on l'a fait heu, en septième année déjà, en tout cas. Pis j'pense même qu'on l'a, on a dû le refaire en huitième. Oui ?
16:12	En	*Si on fait l'aire divisée par deux, après on va faire fois deux. [Cet élève pense donc aussi en termes de "contraire"]*
16:15	M	Ouais, mais comment j'sais qu'il faut diviser par deux ? Toi, tu sais, mais... Mais tout le monde le sait pas, Richard ?
16:21	En	Parce que pour trouver l'aire, on fait base fois hauteur. Pis *alors, on est obligé de faire le contraire* pour trouver heu... la hauteur.
16:28	M	Ouais. Mais qu'est-ce qui pourrait m'aider comme moyen pour retrouver et reconstruire des formules ? ... Oui ?
16:36	En	*Un dessin, surtout.*
16:37	M	Non ! Ici, c'est pas un dessin [alors qu'un dessin serait aussi une heuristique bien efficace !] ... Richard ?
16:43	En	On *n'a qu'à faire le contraire* !
16:46	M	Alors, euh... Si je vous dis ... Euh... Attendez ! si j'ai six fois quatre, vingt-quatre divisé par deux : douze. Est-ce que ça peut m'aider de travailler avec une formule identique, mais où j'utilise des nombres ? [silence]
17:14	M	Maxime ?
17:14	En	Oui ?
17:18	M	Ça veut dire qu'il va falloir faire quoi entre ça et ça ? Faut établir quoi ? [silence]
17:35	M	Hou, hou ! ... Damien ?.... Douze, ici.
17:45	En	Oui ?
17:46	M	Ça représente quoi ? ... Sylvain ?

[30] Exemple donné par l'enseignante : à partir de la formule *aire* = *L x l*, il est plus facile de trouver et comprendre la formule dérivée *l* = *aire/L* en insérant des nombres simples dans la formule : 20 = 4x5 et "évidemment" 4 = 20/5.

17:50	En	Ben, la moitié de six.
17:52	M	Ouais d'accord, ok. Mais… Laure ?
17:54	En	L'aire !
17:55	M	C'est l'aire, hein ! On pourrait même travailler, si j'avais assez de craies de couleurs différentes, on pourrait travailler avec des couleurs. Pis dire ben voilà, douze heu... a, r, c'est en fait la même chose. Je l'écris, heu, j'sais pas moi, ben en jaune par exemple. ... Bon, comme de toute façon j'aurai pas assez de craies, je vais pas le faire avec les couleurs. *Ensuite, la base, elle vaut combien, Richard ?*
18:20	En	Six !
18:21	M	La base, elle vaut six. La *hauteur vaut combien Isaline ?*
18:24	En	Quatre !
18:24	M	Quatre. Pis bon, ben ça, c'est un divisé par deux heu... Ça fait partie de la formule. Hein ! C'est identique. Alors, ça, c'est une première chose, c'est d'avoir un lien, c'est d'avoir une correspondance entre la formule lettre, puis la formule les nombres que j'utilise. Alors attention, ces nombres, c'est qui, qui les choisit ?
18:47	M	Larry ?
18:48	En	Ben, nous.
18:49	M	Oui. C'est à vous de les choisir. Il faudra faire attention à quoi, quand vous choisissez vos nombres pour essayer de, de les manipuler, pour trouver les imbrications ?

Elle rejette ainsi les suggestions de "faire le contraire", qui se réfèrent pourtant aux opérations complémentaires auxquelles elle va elle-même faire recours quelques minutes plus tard. L'idée de faire un dessin, heuristique qui pourrait aussi être utile pour réfléchir à des figures géométriques, est repoussée sèchement. La forme de l'interaction aussi bien que le ton suggèrent que, malgré son intention consciente de donner des moyens de raisonnement aux élèves, en réalité elle ne croit guère aux capacités intellectuelles de ses élèves et veut garder le contrôle sur tous les raisonnements faits en classe. Il n'est dès lors pas très étonnant que quand, plus tard dans la leçon, elle demande comment on peut retrouver une formule dérivée, les élèves lui répondent qu'il faut "l'apprendre par cœur" ou la "chercher sur les fiches" !

Pour conclure sur ces techniques de gestion des difficultés des élèves, quelle que soit la maîtrise du sujet de l'enseignant, il faut reconnaître que Crahay (1989) a raison d'insister sur la difficulté de mener un dialogue stimulant l'activité intellectuelle des élèves en situation frontale – particulièrement en cherchant à mener une maïeutique exigeante basée essentiellement sur des heuristiques et des indices. Cependant, certains enseignants tentent – et réussissent – ce genre d'interaction plus que d'autres. Cela dépend évidemment de la qualité de la préparation de la leçon, mais sans doute aussi des habitudes prises – par les élèves autant que par l'enseignant – dans des situations de structure plus favorable à la dévolution. Il dépend aussi des priorités données à une séquence d'enseignement. Est-ce d'aboutir aussi vite que possible à une présentation complète d'une notion, ou est-ce aussi d'écouter, faire écouter, explorer, discuter et réfléchir ? Cela nous amène à passer en revue des aspects plus fonctionnels à l'œuvre dans une approche dévolutive de l'interaction entre enseignant et élèves.

F. Interactions dévolutives et participation active des élèves

Il est essentiel que la qualité de la relation, la gestion de l'interaction, les "normes socio-mathématiques" (Yackel et Cobb, 1996) qui définissent le contrat didactique de la classe soient réellement cohérentes avec la visée constructiviste. Un scénario en soi intéressant ne fonctionnera pas si l'enseignante ne recherche pas suffisamment un feedback de ses élèves, si elle ne sait pas l'écouter, si une attitude évaluatrice décourage la participation ou si des "aides" trop appuyées introduisent une contradiction dans le contrat didactique. Il s'agit de respecter des aspects qu'on pourrait qualifier de "micro-constructivistes", puisqu'il s'agit de favoriser l'initiative des élèves par la manière de conduire le détail des interactions, plutôt que par la structure plus générale de la leçon, et puisque cette posture peut (et même doit) aussi présider aux séquences transmissives dont la structure n'est pas constructiviste, pour qu'un contrat didactique cohérent puisse s'établir. C'est pour cette raison que nous nous sommes particulièrement intéressés à analyser des situations frontales[31].

Les questions ouvertes

Il s'agit de préférer les questions ouvertes et d'ensemble, les questions incitant à une explicitation ou un développement ou les questions-indices aux questions fermées, partielles (voire triviales), d'une fausse maïeutique.

La réaction aux réponses des élèves

L'enseignante avec une attitude "micro-constructiviste" diffère souvent son évaluation des réponses ou sollicite d'abord celle des élèves. Elle évite de justifier ou développer elle-même des réponses, si un élève peut le faire, se bornant à compléter les explications de celui-ci. La leçon SW 208 nous a fourni de bons exemples de ces aspects.

Dépannages

Si l'enseignante sent la nécessité d'intervenir ou de corriger plus ou moins directement un raisonnement d'élève, elle peut se limiter à "dépanner" l'élève par rapport à la question ou l'erreur particulière (nous en avons déjà vu des exemples avec les enseignants des leçons SW 208 et SW 262 – et de multiples contre-exemples !), sans décharger l'élève de sa responsabilité en se laissant entraîner à poursuivre l'intervention jusqu'à la solution finale du problème. Même si (à la différence des exemples cités) un "dépannage" prend une forme transmissive, on peut le considérer comme une réaction intermédiaire entre les approches directive et constructive, dans la mesure où l'enseignante y manifeste le souci de ne pas s'approprier la responsabilité de la solution générale.

Éviter d'obliger les élèves à *improviser, sous pression*

La technique de dépannage a aussi le mérite d'éviter de mettre l'élève dans une situation de stress, contraint de raisonner sous le regard (même bienveillant) de l'enseignant, voire de ses camarades, particulièrement si la situation n'a pas laissé suffisamment de temps pour réfléchir au préalable. Quand l'enseignant prolonge une situation de ce genre, l'observateur a souvent l'impression d'un effondrement progressif de la qualité des réponses de l'élève. L'enseignant, tout à son envie d'aider l'élève et de montrer la solution, ne le remarque pas forcément (voir par exemple ci-dessus les leçons SW 204, SW 265 à 00:41:03:11 ou SW 1 à 9:48). Par contre, une simple attente silencieuse de l'enseignant ne sera pas forcément vécue comme une pression, si le contrat didactique de la classe fait que ces silences sont réellement vécus comme n'ayant d'autre signification que celle d'un temps pour réfléchir. Il y a silence et silence. Selon le contexte leurs sens sont bien différents, mais il faut savoir sentir de quel silence on participe !

---

[31] Les travaux sur la *cognition située*, par exemple, semblent s'intéresser le plus souvent à des classes avec travaux de groupe, bien que Mottier Lopez considère qu'une participation réflexive pourrait également se développer dans d'autres configurations (2006, p. 89).

Le mini-débat

Les questions de l'enseignant sont aussi moins stressantes si elles s'adressent plus ou moins implicitement à toute la classe plutôt qu'à un seul élève à la fois. Cela se traduit, entre autres, par le fait de relayer régulièrement les questions et/ou réponses des individus pour les soumettre à une discussion collective, solliciter d'autres contributions, etc., dans une ambiance collaborative et non-évaluative. Si cela n'est pas fait, non seulement les échanges publics avec un élève mettent celui-ci sous pression, mais les autres élèves ne se sentent plus forcément concernés, et peuvent même avoir l'impression qu'on ne s'occupe pas d'eux (alors qu'ils vont peut-être buter sur la même difficulté cinq minutes plus tard). Re-proposer ainsi un problème à la classe (sans forcément relever une erreur) peut ouvrir un moment "a-didactique" (voir la leçon SW 283, ou ci-dessous la SW 205).

Les silences

La réaction la plus difficile (à juger par sa rareté) semble être *d'oser attendre* une réponse, particulièrement face à une classe entière, quitte à laisser planer quelques secondes de silence. Cela peut sembler négligeable, mais à l'écoute des vidéos on se rend compte que ces moments sont aussi rares que bienvenus. Dans beaucoup de leçons le discours du maître est pratiquement incessant. Apparemment, les enseignants anticipent souvent une rupture dans le processus d'apprentissage avant que celle-ci soit avérée. Ils interviennent alors de façon précipitée, par peur de perdre l'attention des élèves, le "momentum" (élan) de Kounin (1976), ou d'ouvrir la porte au désordre. Pourtant, comme le relève un des enseignants japonais dans son *Lesson Plan*, les élèves doivent avoir la possibilité de réfléchir, pour pouvoir répondre de façon intelligente !

L'importance de ces silences n'est plus à démontrer. Depuis les travaux de Rowe (1986) sur le "wait time", toute une série d'études ont montré que le fait d'attendre de 3 à 5 secondes après une question et après les réponses des élèves (alors que la moyenne est d'environ une seconde) transforme la qualité de l'interaction de manière positive. Plus d'élèves répondent, de façon plus juste, et ces réponses sont plus élaborées, circonstanciées et raisonnées. Cela fait aussi que les élèves écoutent et s'écoutent mieux. Réciproquement, le *feedback* de meilleure qualité reçu par l'enseignant transforme sa façon de questionner. Les enseignants posent moins de questions, de niveau plus élevé et mieux mises en relation entre elles (eux aussi ont besoin de réfléchir pour dire des choses intelligentes !).

Stahl (1994) distingue huit types de "think time" qu'il est important de respecter dans le discours de l'enseignant comme dans ceux des élèves. En particulier, il insiste sur le fait qu'il faudrait respecter les pauses – et même au-delà des trois secondes "standard" – intervenant dans les réponses des élèves, alors que les enseignants interviennent en moyenne au bout d'une demi-seconde dans cette situation ! En effet, la recherche montre que si on laisse le temps à l'élève de reprendre lui-même le fil de sa pensée, il donne très souvent la réponse attendue (en somme, la patience – et la politesse – est payante !). Évidemment, il ne suffit pas d'introduire mécaniquement des pauses partout ! Une longue pause après une question mal formulée peut accroître la confusion chez les élèves.

D'autres chercheurs ont mis en évidence les aspects discriminatoires des temps d'attente courts. En effet, les enseignants ont tendance à donner moins de temps pour réfléchir aux élèves (faibles) de qui ils n'attendent pas une réponse juste (Ferguson, 2003).

De plus, oser introduire quelques silences dans les discours incessants d'une journée d'école a un effet très reposant et crée une ambiance de réflexion. Si ceux-ci font partie d'un contrat didactique implicite, du "style" du maître, ils ne seront vécus ni comme une pression ni comme une rupture ou une occasion de désordre, bien au contraire ! Mais cela nécessite que ces échanges publics soient réellement vécus comme des moments de recherche et de discussion, sans que quelque chose – l'inquiétude de l'enseignant, p. ex. – leur donne un arrière goût évaluatif.

On a déjà constaté (Maurice, 2006) que le temps d'attente est une constante, spécifique pour chaque maître mais variable entre eux. En ayant conscience de ce phénomène, il serait peut-être possible pour un enseignant de modifier sa "tolérance" personnelle par rapport aux silences. Torbes et Medway (1981) citent ainsi un enseignant qui avait enregistré et analysé son discours en classe : "*Plus* *j'écoutais les bandes, moins je parlais en classe*, et plus mes énergies s'investissaient dans la conception de contextes dans lesquels le discours des apprenants pouvait se dérouler de manière naturelle et fluide, sans que j'aie à interférer."

Écoutez donc les beaux silences de la leçon SW 267 !

En effet, cette leçon (sur les homothéties), qui nous a déjà offert des exemples de maïeutique "vraie", donne aussi un excellent exemple de l'ambiance agréable et productive de réflexion qui peut être cultivée avec des silences. La révision initiale en situation frontale montre la place laissée aux élèves, dont quatre (choisis par leurs camarades !) inscrivent leurs souvenirs des différentes applications au tableau, aidés par la classe (un niveau moyen). Le maître invalide les réponses fausses, mais ne donne généralement que des indices quant à la réponse, attendant ainsi cinq minutes pour que le terme essentiel d'"orientation" resurgisse enfin dans la mémoire de la classe. Comme l'enseignant japonais, il semble avoir l'idée curieuse qu'il faut laisser du temps pour réfléchir ! Par exemple, il laisse plusieurs fois des silences de quinze à vingt secondes pour réfléchir aux éléments inscrits au tableau par les quatre élèves (à partir de 0:18 jusqu'à 1:41), et attend de nouveau une vingtaine de secondes avant de donner une réponse à 2:12.

Ce n'est qu'après avoir complété et fait discuter ces contributions des élèves qu'il reprend la révision lui-même de façon plus synthétique. Dans cette classe, les élèves ont un vrai rôle à jouer, y compris en situation de classe entière.

(Voir l'extrait SW 267-A en annexe et sur le DVD, qui débute sur la transcription intégrale à 6:59)

De même, nous avons vu que pendant le travail de groupe il se borne généralement à observer et répéter les consignes (notamment qu'il veut une réponse collective, par groupe), sans donner des aides (et d'ailleurs généralement sans qu'on les lui demande). Si ses silences ne sont pas pesants, c'est sans doute aussi parce que le contrat didactique est très clair. C'est aux élèves de travailler et de trouver (à tel point que le débat continue entre les élèves même quand l'enseignant se rapproche). L'enseignant, comme son collègue japonais, est là pour observer le travail des groupes, n'intervenant qu'à sa propre initiative et seulement pour donner un indice ou corriger la direction ; un exemple "parlant" – et reposant ! – de comment l'enseignant peut se simplifier la tâche par une dévolution du travail de calcul et de réflexion aux élèves. Ici aussi, il est capable d'attendre une quinzaine de secondes en silence pour une réaction des élèves, qui eux ont parfaitement intégré que c'est à eux de chercher, sans dépendre du maître. L'enseignant parle à voix basse, tranquillement et avec humour. Le tout crée une ambiance de réflexion dans lequel les silences s'insèrent naturellement et agréablement.

(Voir la transcription ci-dessus et l'extrait SW 267-B sur le DVD)

Certains de nos maîtres ne gardent pas forcément le silence, mais trouvent d'autres moyens pour ne pas intervenir avec la solution à des moments critiques de leurs leçons. Il s'agit notamment de différer l'évaluation des réponses (voir ci-dessus) en renvoyant plus ou moins explicitement celle-ci aux élèves. Nous en avons déjà vu des exemples dans la leçon SW 283 et dans la SW 208, lorsqu'un élève se trompe en posant l'équation. L'enseignant n'évalue pas, mais lui demande de répéter et expliquer, ouvrant un espace dont profitent plusieurs élèves pour corriger eux-mêmes l'erreur.

Le ton de l'enseignant

Si on réécoute certains enregistrements (pas tous malheureusement !), en ne se centrant que sur le *ton* des enseignants (p. ex. la leçon SW 267 ci-dessus, les SW 208, SW 262, SW 205 ou SW 283), on entend clairement – les élèves sans doute aussi – une curiosité et un intérêt réel pour les raisonnements des élèves, un respect intellectuel (d'ailleurs réciproque) qui est sans doute un fort facteur de motivation pour les élèves. On entend ainsi l'enseignant de la leçon SW 208 dire explicitement aux élèves "Ce sont des problèmes difficiles !". Ce respect se traduit aussi souvent concrètement par le fait que le critère de l'enseignant pour passer à autre chose n'est pas que la solution soit *montrée* ou même démontrée, mais que les élèves soient *d'accord*, qu'ils se sentent en quelque sorte confortables avec le résultat (la leçon SW 205 en est un exemple frappant).

Le climat de la classe, le bruit qu'elle fait

La qualité des interactions peut être analysée au niveau du contenu, mais il peut être intéressant aussi de se demander quel type de relations et de processus sont signalés par le bruit que fait la classe[32]. Certaines classes bruyantes donnent une impression de tension et désordre, alors que d'autres (les leçons SW 205 ou SW 208, par exemple) sont excitées mais concentrées, les élèves parlent beaucoup, mais du problème, dans une sorte de "brainstorming" collectif.

Il y a aussi des classes où on impose le silence à certains moments pour que les élèves puissent réfléchir. C'est bien. D'autres semblent silencieuses *parce que* les élèves réfléchissent. C'est bien mieux. Enfin, certaines font le bruit modéré et agréable qui correspond au bourdonnement d'un collectif au travail. On échange des informations, on s'écoute, on élabore. La classe SW 211, par exemple, fait un bruit qui pourrait aussi être celui d'une rédaction de journal ou de la pause d'une conférence scientifique. Voilà une ambiance sociale et de travail vraiment agréable et soutenable sur le long terme, autant pour les élèves que pour le maître ! De ce point de vue aussi, on a l'impression qu'une pratique constructiviste réussie instaure d'autres rapports, qui doit aussi colorer les situations frontales. De plus, l'apprentissage d'un tel travail collectif et coopératif n'est-il pas un élément essentiel dans une formation ?

La recherche proactive du feedback pour pouvoir s'adapter aux élèves

Le feedback reçu des élèves peut être de divers types. Celui contenu dans la réponse aux questions directes de l'enseignant est le plus souvent relativement pauvre. En effet, on vérifie si l'élève sait répondre à la question de l'enseignant, mais on apprend peu sur les questions que se pose l'élève. Nous avons vu que dans d'autres classes, le feedback est beaucoup plus riche, car les élèves prennent constamment l'initiative pour poser des questions, proposer une reformulation d'une idée présentée par l'enseignante, faire un commentaire ou une objection, ou simplement pour dire qu'ils n'ont pas compris (voir les leçons SW 208, SW 283 ou SW 205, p. ex.).

Dans certains cas la présence d'un feedback riche n'est pas étonnant, car on constate qu'il est fortement sollicité sur le moment par la maîtresse (voir SW 205 ci-dessous). Dans d'autres cas, il est offert de manière apparemment spontanée, mais cela est sans doute fonction de l'expérience passée des élèves avec l'enseignante, notamment de sa façon de valoriser leurs interventions, ainsi que d'habitudes prises (autant par l'enseignante que par les élèves) dans des moments de travail non-transmissif.

L'encouragement des questions, objections ou reformulations, en particulier celles qui expriment une mauvaise compréhension, est un facteur évident et puissant d'encouragement à la réflexion des élèves, mais qui se pratique de façon extrêmement inégale par les enseignants. Quelle chance de pouvoir oser des questions "stupides" ! Nous avons déjà relevé les exemples des élèves des leçons SW 283 ou SW 264, qui osent proposer un autre raisonnement (faux) après l'institutionnalisation de la solution par l'enseignant, ou le fait que dix élèves interviennent pour dire qu'ils ne comprennent pas dans la SW 208. Dans ces cas, les réactions très positives des enseignants à ce type d'intervention expliquent en grande partie leur fréquence. L'enseignant de la SW 283, par exemple, fait mine de reprendre le raisonnement mathématiquement tout à fait aberrant de l'élève. Il en profite pour ouvrir un moment a-didactique important et termine en félicitant l'élève d'avoir posé la question. Les enseignants de la SW 208 ou de la SW 205 réagissent aux incompréhensions en reprenant volontiers l'ensemble de la résolution publique du problème.

[32] Évidemment, il est difficile d'évaluer objectivement un climat. Il nous semble pourtant que c'est une erreur d'en faire entièrement abstraction, simplement parce qu'une telle mesure ne peut satisfaire à des critères strictes d'objectivité. Ce serait introduire un biais méthodologique sérieux que d'ignorer un aspect du problème que nous savons pertinemment essentiel (et que la vidéo nous permet d'entrevoir), sous prétexte qu'il est difficile de le mesurer ! Tant qu'on ne peut pas accéder à une connaissance véritablement scientifique d'un phénomène, on est bien obligé de le traiter avec "sagesse" ! (Piaget, 1965).

Par contre, dans d'autres classes, nous n'observons *aucune* question ou intervention spontanée d'élève, et ce n'est sûrement pas par hasard, ou parce que les élèves ne ressentent aucune difficulté ! Généralement dans ces cas, la manière de réagir aux erreurs des élèves ou l'attitude plus générale de l'enseignante par rapport à l'exploration d'un problème semblent en cause. S'il n'y a pas d'interventions spontanées des élèves, c'est que l'enseignant ne donne pas l'impression de s'y attendre, voire les décourage plus ou moins inconsciemment. Par exemple, parce que l'accent mis sur la solution plutôt que sur le raisonnement, ou l'inquiétude de l'enseignante quant aux apprentissages fait involontairement régner une ambiance permanente d'évaluation. Même s'ils ne sont pas vraiment notés, les élèves n'osent pas montrer leurs faiblesses.

Une attitude proactive par rapport à la participation des élèves est fondamentale, car c'est la *qualité du feedback* obtenu des élèves qui permet de moduler le rythme et la manière d'opérer du maître. Elle permet la détection précoce (voire l'anticipation) et l'intégration de la rupture dans la communication, par une adaptation du discours ou activité proposée. Le socioconstructivisme prend alors un sens bien plus profond que celui d'aménager des espaces d'échange dans lesquels les élèves peuvent décentrer et équilibrer leurs points de vue *entre eux*. Ici, l'enseignante se place *elle-même* dans un tel espace. Évidemment, elle n'abandonne pas pour autant sa position asymétrique, supérieure, autant du point de vue du savoir que de l'autorité. Néanmoins, elle accepte d'adapter constamment son discours, sa gestion de la progression de la leçon, etc., en fonction des réactions et expressions des élèves. Elle reconnaît, dans les faits, qu'elle ne peut pas faire une bonne leçon toute seule. En effet, si on accepte qu'une leçon est, selon la formulation du Groupe de recherche pour l'analyse du français enseigné de l'Université de Genève (GRAFE), un "texte" qui s'élabore collectivement (communication personnelle) – au fur et à mesure de l'interaction – alors un bon texte ne peut pas être un monologue ou un dialogue de sourds.

La leçon SW 206 nous offre un joli exemple de plusieurs aspects "micro-constructivistes" dans une classe d'élèves de niveau très faible, d'un quartier de Genève où "tenir" une classe de ce genre est déjà souvent difficile. Pourtant, ici, les élèves sont étonnamment attentifs et participatifs, pendant toute l'heure, malgré leurs difficultés. La leçon (comme la SW 205 ci-dessous) est peu variée du point de vue des situations, pratiquement toute la leçon se déroulant dans un rapport frontal avec la classe entière. Cependant, elle peut être considérée dévolutive, surtout par rapport au type d'interaction entretenue par l'enseignante au niveau "micro". Celle-ci recourt peut-être beaucoup au dialogue maïeutique, mais mené avec une grande attention aux difficultés exprimées par les élèves, et de manière à les faire réfléchir. Les buts de l'enseignante sont notamment que cette classe apprenne à "exprimer ses idées et montrer sa démarche, avoir du plaisir". Et on observe effectivement que ces élèves, manifestement sans grand bagage ou confiance en eux-mêmes, commencent quand même à oser raisonner en public.

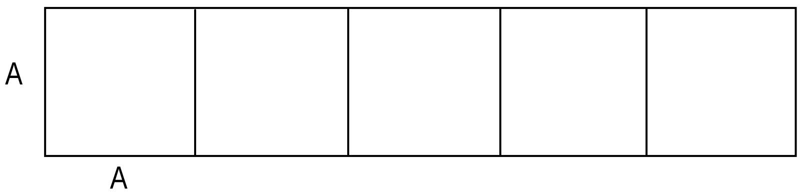
La première moitié de la leçon est consacrée à la révision. Celle-ci se prolonge, non pas parce qu'on multiplie les exercices, mais parce que l'enseignant prend le temps de faire retrouver et expliciter par les élèves les procédures et le sens qui les sous-tend.

On aborde ensuite une nouvelle matière, le calcul littéral. L'enseignante ne fait que suivre les exemples introductifs de la méthode officielle, mais elle le fait avec doigté. Au lieu de multiplier les exercices (comme dans la SW 202, p. ex.), elle ne pose que quelques problèmes, partant d'évidences et à un rythme qui permet aux élèves d'oser raisonner. L'enseignante est partie du dessin d'un losange (ce qui a provoqué encore un retard, car l'enseignante s'est rendue compte que les élèves devaient remettre en place la définition du losange et le calcul d'un périmètre…) :

0:0	M	[[…]] Si ça [un côté du losange], ça s'appelle C, que vaut le périmètre ?
0:10	En	C fois C.
0:12	M	Le périmètre. C'est quoi le périmètre, Martine ?
0:13	En	Non. C fois quatre.
0:17	En	C'est le contour.
0:18	M	C'est le tour, donc rectifie !

0:19	E	C plus C plus C plus C.
0:20	M	C plus C plus C plus C, qui est égal à ?
0:24	E	Quatre (inaudible)
0:24	M	Quatre fois C. J'écris comme ça [écrit P = C + C + C + C = 4 x C = 4C]. **Ça vous dérange si j'écris comme ça ?**
0:30	En	Pas du tout.
0:31	M	Voilà, c'est parfait, c'est ce qui s'appelle simplifier l'écriture. Quatre fois C c'est quatre C. Quatre fois une pomme, c'est quatre pommes [à plusieurs reprises dans la leçon, l'enseignant remplace ainsi des expressions littérales par des objets concrets quotidiens, quand celles-ci semblent gêner les élèves]. **D'accord ?** Bon. Ensuite je vous demandais que vaut le périmètre si un des côtés mesure quatre. Donc, C est égal à quatre…
0:47	En	Seize.
0:48	EE	Seize.
0:48	M	Périmètre est égal à seize. Ok. Centimètres, centimètres. Bien [elle insiste encore une fois pour vérifier que les élèves suivent]. Vous êtes d'accord ? Vous admettez ça ? **Ça ne pose pas de problème ?** ... Alors, allons un peu plus loin.

Un problème analogue est alors posé avec un rectangle composé de cinq carrés égaux de côté A, dont les élèves doivent trouver, en travail individuel, l'aire et le périmètre. L'enseignante fait le tour de la classe, encourageant les élèves, donnant des indices parfois assez lourds, mais pas de réponses :



2:27	M	Alors A fois deux, (inaudible), ouais, alors maintenant, essaye d'aller plus loin ! Allez, va plus loin ! C'est juste, c'est juste !
2:33	E	Comment vous voulez (inaudible) ?
2:34	M	C'est excellent ça. Comment tu vas écrire A fois deux ?
2:39	E	Entre parenthèses.
2:41	M	Non, je n'ai pas besoin de parenthèses. Écris-moi… comment on avait écrit ? Regarde comme j'avais écrit mon "Quatre fois C" ! Comment je l'avais écrit ? Voilà, deux A. Essaye d'aller plus loin, c'est pas mal !

Un peu comme dans une leçon japonaise, elle trouve un élève avec une réponse juste pour l'aire, qu'elle lui demande d'exposer au rétro. Elle ne la développe pas elle-même, mais le pousse à expliciter son raisonnement. "Quand tu fais A fois A, dis voir ce que tu calcules !". Le résultat est soumis à l'évaluation des élèves, avant de pousser plus loin :

4:05	M	Hum hum... Très bien. **Contestation, désaccords ?...** Moi, j'aimerais que l'on écrive cela autrement.
4:24	En	Mouais.
4:25	M	Mouais. On peut trouver une autre écriture plus simple.

Plusieurs élèves font immédiatement des propositions, dont une fausse : la confusion "classique" entre multiplication et exposant.

5:12 En Deux A fois cinq.

5:15 M Parce que A fois A est égal à deux A ?

Plutôt que de corriger au niveau purement procédural (comme le font plusieurs des enseignants "transmissifs" de l'échantillon pour cette même erreur), l'enseignante fait raisonner, car pour elle les "élèves doivent émettre des hypothèses, les débattre et les vérifier."

5:21 M Je ne sais pas. Remplace A !

5:21 E *[L'élève cherche simplement à se rétracter]* J'ai rien dit !

5:22 M Attends ! Patricia, Patricia ! Remplace A par cinq ! Tu viens de me dire que A fois A est égal à deux A. Si A est égal à cinq, ça joue ? Cinq fois cinq est égal à deux fois cinq ?

5:37 En Non.

Pour le calcul du périmètre de la figure, de nouveau une élève vient au rétroprojecteur pour proposer la solution. Pour faire admettre une expression plus simple, dont elle anticipe avec raison qu'elle peut faire problème, l'enseignante demande à l'élève d'expliquer sa solution en montrant et en additionnant tous les segments de A, pour pouvoir demander si $2A + (2A \times 5) = 12A$. Ce qui provoque effectivement un petit débat :

8:16 M Oui, oui. Mais je te demande – On a compté douze A, ce qui est tout à fait juste. Attends ! c'est juste. J'ai compté avec toi, je suis témoin. Douze A. Ok. – ***Deux A plus deux A fois cinq, c'est égal à douze A ?***

8:29 E rétro Deux A plus deux A fois cinq…

8:30 En Non.

8:30 En A fois douze, moi je dis.

8:31 E rétro On peut pas dire !

8:32 M Comment ça, on peut pas dire ?

8:33 E rétro Deux A ça fait…[réfléchit]

8:34 M *[S'adaptant à cette réponse de l'élève, l'enseignante procède par étapes]* Alors deux A, on va le garder . Plus deux A fois cinq… Là, tu ne peux pas faire quelque chose ?

8:39 En A fois douze.

8:39 M *[Elle recourt de nouveau à son procédé pour banaliser les expressions littérales]* Deux pommes fois cinq, ça te fait combien de pommes ?

8:43 E rétro Dix !

8:44 M Ah, c'est fou, quand je mets des pommes, ça marche ! Alors deux A fois cinq, ça va te faire combien de A ? Dix A, plus deux A, alors ça fait combien ?

8:50 E Douze.

8:52 M Douze A. Merci, c'était juste. Égale, attends Patricia, égale douze A. Ouh, bien. Bravo.

9:01 En Bravo.

(Voir l'extrait SW 206-A sur le DVD, qui débute sur la transcription intégrale à 33:21)

Tout cela est modeste, n'a l'air de rien, est assez "canalisé" quand même, mais répond bien aux difficultés effectives de ces élèves, en leur faisant reprendre les raisonnements de base au lieu de les assommer d'exercices et de règles à apprendre. A en juger par la qualité de l'attention dans la classe, cette interaction lui permet de répondre vraiment à leurs besoins. Ce n'est sans doute pas un hasard si cette enseignante dit particulièrement apprécier de travailler avec des élèves faibles et des classes hétérogènes, et en particulier être "souvent impressionnée par la qualité de la pensée de [ses] élèves", car elle se donne les moyens de l'entendre.

Dans cette classe, on travaille tout le temps, la "discipline" règne, l'enseignante ne prend pas de gants avec les élèves ("fais marcher tes deux neurones, et ça ira très bien !"), pourtant l'ambiance est chaleureuse. La qualité de la relation avec les élèves semble attribuable surtout au fait qu'elle arrive à répondre à leurs besoins au niveau intellectuel, leur redonner espoir de comprendre.

Mais malgré la conduite ferme et décidée de la maîtresse, on observe à plusieurs reprises des échanges relevant du *don,* tel qu'il est étudié par le MAUSS[33]. Celui-ci oppose échange "marchand" et don. Au marché, l'échange simultané de valeurs équivalentes laisse les partenaires "quittes" de toute obligation, donc sans lien. Son but est l'échange des valeurs ou objets en question. Le don, au contraire, est un échange différé dans le temps, de valeurs inégales (chaque partenaire cherchant à rendre plus qu'il n'a reçu). On n'y cherche pas à être quitte, au contraire, car *le but n'est pas l'échange d'objets mais une reconnaissance, un renforcement du lien social.* Ici par exemple, l'enseignante prête avec gentillesse des règles aux oublieux qui manquent de matériel, par exemple. Dans l'autre sens, une élève lui improvise un objet carré dont elle a besoin pour une démonstration, un autre lui offre tout de suite un feutre quand elle a perdu le sien. Encore une fois, ça n'a l'air de rien, mais c'est plus rare qu'on pourrait l'espérer ! Dans bien des classes, les élèves sont plutôt amusés quand leur enseignant est dans l'embarras, voire le provoquent.

Il y a aussi des dons de confiance : donnés et rendus. A une élève qui était absente lors d'un contrôle, l'enseignante propose, si elle en a envie, de le faire (sans calculatrice !) à la maison. Au bout d'un moment, spontanément, l'élève lui promet de le faire – et sans fautes ! Et l'enseignante de lui tenir à sa promesse – avec le pari d'un chewing gum ! Un jeu qui est apparemment habituel dans cette classe.

0:00	En	Eh, moi, j'ai pas.
0:01	M	Ben, non, t'as pas. Puisque tu n'étais pas là, ben t'as pas. Par contre, si je te donne la feuille vierge et tu me le fais comme devoirs… Sans calculatrice, je compte sur toi ! C'est pour t'exercer, hein ? Tu fais ce que tu veux, hein ? C'est comme exercice, à toi de le faire. Comme on dit ... [A la classe] Bien, alors, on prend ses devoirs !
0:20	E	(inaudible) Promis, je ferai zéro fautes.
0:21	M	Sans calculatrice ? Pari tenu !
0:23	E	Ouais ?
0:25	M	Ouais.
0:26	E	Pour quoi ?
0:27	M	Bin, toujours la même chose !
0:28	En	Hollywood chewing-gum à la menthe !
0:29	M	Eh !

(Voir l'extrait SW 206-B sur le DVD, qui débute sur la transcription intégrale à 13:18)

La leçon SW 205

La leçon SW 205 aussi illustre bien la puissance de l'élicitation et de la prise en compte des différentes sortes de feedbacks. Celles-ci provoquent une très forte participation des élèves, malgré le fait que la plus grande partie de cette séquence consiste en une révision et une exposition par l'enseignante, de structure formellement transmissive. L'activité intellectuelle générée chez les élèves est telle qu'en fin de leçon, deux d'entre eux en arrivent eux-mêmes spontanément à *poser la question* que l'enseignante s'était fixée comme but de cette leçon (évènement rarissime, même dans les plus belles leçons constructivistes), puis – à l'aide d'un indice – à y répondre. Joint aux nombreuses reformulations spontanées des élèves, ce dénouement brillant indique qu'elle a pu déclencher une activité et initiative

[33] Voir Dzimira (2006) pour une brève présentation du point de vue du Mouvement anti-utilitariste dans les sciences sociales (MAUSS).

intellectuelle exceptionnelle chez les élèves, alors que même la fin de la séquence n’est pas constructiviste au sens usuel (pas de traitement des erreurs, notamment).

On observera comment la maîtresse recherche systématiquement *l’accord* des élèves, ce qui constitue une réelle dévolution du contrôle sur le rythme de progression du cours. Or il suffit de se rappeler une situation dans laquelle on a été un apprenant luttant pour suivre, pour se rendre compte que la simple vitesse de progression d’une séquence d’instruction peut déterminer si l’apprentissage se fait de manière intelligente, sans vraiment comprendre ou pas du tout !

Une autre norme socio-mathématique de cette classe serait la forte participation des élèves, notamment sous la forme de *reformulations* des explications de l’enseignante, qui lui permet de vérifier et d’adapter son discours au fur et à mesure. Sur un autre registre, les tensions ou mouvements d’humeur peuvent aussi s’exprimer et être reconnus de manière ludique. L’habilité de la maîtresse fait qu’on ne remarque ni les amorces de ruptures, ni ses régulations de la situation, la facilité apparente de la situation reflétant en réalité une grande expertise.

Dans ces extraits la situation est toujours frontale, mais la nature de l’interaction évolue. Après avoir assuré les bases sur un mode très transmissif, l’interaction évolue en abordant des contenus nouveaux, la participation des élèves devenant progressivement plus créative.

En résumé, pendant cette séquence l’enseignante commence en effectuant une révision des puissances de 10, déjà traitées dans le chapitre sur les nombres décimaux ($10^2 = 100$, $10^1 = 10$, $10^0 = 1$, $10^{-1} = 0{,}1$, $10^{-2} = 0{,}01$). Elle prépare ainsi l’introduction de la notion d’inverse, puis en particulier d’inverse d’une fraction (on est dans le chapitre des fractions) et sa notation : que $(2/5)^{-1}$ signifie "l’inverse de 2/5". C’est alors que les élèves eux-mêmes posent le problème ultime de la leçon : que signifierait alors $(2/5)^{-2}$?

L’interaction pendant la partie révision est classiquement transmissive (questions fermées de bas niveau, réponses en chœur dans ce domaine visiblement familier, validation immédiate par la maîtresse). Cependant, on note déjà que l’enseignante sollicite constamment l’accord des élèves pour s’assurer qu’ils ont suivi.

[Toutes les interactions de l’enseignante servant à solliciter l’accord des élèves, ainsi que les participations spontanées élicitées sont <u>*soulignées*</u> *– y compris les exclamations de consternation plus ou moins feintes, un aspect ludique de cette relation qui sert quand même d’indicateur de difficultés.]*

0:00	M	Il y a cinq mois, on parlait des puissances et je me suis dit, Ah ! Je vais quand même lancer deux ou trois détails un peu étranges ! Et en les envoyant, je vous ai dit, plus tard vous allez voir le pourquoi de ces actions.
0:31	En	Ben, on est plus tard.
0:34	M	Alors, voilà. On se retrouve. Alors on va déjà se rappeler, dix à la puissance deux ?
0:39	EE	Cent.
0:41	M	Ah. Dix fois dix, cent. Ok *[écrit $10^2 = 100$]*. Dix à la puissance un ?
0:43	En	Cent.
0:44	EE	Dix. *[Enseignante écrit $10^1 = 10$]*
0:45	En	Cent.
0:46	M	Dix à la puissance zéro.
0:48	EE	Un.
0:49	M	*[Écrit $10^0 = 1$]* Et puis voilà, j’ai commencé de marquer de drôles de trucs *[écrit 10^{-1}]*
0:54	En	Zéro virgule un.
0:55	En	Moins dix *[l’enseignante ignore cette erreur typique]*.
0:57	En	Zéro virgule un.
0:58	M	On avait dit zéro virgule un… *[écrit $10^{-1} = 0{,}1$]*

0:49 En Ah ouais, c'est vrai.

1:00 M Vous vous rappelez de ça ?

1:04 En Ouais, ouais.

1:07 M Vous vous rappelez ? Et puis on disait dix à la puissance moins deux… ?

1:11 EE Zéro virgule zéro un.

1:14 M Ok *[écrit $10^{-2} = 0{,}01$].* Puis après je vous ai dit, comment ça se lit "vraiment" ça ? *[Ici l'heuristique de l'enseignante consiste à rapprocher les noms des nombres fractionnaires et décimaux (domaine connu) pour pouvoir ensuite y appuyer les nouvelles notions et formes de représentation (l'inverse et les fractions)]*

1:20 En Un dixième *[l'enseignante complète au tableau : $10^{-1} = 0{,}1 = 1/10$]*

1:25 M Un dixième. Hein. Et là ?

1:26 EE Un centième.

1:28 M Un centième *[complète $10^{-2} = 0{,}01 = 1/100$]*

1:30 En Aie ! Aie !

1:33 EE (Rires)

1:42 En Non, madame, non ! *[En feignant de le refuser, les élèves reconnaissent l'effort demandé : de faire le lien entre puissances et fractions]*

1:43 M J'attends deux secondes, si vous êtes en train d'écrire le rappel.

Sur cette base elle aborde la matière nouvelle, introduisant la notion d'inverse, toujours de manière transmissive dans le sens que les élèves doivent suivre *son* raisonnement. Par contre, elle les sollicite maintenant intensivement, et avec beaucoup de succès, pour obtenir un feedback continu sur leur compréhension. En effet, elle les sollicite onze fois et reçoit trente feedbacks spontanés (c'est-à-dire qui ne répondent pas à une question directe) en cinq minutes : accords plus ou moins réticents ; "pas compris !" ; reformulations d'idées ou exemples des élèves ; objections ; questions ; etc. Le succès de ses sollicitations est certainement lié au fait qu'elle modifie effectivement son discours et sa gestion en fonction des interventions des élèves. *Bien que transmissive, l'interaction laisse donc un réel espace pour les réflexions des élèves, respecte dans ce sens une certaine réciprocité et donne de fait le contrôle sur la progression aux élèves.* L'enseignante pose aussi une question ouverte ("Pourquoi 1/10 est l'inverse de dix ? Il y a quand même un raisonnement derrière tout ça !"), même si elle y répond elle-même rapidement. Au total, ces interactions élicitent une forte activité intellectuelle des élèves (ils "suivent", mais aussi dans le sens positif du terme), même si elles demeurent structurellement de forme transmissive.

1:48 En Là, on est parti pour ...

1:51 M [*Répond sur un mode ludique tout en marquant la transition de la révision vers du nouveau]* Là, on est parti pour une aventure pas triste, Pierre. Je sens que ça va être mal digéré… Haha ! Le repas de midi va être mal digéré. Ahaha ! Alors, je vais prendre ce dix et je vais flanquer un 1 par-dessus *[Transforme le 10 au tableau en 1/10]*

2:07 En Un dixième.

2:09 M Et je vais vous dire que c'est l'inverse de dix *[Première définition de l'inverse basée sur la syntaxe de l'écriture. Le lien avec le chapitre des puissances commence à émerger]*

2:16 En Ouille ouille !

2:18 En C'est clair.

2:20 En Bin, oui, c'est normal.

2:21 M On est d'accord !? On avait parlé de ça.

2:24 En C'est l'inverse de dix (inaudible)

2:27	M	C'est l'inverse de dix, sur le un invisible, si tu veux bien le mettre *[Rajoute un 1 sous le 10, ce qui donne : "1/10 est l'inverse de 10/1". Elle fait ainsi appel à une autre représentation, symbolique, visuelle : "l'inverse d'une fraction est la fraction obtenue en échangeant les positions du numérateur et du dénominateur". Cela fait aussi le lien avec le sens commun du terme : inverser comme "renverser". Son heuristique s'appuie ainsi sur plusieurs tableaux : langage savant, langage courant, symboles, approche visuelle et approche auditive (la parole "un dixième" signifie à la fois 0,1 et 1/10)]*.
2:30	En	Il [le 1 sous l'unité] n'est pas là, mais il est là, quand même.
2:32	M	Et puis c'est l'inverse… (Parce qu'avant *[quand ils étaient dans le chapitre des puissances]* je ne pouvais pas avancer, parce que vous n'aviez pas encore appris la multiplication des fractions…) Pourquoi un dixième est l'inverse de dix ? *[Écrit : 1/10 est l'inverse de dix]* Il y a quand même un raisonnement derrière tout ça ! *[Pose une question ouverte difficile]*
2:45	E	Parce qu'on inverse les chiffres.
2:46	En	Parce que c'est comme ça… [rires]
2:47	En	On voit pas [le tableau].
2:48	M	Thank you ! *[Déplace le rétroprojecteur. Écrit : Car 1/10 x 10 = 1]* Car… 1/10 fois dix nous donne un ! *[Nouvelle définition, canonique, de l'inverse qui fait appel à une propriété mathématique : "le produit d'un nombre et de son inverse donne 1"]*
3:03	E	Ah, d'accord.
3:04	M	[Rit] … D'accord ?
3:06	En	Pas du tout compris, madame.
3:08	M	Ok, bon... // Vous êtes, vous êtes...
2:55	E	// Je vois pas le rapport.
2:58	En	// Ah, mais bien sûr !
3:11	M	// *[La maîtresse reprend pour s'adapter au feedback négatif.]* Vous êtes d'accord qu'un dixième est l'inverse de dix. Donc, on est d'accord, là. Alors maintenant, je vous dit le pourquoi, c'est tout ! Maintenant vous savez pourquoi un dixième c'est l'inverse de dix, parce que si on multiplie les deux nombres ensemble ça donne un.
3:26	En	Ah. Faut que ça donne un, toujours.
3:29	M	Voilà.
3:29	E	Ok.
3:31	M	Ehéhé. Donc vous voyez d'où je viens et où je vais.
3:33	En	Non, pas vraiment.
3:35	M	*[De nouveau, l'enseignante s'adapte au feedback négatif]* Non pas vraiment ? *[se dirige vers tableau]* On va quand même utiliser notre tableau, là... Ça veut dire que l'inverse de cent, c'est quoi ?
3:46	En	(inaudible)
3:48	En	Un sur cent.
3:50	M	Un centième, parce que si je multiplie... All right, everybody ! Voilà le un qui arrive ! *[Écrit 1/100 x 100 = 1]*
3:56	En	Ah, ouais.
3:58	M	T'es d'accord ?
3:59	E	Oh, ouais.
4:00	En	C'est pour ça !
4:01	M	[Rit]

4:04	M	Ok. Attention, parce que maintenant je commence à – ooaah – chauffer [Enseignante marque une nouvelle transition].
4:10	E	(inaudible)
4:12	M	J'ai tiré un trait, bien droit, ok guys ? Ready ? Quel est l'inverse de cinq ? Chut !
4:23	E	Un sur cinq.
4:24	En	Un sur cinq.
4:25	M	Ah. Vous êtes forts, un sur cinq, ok ? *[Écrit 5 x 1/5 = 1]* Et maintenant, exercice 'Ma'am Bo' ! Ready ? Nous sommes dans le chapitre des *fractions* ! J'aimerais savoir l'inverse de deux cinquièmes…
4:59	En	Cinq deuxièmes.
5:01	M	Ok.
5:02	E	Fastoche.
5:03	M	Ça fait cinq demis. Alors, deux cinquièmes fois cinq demis donne un [écrit 2/5 x 5/2 = 1]
5:13	En	Ouais, bon ! Ya qu'à inverser les chiffres, quoi.
5:17	M	Ah, bin, voilà. Ah. On est tous d'accord, là ?
5:18	E	Oui.
5:19	M	Je pourrais arrêter mon exercice ?
5:20	EE	(mélange de oui et de non, tous ensemble)
5:22	M	Bon, ok. Vous l'avez voulu ! Alors je vais peut-être juste noter que deux cinquièmes à la puissance moins un... *[écrit $(2/5)^{-1} = 5/2$]*
5:36	En	Oh non !
5:38	M	… est la même chose ! Ça [l'exposant négatif], c'est *comment on écrit ce qu'on vient de dire* ! Ça se lit, hein, "l'inverse de deux cinquièmes". Ok ? Ça se lit "l'inverse de deux cinquièmes". Alors maintenant qu'est-ce que j'ai fait de plus ? [La maîtresse s'adapte au feedback négatif. Consciente que cette notation présente des difficultés pour les élèves, elle insiste qu'il ne s'agit que d'une convention d'écriture.] J'ai mis ce fichu moins un, et puis ça vous trouble ! Pourquoi ? C'est la façon de régler le problème, c'est tout ! On est tous d'accord que si je dis deux cinquièmes à la puissance moins un, ça nous donne… ?
6:14	En	[silence] Tin-TIN !
6:11	M	Ok. Juste parce que je mets ce moins un , ça y est, tout le monde flippe.
6:19	E	Ça fait cinq sur deux.
6:20	M	Cinq sur deux. Ok ?
6:21	E	Voilà.
6:23	M	Le moins un se lit "à l'inverse".
6:28	E	Plus un alors.
6:29	M	Ok ? Est-ce qu'on a suivi ?
6:30	En	(inaudible)
6:31	En	Donc ça veut dire madame (inaudible)
6:35	M	Ouais.
6:36	Ex	Ça veut dire qu'on doit pas en tenir compte.
6:37	En	(inaudible) Si on a trois septièmes avec une parenthèse moins un, ça fait sept sur trois.
6:41	M	Voilà. Sept tiers, juste.
6:44	Ex	// faut pas en tenir compte, alors.

6:45	En	// ça donne zéro virgule un.
6:46	M	Hein ?
6:46	Ex	[à nouveau] Faut pas en tenir compte.
6:48	M	Euh. C'est-à-dire oui. Il faut savoir que ce "moins un" veut dire que l'on va tourner la fraction. C'est tout. [Par rapport à l'élève "Ex", qui persiste dans un raisonnement assez particulier, l'enseignante revient au niveau d'explication le plus bas, la règle que l'exposant $^{-1}$ a pour effet de "retourner" la fraction. Les élèves sont à divers niveaux de compréhension, comme le montrent les questions créatives que poseront immédiatement après deux autres.] En effet, à ce stade, l'activité intellectuelle induite chez les élèves est suffisamment intense pour que deux d'entre eux posent spontanément la question ouverte ("Et si c'était $(2/5)^{-2}$?"), problème qui était en fait le but visé par l'enseignante pour cette leçon. L'enseignante peut ainsi ouvrir une courte épisode "a-didactique". Les élèves ne trouvant pas la bonne solution, elle les remet sur la piste au moyen d'un indice, qui permet à deux d'entre eux de deviner la réponse. Cette conclusion plus constructiviste montre que la séquence précédente, malgré sa structure formellement transmissive, a réellement mobilisé l'intelligence des élèves.
6:53	En	***Et si c'est moins deux ?*** *[$(2/5)^{-2}$]* ?
6:54	M	Hein ?
6:55	En	***Ouais, voilà ! Si c'était moins deux ?***
6:58	M	Merci ! J'aime bien, vous préparez mon cours, mais extraordinairement bien ! Alors si c'était moins deux ? Ahahaha. Vous l'avez demandé !
7:08	En	Mais non !
7:09	M	D'ailleurs vous l'avez proposé. Alors... ! ! comment est-ce que vous pouvez lire ça ? *[écrit $(2/5)^{-2}$]*
7:13	En	C'est hors de nos (inaudible)
7:14	En	C'est deux…(cinquièmes ?)
7:15	En	Non (inaudible).
7:16	En	Moins un.
7:17	En	C'est moins deux sur cinq.
7:18	En	L'inverse de cinq sur (inaudible) à la puissance deux.
7:20	En	Ah, c'est 4 sur 5 !
7:25	En	C'est bien.
7:26	M	Hein ? C'est bien ?
7:27	En	Quatre sur dix.
7:28	En	Dix cinquièmes.
7:28	En	Madame, dix sur quatre !
7:29	M	Quatre sur dix. Ah. Bon, on va les lister *[écrit les propositions au tableau]*. On a eu cinq sur deux. On a quatre sur dix. La même chose. Dix sur quatre.
7:42	En	Non, non, non, non.
7:43	En	Madame, avez-vous un pacte avec le diable ?
7:45	M	Ahaha !
7:48	En	Quatre sur vingt-cinq ! Quatre sur vingt-cinq. Vingt-cinq sur (inaudible) !
7:49	M	Alors là, je vais quand même vous aider un petit peu, parce que je pense que mon rappel n'était pas assez long. *[Le moment a-didactique a provoqué une explosion de propositions fausses. L'enseignante se sort de ce "moment critique" potentiellement délicat (qui fait que tant d'enseignants les évitent) de façon très simple. Elle reconnaît les contributions en les écrivant au tableau, mais n'essaie pas d'entrer dans la logique de chacune et passe immédiatement outre en donnant un indice.]*

7:56	En	Même trop long.
7:58	M	Ce petit... Oh, come on ! *[souffle sur le tableau]* Sèche ! (Rires) Alors on a dit que ça *[$(2/5)^{-1}$]*, c'est quoi ?
8:13	EE	Cinq sur deux.
8:15	M	On est d'accord. Alors ce moins *[le "moins" de l'exposant]* c'était l'inverse. Et le un *[le ^{1} de l'exposant]* ? *[L'indice consiste à dissocier la fonction du signe (le moins inverse) et celle du 1, ce qui peut rappeler les effets des différentes puissances appris dans le chapitre antérieur et ainsi suggérer aux élèves de décomposer l'expression en deux opérations successives.]*
8:21	En	Ben ouais (inaudible)
8:25	M	Alors maintenant, je vous demande ça : *[Elle écrit $(2/5)^{2}$. Ce nouveau calcul renforce le premier indice, puisqu'elle amène à faire séparément la deuxième des opérations attendues, celle de multiplier la fraction par elle-même. Ainsi, l'enseignante fait découvrir le sens de $(2/5)^{-2}$ en provoquant la comparaison avec deux problèmes proches, $(2/5)^{-1}$ et $(2/5)^{2}$. L'enseignante exprime son utilisation d'indices ainsi : "Il faut toujours mettre tous les outils à côté ! Comme ça ils peuvent éventuellement trouver quelque chose là-dedans pour les aider".]* Attention ! Je vais avoir une crise cardiaque ! *[L'enseignante nous dit avoir eu peur ici que les élèves multiplient la fraction par deux au lieu de la multiplier par elle-même – erreur typique que vient de faire un des élèves, qui a ainsi raté la réponse juste en proposant 10/4.]*
8:30	En	Quatre vingt-cinquièmes.
8:32	M	Quatre sur vingt-cinq. Hein ? //Bon. On est d'accord, là ?
8:35	En	//Ouais alors quatre (inaudible)
8:38	Am	**Donc vingt-cinq sur quatre ! !**
8:38	M	*[Avec une révérence dramatique, qui lui est immédiatement rendue par Amédée (Am)] Voilà ! !* Vous arrivez ! ! Voilà ! Il faut *oser* arriver !
8:41	En	Madame, j'avais dit ça ! *[brouhaha général]*
8:44	M	Chut !
8:45	En	Madame, c'est (inaudible) à la puissance deux, voilà.
8:46	M	Voilà. Alors… Ahaha ! Ok ? Donc l'inverse de deux sur cinq à la puissance deux.
8:58	En	Alors d'abord, on inverse et puis après on (inaudible)
8:59	M	Voilà. D'abord on inverse et puis après on met au carré.
9:04	En	(inaudible). Mais je le savais, je l'avais dit !
9:06	En	Ouais, ouais, c'est ça ! (inaudible)
9:08	En	(inaudible) Mais si, je l'avais dit, arrêtez ! [Elle l'avait bien dit, mais mal formulé, à 7:18]
9:15	M	Bon, hein. Vos idées [montrant le tableau], je hein, euh, suis désolée, il n'y en pas une qui marche. Ahaha ! Alors, on va peut-être dire… comment est-ce que tu as dit ça, Amédée ? On va quand même utiliser ton expression.
9:26	Am	(inaudible) est l'inverse de cinq sur deux à la puissance deux (il prend une voix particulière).
9:29	M	Oups ! (inaudible)
9:30	En	[A Amédée] Tu peux pas parler en français ?
9:33	M	De deux cinquièmes à la puissance deux, puisqu'on va quand même utiliser le langage d'Amédée, hein ! *[Insiste pour bien reconnaître la "découverte" de l'élève.]*

(Voir l'extrait SW 205-A sur le DVD, qui débute sur la transcription intégrale à 31:42)

Le plus remarquable est que l'enseignante poussait *intentionnellement* les élèves à poser "spontanément" ce problème ! D'ailleurs, elle distribue immédiatement après une feuille de devoirs qui inclut un problème de même type, afin de contrôler si tous ont compris. Elle dit arriver régulièrement à faire ainsi "préparer son cours" par les élèves.

> "Ce qui est bonnard avec le rappel [c’est que] c’est eux presque, qui posent la question ensuite. C’est rigolo, j’aime bien ça. Puis après je les laisse faire *[…]* Bon, je sais ce que je veux viser, mais je les laisse eux, commencer à poser la question, puis ça rentre tout en place. Bon, pas tout le temps, mais… *[…]* C’est toujours comme ça, ce sont eux qui créent le cours. Enfin bon ... ! J’essaye de chercher ça, pendant l’année".

La référence au "rappel" n’est pas anodine. En effet, dans la dynamique de cette leçon, on sent que c’est la patience et le soin avec lesquels sont mis en place les premiers éléments (le rappel et la définition de l’inverse) qui donne une base suffisamment solide et "vécue" aux élèves, pour que la question créative, anticipatrice "et si c’était moins 2 ?" puisse surgir. De ce point de vue, le rythme de difficulté de la leçon rappelle un peu la leçon japonaise, dans laquelle l’enseignant insiste d’abord longuement à présenter matériellement les portemonnaies des deux enfants qui se vident.

(Voir l’extrait SW 205-A sur le DVD, qui débute sur la transcription intégrale à 31:42)

Pour le mathématicien, il n’y a pas vraiment un problème au sens mathématique dans cette séquence. Il ne s’agit finalement que d’une définition (celle de l’inverse) et de la convention d’écriture utilisant l’exposant négatif. L’enseignante aurait pu les énoncer sans autre, mais elle tient à ce que les élèves *se sentent à l’aise* avec ces nouvelles idées et saisissent leur "pourquoi", avant de poursuivre. Elle encourage donc toutes les reformulations, cherche de nouvelles explications face au feedback négatif. La grande majorité des questions de l’enseignante ne portent pas sur les mathématiques en tant que telles, mais sur l’assentiment des élèves. Elle échappe ainsi à l’attitude "évaluative" de beaucoup d’enseignants qui inhibe tant les élèves, au paradoxe bien connu de l’enseignement : le seul endroit où celui qui sait pose les questions, et celui qui ne sait pas doit répondre ! L’enseignante parle ainsi de son institution de ce contrat didactique un peu particulier :

> "Je n’aime pas trop leur sauter dessus. J’aimerais bien qu’ils sachent qu’ils peuvent parler, qu’il ne faut pas tout le temps leur dire : ‘Et toi ? Dis quelque chose !’. Au départ, j’essaye de les motiver ! Petit à petit – comme ça, ils apprennent ce que l’on attend de la classe. Des élèves voient d’autres élèves qui commencent à parler et puis que je ne suis pas en train de les bouffer, puis que j’apprécie qu’ils participent et que j’utilise leurs idées : ‘Ah, ça va. Elle va pas me bouffer’. C’est une dynamique qui se développe chez moi. […] Je veux une classe où on est tous ensemble en train de travailler et puis d’avoir un moment… bien ! […] On peut s’amuser à faire des maths ! […] En tout cas, mon but, dans mon enseignement, c’est d’avoir des classes comme ça. En fin d’année, que tout le monde participe ! Il n’y a pas cette peur. On est là pour apprendre."

Malgré la quantité exceptionnelle de feedback reçu, en fin de leçon, la maîtresse vérifiera en tête à tête la compréhension d’un ou deux élèves. Avant d’aborder la partie nouvelle, elle a aussi inséré (comme, selon elle, dans toutes ses leçons) un moment de travail individuel, afin de pouvoir faire le tour et "être sure que les élèves étaient confortables avec ce qu’ils avaient devant eux", car "y’a toujours ceux qui ne veulent pas poser la question en classe."

Chez cette enseignante, la qualité de la relation avec ses élèves et sa connaissance fine de leurs difficultés d’apprentissage semblent les deux liées à la dévolution d’une grande part de la responsabilité par rapport au rythme d’avancement : que ce soit pour répéter encore une fois une chose dite "acquise" ou pour ensuite poser spontanément une question nouvelle. Cette approche a aussi le grand mérite de se centrer automatiquement sur les faiblesses et forces effectives des élèves, en évitant ainsi autant de perdre du temps (comparez, par exemple, avec la leçon SW 202) que de perdre les élèves. Pour savoir si les élèves suivent, il faut créer une situation dans laquelle, d’un certain point de vue, c’est nous qui les suivons ! L’intérêt de cette leçon est de montrer, qu’en élicitant une participation forte, cela est aussi possible dans un scénario en majeure partie transmissive. Et que cela ne veut pas forcément dire avancer lentement.

Être capable de moduler le rythme ou le contenu de l’enseignement en fonction du feedback ne signifie pas nécessairement se laisser dérouter par tous les raisonnements ou erreurs des élèves. Cette enseignante n’essaie pas de traiter chaque erreur selon la "norme" constructiviste. Elle ne prend pas pour autant une attitude traditionnelle, normative. En effet, elle en ignore la plupart. En particulier, lors de la question ouverte sur laquelle la leçon culmine, elle ne revient pas sur les fausses solutions proposées. Une didacticienne des maths analyse ainsi ce choix.

"L'enseignante choisit à nouveau de ne pas construire sur ces propositions. Pour certaines, il aurait suffit de faire constater à l'élève ce qu'il avait omis ou l'erreur sur le carré de 5 pour arriver au but, mais elle préfère proposer elle-même de séparer le calcul en deux étapes (elle choisit arbitrairement d'appliquer d'abord le carré puis l'inverse, la commutativité de la multiplication permettant de permuter l'ordre de succession des deux étapes). Elle privilégie ainsi de remettre toute la classe au même niveau, ceux qui ont des idées et les proposent et ceux qui bloquent devant la notation nouvelle. Pour ce thème du traitement des erreurs, le commentaire de l'enseignante est éclairant :

> Ouais ! Vous voyez comme je suis. Je suis vraiment relax avec eux et puis c'est surtout que… Par exemple, *quand je demande une réponse, si je vois que c'est faux, tout de suite je demande plusieurs réponses, pour que la personne en question ne se sente pas coupable* parce qu'il a ouvert… Il a essayé quelque chose, ça n'a pas marché. Il voit qu'il n'est pas le seul pour qui ça n'a pas marché, hein ? (...) Oser faire quelque chose et pis derrière, ils savent que je vais faire une explication, ils vont voir leurs fautes. Et c'est ça qui est bonnard pour eux (…) *Ah ! oui, et puis même moi, je fais des fautes, des fois même exprès, mais souvent c'est pas fait exprès* (…) *Pour qu'ils voient que tout le monde peut faire des fautes*. Des fois, je me trompe dans mon raisonnement, je ne suis pas sur la longueur d'onde – Qu'est-ce que je fous là ? Et puis enfin, il y a une élève qui dit : "Eh ! mais dis donc, Madame, ça ne joue pas !

Plus que de partir des fautes individuelles pour reconstruire le raisonnement, elle veut plutôt instaurer une sorte de 'brainstorming' collectif, dans lequel chacun ose avancer une hypothèse, même hasardeuse (d'ailleurs, à la fin, elle félicite tout le monde 'Vous y arrivez ! Il faut oser y arriver !')" (Weiss, 2005).

Ce choix de ne pas revenir sur les erreurs est peut-être aussi motivé par la fin imminente de la leçon. Elle a peut-être aussi estimé, comme le maître japonais de la leçon sur les inégalités, que le fait d'avoir cherché activement une solution allait suffire pour assurer l'assimilation de la solution juste.

L'enseignante a aussi précisé qu'avec des élèves faibles elle avancerait évidemment moins vite. Cependant, comme le maître de la SW 208, et loin de mettre plus d'accent sur des exercices et la mémorisation de procédures privilégiés par d'autres enseignants avec ce genre d'élève, elle les encourage encore plus à créer…

> …"leurs propres moyens de gérer. Alors, ils sont tout contents. 'Madame, moi, j'ai pas fait comme vous !' Puis je dis 'Montre-moi !' et puis, ils sont tellement contents. Parce que les niveaux faibles, ils pensent qu'ils ne savent rien en maths, mais en fait ils sont plus débrouilles ! Ils ne peuvent pas retenir des formules, mais pourquoi retenir une formule, par exemple d'une aire d'un, je ne sais pas, parallélogramme ou trapèze, si on peut décortiquer et faire ça avec une seule formule ? (…) C'est la façon de faire avec les faibles. Les laisser trouver un truc eux-mêmes, comme ils veulent : 'Madame, je peux utiliser la machine à calculer ? – Tu veux faire quoi avec ? – Ah ! mais j'aimerais trouver comment ça marche cette histoire, mais j'ai pas envie de calculer. – Alors ok !'. Ils expliquent tout ce qu'ils font et puis à la fin, ils font le calcul. J'adore ça…"

La qualité de l'attention de l'enseignant : essence de l'attitude constructiviste

Nous avons insisté sur le fait qu'un des principaux avantages des leçons à *structure* constructiviste est la qualité du feedback fourni par les élèves *et la disponibilité du maître* pour y être attentif, puisqu'il n'est pas occupé à transmettre directement le savoir. *Cependant, une attitude particulièrement attentive semble souvent être une caractéristique d'enseignants avec une pratique constructiviste, même dans une partie de leçon transmissive (cf. leçons SW 205, SW 283, SW 264, SW 208, par exemple).* Peut-être que le fait d'être parfois (lors de situations classiquement constructivistes) entièrement disponibles pour écouter les élèves les aide à se "dédoubler" et à entendre les élèves, même quand ils sont occupés par leur propre discours. Très certainement aussi, de leur côté, des élèves qui ont participé à des discussions de petits groupes comme celles de la leçon SW 211 prennent ainsi l'habitude de plus et de mieux exprimer leurs idées et difficultés. C'est l'ensemble du contrat didactique et de la qualité des interactions qui se trouveraient ainsi modifiées, quelle que soit la nature plus ou moins transmissive de la séquence ou le type de situation (collective, groupes ou entretien individuel). Les "bonnes classes" aussi se construisent !

La qualité de l’attention pour l’interaction est peut-être l’essence de l’attitude constructiviste. Tout se passe comme si l’attention de ces enseignants n’était pas focalisée uniquement sur la matière ou sur leur discours (pour faire admettre "leur" solution). Leur regard semble être centré tout autant sur comment tout cela se reflète et se construit dans l’esprit des élèves, car ils paraissent vraiment persuadés que "C’est là où ça se passe."

Cela se traduit au minimum par le fait de s’assurer de l’accord des élèves, et le cas échéant de prendre du recul pour chercher une autre piste. Comme le raconte l’enseignante de la SW 205 : "Alors, j’étais en train de réexpliquer (pour au moins la dixième fois) les problèmes de moins trois au carré […] Euh ! Je suis là, ‘Hum, est-ce que je lui raconte ce que je lui ai raconté la dernière fois ? Est-ce que j’essaie une nouveauté ? Est-ce que je fais les deux de nouveau ?’ Trouver un moyen de faire passer !"

Au mieux, cet effort de décentration cognitive, l’écoute des erreurs ou des reformulations des élèves, permet de trouver l’argument ou l’indice qui tient vraiment compte des raisonnements et donc des difficultés de l’élève (cf. les indices fournis dans la leçon SW 208 ou dans le plan de leçon japonais).

Cette décentration est ce qui rapproche le plus la pratique pédagogique "constructiviste" de celle de la psychologie constructiviste : s’intéresser à la pensée propre du sujet et chercher à comprendre comment celle-ci peut être incitée à évoluer, plutôt que de s’imaginer qu’elle puisse être ignorée, remplacée ou transformée depuis l’extérieur sous la contrainte d’un discours logique.

Apprentissages et problèmes de comportement : un parallélisme entre cognitif et affectif

L’importance de l’écoute attentive (et des options de gestion qui la rendent possible) ressort aussi par rapport à la gestion du comportement des élèves, traduisant un parallélisme intéressant entre le cognitif, d’une part, et l’affectif / comportemental, de l’autre. En effet, d’une série d’entretiens avec des élèves sur leur vécu et d’observations antérieures en classe, nous avions déjà conclu à l’importance capitale de l’écoute de l’enseignant pour prévenir les problèmes de discipline :

> "Dans les cours les plus silencieux et attentifs que nous avons observés, il n’y avait jamais de recours aux sanctions. Même les réprimandes étaient rares. Par contre, les enseignants réagissaient à la moindre remarque ou interjection des élèves, non pas dans un esprit inquiet ou répressif, mais pour en savoir plus, pour répondre à l’intervention de l’élève (y compris les blagues) et le plus souvent pour les relayer auprès de la classe, voire pour modifier le cours de la discussion pour en tenir compte. Cette écoute attentive semble éviter automatiquement que la situation ne dégénère. L’élève qui ne comprend pas, qui s’ennuie, qui exprime une pulsion agressive, etc., se sent non seulement ‘repéré’ mais vraiment entendu, et n’éprouve donc pas le besoin d’en faire plus. Le fait de savoir que son intervention à toutes les chances d’être reprise et examinée devant toute la classe semble aussi le pousser à intervenir avec plus de discernement.
>
> Cette façon de faire n’est pas seulement un moyen efficace de ‘tenir’ la classe, elle peut déboucher sur des pratiques d’écoute mutuelle et d’apprentissage collectif remarquables, car quand l’enseignant donne ainsi l’exemple, les élèves s’écoutent aussi les uns les autres. Certains enseignants faisaient preuve d’une écoute extraordinairement attentive, détectant les signes avant-coureurs d’une interruption bien avant nous, les observateurs, qui étions pourtant en principe plus disponibles pour... observer !
>
> Dans d’autres cours, les mêmes élèves faisaient un ‘bruit de fond’ continu, que l’enseignant n’entendait pas ou affectait de ne pas entendre." (de Marcellus, 2002, p. 29).

Si la question de l’écoute attentive des élèves, pour détecter et s’adapter aux ruptures de la communication au niveau cognitif, se pose de façon très semblable que par rapport au problèmes de comportement., on peut y voir une analogie avec le "parallélisme" souligné par Piaget (1964) entre processus affectifs et cognitifs[34], mais qui se manifesterait ici sur le plan des relations interindividuelles. Dans les deux cas, "l'écoute", les régulations rapides – voire anticipatrices – de l'enseignant par rapport aux signaux émis par les élèves établissent une plus grande réciprocité, des relations plus équilibrées entre celui-ci et ses élèves. L'exemple de la leçon SW 205 illustre bien l'adaptation de l'enseignante aux feedbacks des deux types. Les frustrations affectives, autant que les difficultés cognitives, des élèves peuvent s'exprimer et être reconnues. Un élève peut, par exemple, exprimer sa crainte ou réticence à faire un nouvel effort (au temps 1:48 de l'extrait ou à 33:18 de l'intégrale de la leçon, "Là, on est parti pour…"). L'enseignante reconnaît son sentiment avec humour ("je sens que le repas de midi va être mal digéré !"), en profitant simultanément pour souligner la transition vers un nouveau problème. Ainsi, les élèves se sentent littéralement et métaphoriquement *entendus*, et ont ainsi un certain "pouvoir", un espace existentiel dans la vie de la classe. Du coup, leur énergie, intelligence et besoins sociaux peuvent s'y investir (Dubet et Martucelli, 1996), au lieu de devoir se créer un espace oppositionnel (conversations en aparté, rêverie, conduites oppositionnelles).

Sans entrer plus avant dans la question du contrôle du comportement, ce corpus renforce notre l'impression que les enseignants qui ont le moins de problèmes de discipline sont ceux qui remarquent, et montrent qu'ils ont remarqué, les plus petites manifestations des élèves, ne serait-ce que par un regard, un geste, un ton de voix ou un mot – pas forcément répressif. Ils reconnaissent d'ailleurs souvent par là leur vulnérabilité, leur besoin de l'attention des élèves pour pouvoir faire la leçon, tout en maintenant le lien. Réciproquement, la pire des attitudes – malheureusement assez fréquente – semble être d'ignorer, ou de feindre d'ignorer, le comportement de l'élève, une "stratégie de survie" peu adaptée selon Woods (1977, 1980). En effet, puisqu'on n'a ni entendu ni réagi, l'élève va très logiquement récidiver en amplifiant le volume… jusque à ce que l'enseignant (celui de la leçon SW 202, p. ex.), excédé, demande le carnet, rompant souvent ainsi une relation déjà mise en question par son attitude "d'autruche". En contraste, l'enseignante de la SW 205 ne rompt pas la relation même quand, exceptionnellement, elle sanctionne. En effet, il lui arrive d'envoyer une élève dans le hall se calmer quelques minutes, mais cela sans changer de ton, sans en faire une affaire et sans perdre le fil de son discours (voir la séquence SW 205-B).

Faire attention pour comprendre, ou avoir quelque chose à comprendre pour faire attention ?

Il nous semble d'ailleurs qu'il n'y a pas seulement parallélisme, mais aussi interaction entre apprentissages et comportement.

A notre étonnement, malgré la présence de deux caméras et trois adultes, dans cinq classes (dont les quatre plus frappantes étaient genevoises !), nous avons pu observer des problèmes de comportement assez importants pour vraiment gêner les apprentissages (brouhaha constant, grossièretés, temps perdu à demander le carnet, à tenter de rétablir l'ordre, etc.).

Sans vouloir minimiser tous les autres facteurs impliqués dans les problèmes de comportement, nous avons constaté que des problèmes de comportement significatifs ne se posent dans aucune leçon clairement dévolutive (lieu privilégié du "n'importe quoi" selon certains préjugés). Ils se sont manifestés dans des leçons d'emblée transmissives (SW 204, SW 207, SW 222) ou qui basculent dans cette approche malgré les intentions initiales des enseignants (SW 202, SW 203).

Toutes ces leçons manquent de variété dans les situations de travail et consistent en beaucoup d'exercices (21 en moyenne) ne présentant pas vraiment un défi intellectuel pour les élèves, soit parce qu'elles ignorent des difficultés réelles en comptant sur l'application répétée et irréfléchie de procédures ; soit parce que l'enseignant fournit lui-même les raisonnements nécessaires ; soit parce que le manque de feedback dans le mode transmissif ne permet pas à l'enseignant de bien jauger le niveau de difficulté ou la vitesse de progression souhaitable. Typiquement, l'enseignant occupe

[34] Bien qu'il se soit principalement intéressé au domaine cognitif, Piaget faisait remarquer que toute conduite implique les deux aspects, puisque l'affectif comporte toujours une structuration (cognitive) du réel et le cognitif une dimension dynamique, affective, qui le motive.

énormément de place, pratiquant une maïeutique exhaustive (souvent dans des dialogues avec un seul élève, qui laissent au reste de la classe le rôle de spectateurs peu concernés), plutôt que la technique du dépannage.

En un mot, ces leçons sont très *ennuyantes* ! Vraiment pas étonnant que les élèves se mettent à faire autre chose.

Nous trouvons aussi suggestif que quatre de ces cinq leçons sont de classes de niveau moyen ou prégymnasial (même si ces niveaux recoupent une grande majorité des élèves à Genève). On peut donc difficilement se dire que les élèves sont inattentifs parce qu'ils sont *incapables* de comprendre. C'est bien plutôt une inadéquation entre la tâche et leurs besoins, motivations et capacités intellectuelles qui est en cause. A cet égard, il peut être utile de comparer les leçons SW 202 et SW 207 avec la SW 206 et la SW 210, puisqu'elles ont toutes le même sujet (introduction au calcul littéral). C'est dans la SW 202 et la SW 207, des classes prégymnasiales menées de manière essentiellement transmissive, que des problèmes de discipline se posent. Alors que les élèves de niveau élémentaire de la SW 206 (et ceux prégymnasiaux du SW 210) restent impliqués et coopératifs jusqu'au bout, selon nous en bonne partie grâce à la dynamique dévolutive de l'interaction avec l'enseignant.

En effet, la leçon SW 207 est celle avec les plus sérieux problèmes de discipline (brouhaha constant, plusieurs carnets pris, menaces d'expulsion). D'ailleurs, l'enseignant débute en nous annonçant "la rentrée des sauvages". Il s'agit pourtant que d'effectifs restreints (14 élèves) de latine/scientifique. On a surtout l'impression que les élèves chahutent parce qu'ils n'ont pas assez à faire. En effet, malgré qu'il s'agit de la cinquième et dernière leçon sur le sujet, l'enseignant occupe toute la place dans l'interaction. Du point de vue mathématique, son traitement des problèmes est intéressant, puisque faisant généralement appel au sens pour cinq des sept problèmes selon l'analyse de Floris (à paraître). Malheureusement, c'est *lui* qui explique, selon un mode transmissif et un contrat didactique qu'il ne parvient pas à faire accepter, par les élèves de cette classe en tout cas.

Les trente premières minutes sont occupées par une correction collective d'exercices qui ont été faits à la maison. Il apparaît qu'un certain nombre d'élèves ont résolu les problèmes, parfois par différents calculs. Il aurait été possible, par exemple, de les faire inscrire au tableau par les élèves, puis de les faire évaluer. Ou de traiter seulement ceux qui posaient problèmes, en faisant appel à des élèves "experts". L'enseignant choisit plutôt de mener une maïeutique frontale interminable, dans laquelle c'est lui qui pose les problèmes et dirige la solution :

07:24 M Alors, cinq cent vingt-trois. Dans cet exercice là – et je vous demandais de chaque fois le faire (je ne l'ai pas vu beaucoup, pour la plupart d'entre vous) – vous pouvez toujours essayer de tracer un schéma. Hum. Alors on vous dit, on place une barrière de chaque côté d'un tronçon de route de longueur X. Vous prenez votre route, vous placez la barrière ! Voilà. Vous avez une barrière placée. On vous dit que la longueur, elle est de X. Tout ça, c'est X. On dit aussi que l'on plante, un piquet tous les mètres. Je plante un piquet, tous les mètres…

[[…]]

Alors la barrière coûte quatre francs le mètre, et les piquets coûtent trois francs pièce. Et l'on vous demande de donner une formule qui exprime le prix total. Comment est-ce que je fais ?

Il dirige ensuite sa résolution pas à pas, valide les contributions (brèves) des élèves, en s'interrompant régulièrement pour demander qu'on l'écoute !

Pourtant, il y a des élèves qui sont d'accord et capables de participer, mais il ne saisit pas les perches qu'on lui tend. Il utilise des réponses pour sa démonstration, mais ne tient pas compte vraiment d'où en sont les élèves, par exemple, du fait que spontanément certains élèves tendent encore à résoudre le problème de façon intuitive, sans recours au calcul littéral ("Ça fait sept francs par mètre, sept fois deux ça fait quatorze"). Sur le moment, il répond simplement, "Si tu veux. Comment on peut l'exprimer autrement ?" et retourne à sa démonstration pas par pas.

D'ailleurs (à la différence de la leçon SW 210 p. ex., cf. p. 81), les problèmes ne sont pas posés de façon à mettre en valeur l'intérêt d'un calcul littéral. L'enseignant essaiera de l'expliquer, mais seulement après avoir résolu le problème et par un discours assez abstrait.

10:00	M	J'en ai combien, comment j'exprime le calcul des piquets ?
10:01	En	Bin, les piquets, c'est trois fois X.
10:03	En	C'est un tous les mètres.
10:04	En	Non, c'est X divisé par.
10:06	M	[L'enseignant ne retient que la réponse qui lui sert]Oui, alors X s'exprime. ***Attention ! Oh Ho !*** C'est trois francs fois la longueur… ***Yann, tu ferais pas mieux d'écouter, je pense !*** Donc pour les piquets.
10:23	En	Y'en a un tous les mètres.
10:24	M	Il y en a un tous les mètres. J'ai combien de piquets, en fait ?
10:27	En	Bin, on peut pas le savoir.
10:28	M	Oui, mais par rapport à X ?
10:29	E	Le nombre de (inaudible)
10:30	M	Le nombre de X, c'est-à-dire.
10:33	E	Bin, X.
10:36	M	(inaudible) des deux cotés.
10:37	E	X fois X.
10:38	M	[corrige] X fois deux. Ça c'est le nombre. Deux fois X. Et le prix des piquets ?
10:44	E	C'est deux X fois trois (inaudible)
10:49	M	Le prix des piquets ? ***Eh, j'aimerais bien, que vous écoutiez parce que ce n'est pas si évident que ça. D'accord ? Alors le jour, ou on reparlera, vous direz que vous ne comprenez pas, n'est-ce pas Jacques ?*** Bon, le prix des piquets, j'en ai deux X, comme ils valent trois francs, c'est deux X fois trois… Etc.

Et le pire, c'est qu'il a raison. Ceux qui n'ont pas écouté parce que c'était trop simple et ennuyeux, et parce qu'on ne leur donnait rien à faire, ne sauront effectivement probablement pas faire le jour de l'examen ! Et on soupçonne que le chahut qu'il provoque en accaparant tout le discours le confirme dans l'idée qu'il doit justement contrôler toute l'interaction, car il ne peut en tout cas pas faire confiance aux élèves !

On apprend sans surprise dans son questionnaire qu'il recourt surtout à une multiplication d'exercices (après une "démonstration" de sa part, si la notion est nouvelle) "pour que les notions restent gravées dans l'esprit", et que l'obstacle principal aux apprentissages sont le manque de motivation et de discipline des élèves ! Cet enseignant a vingt ans de pratique (celui de la SW 209, assez semblable, en a quarante). Sans doute celle-ci était-elle plus adaptée à une autre génération d'élèves (avant les "sauvages" genevois d'aujourd'hui), mais elle s'est transformée progressivement en piège.

Quel contraste avec la leçon SW 206 (cf. p. 104), qui introduit la même notion de calcul littéral dans une classe d'élèves de niveau très faible, d'un quartier de Genève où "tenir" une classe de ce genre est déjà souvent difficile. Pourtant, dans la SW 206, les élèves sont étonnamment attentifs et participatifs pendant toute l'heure, malgré leurs difficultés.

Problème supplémentaire, dans certaines classes de niveau faible (cf. la leçon SW 203, p. 75), la relation pédagogique paraît à la fois viciée et verrouillée par un contrat didactique infantilisant, par rapport auquel les élèves ont des réactions contradictoires. D'une part, ils en profitent pour se sécuriser et pour faire faire le travail par le maître, d'autre part cela les irrite, car ils voudraient un rôle plus intéressant et moins dévalorisant.

A cet égard, nous avons déjà souligné à quel point un enseignement transmissif d'un type dégradé (comptant uniquement sur le procédural, la multiplication d'exercices, le par cœur, etc.) doit être vécu comme à la fois inintéressant, stupide et incompréhensible. Et aussi, puisque les élèves voient bien que les mathématiques sont entièrement faites de raisonnement et d'intelligence, comme une forme de mépris à leur égard : leur déqualification et exclusion en marche. Le fait que ces méthodes soient souvent appliquées avec l'intention la plus sincère de les "aider", n'y change rien (peut-être au contraire). Ils s'ennuient, désespèrent de comprendre, s'évadent ou s'énervent… et ont franchement un peu raison !

A ces cas de révolte ouverte, il faudrait rajouter un certain nombre de leçons très transmissives (la SW 284 p. ex.), dans lesquelles des élèves encore très dociles – typiquement ceux des campagnes romandes – révèlent quand même à la "caméra classe" une lassitude et les discrètes activités alternatives (petits billets passés sous la table, etc.) que nous avons connus dans notre jeunesse… Finalement, l'indocilité ouverte des élèves genevois a un aspect salutaire, car ils signalent clairement les rapports éducatifs qui ne leur conviennent pas.

Travail prescrit et travail réel : chez l'élève comme chez l'enseignant

L'école d'ergonomie française (Dejours, 1994 ; Leplat, 1997), souligne que le travail réel n'est par définition jamais identique avec le travail prescrit. Tout travail réel implique que les travailleurs y mettent quelque chose à eux, qui échappe à la hiérarchie, qui va plus loin que le travail prescrit, qui adapte les prescriptions à l'imprévisible de chaque cas particulier. Chez les salariés, ne faire que ce qui est prescrit s'appelle la grève du zèle ! A cette aune-là, combien de classes sont en grève permanente ? La "convivialité" n'est pas un plus, mais un *sine qua non* pour des apprentissages efficaces. A cet égard, les buts de son enseignement, tels que les définit l'enseignante de la SW 205 (cf. ci-dessus p. 114) sont éloquents.

Pour Dejours, ce travail réel, cet aspect essentiel qui échappera toujours aux prescriptions, c'est affronter la résistance du réel, la souffrance de l'échec – alors qu'on a pourtant fait ce qui était prescrit ! C'est l'improvisation créative par laquelle – quand les choses se passent bien – le sujet comprend finalement la situation, adapte et oublie même les prescriptions (comme la plupart des gens qui parlent bien une langue ont oublié la grammaire), parce qu'il s'est vraiment approprié le "métier". Il parle de "psychodynamique du travail " (plutôt que "psychopathologie"), parce qu'il s'agit d'un processus qui, selon les conditions, peut détruire *ou* construire l'identité et le bien-être de l'individu et du collectif.

Tout cela nous semble d'une pertinence évidente par rapport au travail scolaire Dans le cas des apprentissages d'élèves, on voit bien ce processus de construction – et trop souvent de destruction – du sujet travaillant et apprenant. On peut facilement identifier ce travail "réel" essentiel qui échappe aux prescriptions : c'est l'effort personnel que chaque élève doit faire pour envisager des questions qu'il ne se serait pas posé (Brousseau), pour comprendre des artefacts cognitifs sociaux que l'individu n'aurait jamais pu concevoir tout seul[35]. C'est l'effort pour franchir l'espace qui subsiste forcément entre la meilleure des explications de l'adulte et les conceptions préalables de l'élève. C'est aussi l'effort qui trouve une "place" reconnue dans une leçon de structure dévolutive, dans laquelle l'élève doit d'abord chercher la solution sans qu'on lui fournisse la procédure prescrite. Ce travail réel devient visible dans les expressions mathématiques "personnelles" que nous avons relevées, ou dans la façon dont les élèves de la SW 208 et de la leçon SW 221 (ci-dessous) luttent pour comprendre, puis reperdent et finalement s'approprient la pose d'une équation à partir d'un énoncé. Dejours donne l'exemple d'un revers de tennis. On peut vous le montrer, vous l'expliquer par le menu, vous n'arrivez quand même pas à le reproduire sans efforts, échecs et tâtonnements. De même, les élèves peuvent suivre l'explication du maître pour la perdre de vue un moment après.

[35] L'exemple le plus parlant est celui de la première langue. Chaque petit enfant a assez de génie pour finalement décoder les structures et les sens de la langue maternelle, en ne pouvant compter sur aucune explication ou apprentissage antérieur. Une performance intellectuelle qui dépasse de très loin tout ce qu'on pourrait lui demander par la suite. Et dire qu'on continue de se poser la question de savoir si certains élèves sont intellectuellement "capables" d'études supérieures !

D'ailleurs, *exactement les mêmes considérations* peuvent éclairer le travail de l'enseignant lui-même ! D'abord parce que dans un métier aussi complexe, encore plus qu'ailleurs, le travail réel ne correspondra jamais au travail prescrit, quels que soient les mérites de telle ou telle méthode ou théorie. (C'est aussi pour cela qu'il est si intéressant selon nous d'utiliser des vidéos de leçons réelles dans la formation.)

De plus, aussi experte et expérimentée qu'elle soit, la partie vivante, le travail réel, d'une enseignante sera toujours l'essentiel : c'est à dire les moments où – comme le dit Dejours – on fait ce qu'il faut faire, mais ça ne marche pas ; où il faut reconnaître l'échec, improviser, bricoler une solution. C'est ce qui en fait un métier aussi magnifique qu'exigeant.

Les efforts des enseignants dans les extraits vidéo SW 264 (cf. p. 78) ou SW 267B nous ont déjà fourni deux bonnes illustrations de ce "travail réel", chaque fois un peu différent : face à la difficulté d'un élève, arriver à comprendre sa façon de voir le problème, puis inventer l'indice ou consigne qui peut remettre l'élève en chemin vers la solution.

La leçon CAD1 dans une classe de septième année en fournit une autre, qui a l'avantage d'être analysé par l'enseignant lui-même (ensemble avec des collègues)[36].

L'enseignant, maître expérimenté et méthodologue, a mis au point un scénario de "découverte" des fractions, en s'appuyant sur une représentation graphique. Cette heuristique est censée, comme l'enseignant dit bien, constituer un "fond d'évidence". Cependant, bien qu'il l'ait déjà expérimentée trois ou quatre fois auparavant, la leçon le confrontera à plusieurs reprises avec des situations non prévues, des "échecs" au sens de Dejours, qui nécessitent une improvisation, une adaptation (voir notamment les phrases que nous avons mises en *italiques*). Ses considérations montrent bien la complexité d'un apprentissage "simple", si on veut vraiment tenir compte de la pensée des élèves, et le travail "réel" qui restera toujours à faire. Il faut beaucoup prévoir, y compris de ne pas pouvoir tout prévoir !

Entre autres, le scénario imaginé tenait compte du divorce toujours menaçant entre procédures et sens, l'enseignant sachant d'expérience que "dès que les élèves 'savent' (ou croient savoir) comment utiliser une procédure ou un algorithme, beaucoup abandonnent les évidences qu'ils avaient entendues ou vues. C'est le cas notamment en 9e année où l'on voit beaucoup d'élèves additionner 'un moins une demie' en écrivant

$$1-\frac{1}{2}=\frac{1}{1}-\frac{1}{2}=\frac{2}{2}-\frac{1}{2}=\frac{1}{2}$$

[alors que plus jeunes, ils auraient immédiatement conclu que 1 moins un demi = un demi !] Le pari dans cette activité est qu'elle va en quelque sorte constituer un 'fond' d'évidence"[37].

> Au lieu de présenter les fractions d'une manière traditionnelle (représentation de la fraction, équivalence, amplification et réduction, irréductibilité, puis addition et soustraction et enfin en 8e multiplication et division), j'ai décidé de présenter une situation dans laquelle les élèves ont la possibilité de découvrir visuellement un certain nombre de choses et d'observer ce qu'ils arrivent à trouver en se fiant uniquement à leurs yeux. Pour ce faire, j'ai opté pour une mini présentation d'une situation présentée sur acétate accompagnée d'une rapide explication, puis

[36] Cet extrait et l'analyse correspondante de l'enseignant ont été récoltés dans le cadre du travail du groupe de recherche CADIVAM, qui travaille sur l'utilisation de la vidéo dans la formation des formateurs (recherche FNRS-DORE no 20221). Nous les publions avec l'accord de l'enseignant.

[37] Les leçons SW 209 et SW 204 (p. 40-43) nous ont déjà fourni des exemples de ce genre de travail "prescrit", aveugle, avec des procédures. Dans la leçon SW 222 aussi un élève pose une question révélatrice du manque de sens des procédures de manipulation des fractions :

15:02	SN	Deux demis plus trois tiers, on simplifie comment ? [fait un geste vertical] [[…]]
15:11	T	Deux demis plus trois tiers ? Intéressant... Bon, tu pourrais liquider le problème en disant ça c'est un, ça c'est un, puis ça fait deux.
15:21	SN	Quoi ? ! !

Devant la surprise de l'élève, l'enseignant abandonne le raisonnement et revient à la procédure...

une séance de recherche individuelle, et enfin d'une mise en commun de ce qui a été découvert. Il s'agissait d'approcher la notion de fraction à travers une représentation graphique d'un entier et de la même figure coupée en quatre :

Malheureusement (mais pas pour la didactique car cela montre à quel point les représentations peuvent diverger), la première intervention me place dans une situation très délicate car une élève *[début du premier extrait CAD1-A]* propose quelque chose de mathématiquement faux, mais de visuellement correct (dans un certain sens) :

$$1:4=\frac{1}{4}+\frac{1}{4}+\frac{1}{4}+\frac{1}{4}$$

Pour elle, quand je divise (partage) en quatre le rectangle de départ, je dessine des traits et la figure ainsi représentée comporte bien quatre parties qui sont appelées des quarts !

Ainsi, "1" serait : 

Figure a

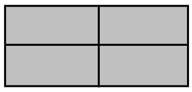
et "1 : 4" : 

Figure b

Le problème, que je ne perçois qu'au bout de quelques secondes, me plonge alors dans une grande perplexité[38]. Comment sortir le fait que la division modifie la quantité et ne fait pas que montrer l'unité sous une autre forme, sans me lancer dans des explications qui pourraient troubler les autres (ce qui sera quand même en partie le cas !) et jeter la confusion dans quelque chose qui devait être "tout simple" ?

La fille ne voit pas que "un" et "quatre quarts", c'est la même chose, car en mathématiques, on ne s'intéresse qu'à la quantité. En fait, elle a une vision qualitative et non quantitative. Dans le commentaire que nous avons fait lors de l'enregistrement, je pensais qu'une solution aurait été de repartir de la représentation d'un quart et par addition, montrer qu'on obtenait une unité. Mais je pense maintenant que cela ne l'aurait pas convaincue. En effet, en suivant sa logique, elle aurait probablement été d'accord que l'addition des quatre quarts donnait la figure b, mais pas forcément la figure a qui, pour elle, est fondamentalement différente.

Du coup, j'essaie de remettre la question en débat en demandant si quelqu'un a trouvé autre chose. (...)

Un peu plus tard [à 2:30 puis de nouveau à 3:40], une autre élève revient sur la situation, car elle n'arrive pas à comprendre comment on peut avoir deux résultats différents pour le même calcul ! Pour cette autre élève, qui a elle une vision quantitative, l'addition des "quatre quarts" donne bien "1" et le fait que j'aie laissé la proposition de la première élève (bien qu'entourée d'un petit nuage), la perturbe. Elle aimerait savoir ce qui est juste. Le *fait qu'à nouveau je "dégage en touche" la frustre un peu et le fait que j'ai ajouté un signe "n'est pas égal" sur la première proposition ne semble pas lui être d'une grande utilité.*

(Voir l'extrait CAD1-A sur le DVD et sa transcription en annexe)

Nouvel "échec" devant le réel résistant de la classe, un peu plus loin : l'enseignant dit s'être senti obligé de "canaliser les propositions de manière à 'avancer'".

[38] Nos italiques.

> *Les propositions des élèves sont toutes longues (quantité d'opérations), mais pas assez qualitatives par rapport à ce que j'espérais* (notamment des propositions d'opérations avec des dénominateurs pas semblables). Donc, il y a là un "tournant" dans la séquence, puisque, dans le but d'amener la règle d'addition des fractions, je pose une question qui n'émane pas de ce que les élèves m'ont proposé jusqu'à maintenant, mais qui "aurait pu sortir" [début de l'extrait CAD1-B]. Je suppose qu'avec le travail effectué auparavant, les élèves seront à même de pouvoir répondre à ma question toujours sur la base de ce qu'ils observent et sans leur dire "comment faire". [Comme pour l'enseignant japonais, c'est donc la recherche qui serait décisive, pas forcément la découverte "pure".] C'est effectivement ce qui se passe : très rapidement, les élèves trouvent la réponse de 1/2 + 1/4 et cela me permet de les mettre en confrontation avec les nombres qui apparemment ne "jouent pas" puisque les numérateurs 1 (dans 1/2) et 1 (dans 1/4) donnent un 3 (dans 3/4).
>
> Et là, très rapidement, l'équivalence des fractions "sort" naturellement : une demie = deux quarts. La règle d'addition (il faut un même dénominateur) est donnée par un élève et je n'ai plus qu'à le suivre (avec une légère correction dans le vocabulaire) pour énoncer la règle correctement. Je peux ensuite institutionnaliser les deux choses suivantes :
>
> 1. Il y a des fractions équivalentes ; mais pour cela [troisième "résistance" du réel], *je dois faire un peu "d'effet Jourdain"* comme on dit en didactique, c'est-à-dire que je pointe les fractions équivalentes et avec une phrase incomplète (ces fractions, elles sont donc … ?), je suggère qu'il y a une relation entre elles jusqu'à ce que les élèves finissent par me dire qu'elles sont égales.

[Remarquons par contre que l'enseignant problématise quand même cette "découverte" un peu forcée, en faisant ressortir les difficultés que les élèves peuvent y trouver en passant de la représentation dessinée à celle mathématiques : *"Oui mais pourquoi cela donne TROIS quarts maintenant ?" et de nouveau [à 33:05] "Parce que si je devais additionner [1/2 plus 1/4] … normalement, je vois un plus un, moi, je ne vois pas trois, moi ! Moi je ne le vois pas le trois [de 3/4] !"* Loin de glisser sur les moments critiques de l'apprentissage, il les provoque. Il vérifie la solidité du terrain.]

> 2. Pour additionner des fractions, il faut que les dénominateurs soient semblables.
>
> Une remarque cependant : *faute de temps* [résistance classique du réel !], *je ne propose pas un autre, voire d'autres exemples afin de stabiliser la compréhension de cette procédure.* Autrement dit, je n'exploite pas assez la puissance visuelle de l'activité en proposant plusieurs autres exemples. En plus les élèves n'ont pas additionné les dénominateurs – ce qui m'arrange bien – ce qui fait que je n'exploite pas cette autre possible difficulté !

Et de conclure avec une réflexion critique sur les possibles effets pervers de l'heuristique qu'il a mise en œuvre :

> Est-il perturbant ou conceptuellement difficile de passer de la visualisation de : une fois, deux fois, trois fois un quart, à l'écriture et à la signification de : un quart, deux quarts, trois quarts ? Difficile de le savoir. L'implicite sur l'opération de la multiplication est-il clair ? On pourrait penser que, quand on compte : un quart, deux quarts, etc., ce qu'on "entend" est proche de ce qui est "écrit" mais, d'un autre côté, quand on écrit trois gâteaux ou trois quarts, le fait que le mot "quarts" correspond à un dénominateur n'est pas forcément évident.

(Voir l'extrait CAD1-B sur le DVD et sa transcription en annexe)

Dans l'extrait suivant, on peut discerner *le travail "réel", vivant, à la fois de l'élève et de l'enseignant qui essaie de favoriser celui de l'élève*.

Deux problèmes de complexité croissante sont posés dans la leçon SW 221. Apparemment, ils avaient déjà été traités rapidement, mais le deuxième pose encore problème aux élèves. Ici, ils sont reposés sans méthode de solution.

Il s'agit d'applications des homothéties, mais il intéressant de noter que le maître encourage les élèves de les résoudre d'abord de manière intuitive – sans doute pour les ancrer dans leur réflexion propre. Comme l'enseignant japonais, loin de décourager de telles solutions, il sait que le travail "réel", essentiel, de l'élève – que lui seul peut fournir – est de faire le saut depuis celles-ci vers un mode de pensée formelle :

25:53:18	M	Le problème... Ici... Mesurer la hauteur d'un arbre...
26:00:12	En	(inaudible)
26:01:13	M	Voilà. Sans grimper... Hein ? Vous pouvez remplacer arbre par autre chose. Et puis avec un certain nombre de... ouais, d'éléments ... Ici. ... Alors... Vous pouvez prendre votre calculatrice... ***Et puis vous faites... comme vous avez envie de le faire. Vous faites un peu d'instinct***... Hum ? [tout en donnant quand même un indice] ***Alors y'a peut-être un lien avec les homothéties. Mais essayez de trouver la hauteur de l'arbre !***
26:42:29	En	Faut faire comment ?
26:44:28	M	***Ah mais, faut pas savoir ! Tu te dis, "Ben tiens ! Comment est-ce que je ferais, sans connaître la ..."***
26:49:07	E	L'homothétie... ?
26:49:24	M	Par exemple, oui !

(Les temps ci-dessus sont ceux de la transcription intégrale)

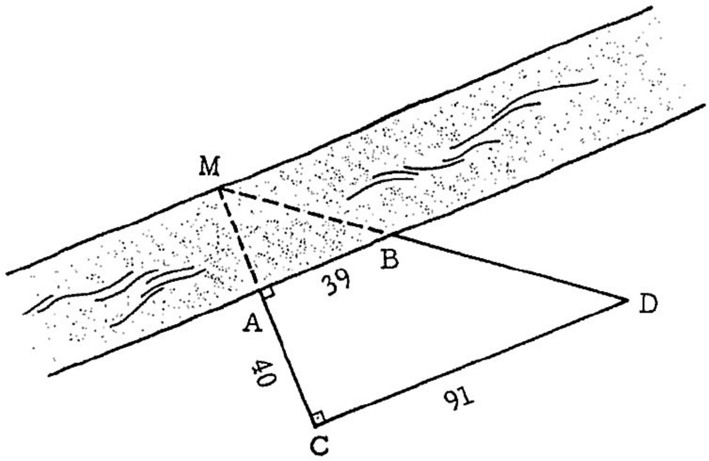
Ce premier problème est rapidement résolu par la plupart des élèves, mais l'enseignant pose aussi la réponse fausse de deux élèves sur le tableau et demande aux deux parties d'expliquer leurs calculs. Il amène ensuite la classe à refaire les calculs justes, en identifiant explicitement ceux-ci avec les concepts en jeu dans les homothéties. Puis il leur propose une technique (de redessiner les deux triangles superposés séparément) pour éviter certaines erreurs.

Le deuxième problème est plus complexe, car il nécessite la pose d'une équation :

27. Infranchissable !

Pour mesurer la largeur d'une rivière infranchissable, des géomètres ont placé 4 jalons A, B, C, D selon ce plan : (mesures en m)

Quelle est la largeur de la rivière ?



Les élèves travaillent seuls. L'enseignant se contente de les "dépanner", faisant apparaître une erreur de raisonnement, par exemple, mais sans les amener jusqu'à la solution. Il passe ainsi en moyenne seulement trente secondes avec neuf élèves successifs. Celui qui le retient le plus longtemps l'appelle après avoir trouvé la solution de manière intuitive (en "s'amusant avec" !). Ici de nouveau, l'enseignant respecte la démarche intuitive de l'élève, tout en l'amenant à en sortir. Il lui propose d'abord de revenir au procédé des homothéties, puis lui montre les limites de son tâtonnement. Il peut alors faire admettre la nécessité de poser une équation :

00:00	En	***Je sais pas comment j'ai fait***, [comme dirait Dejours (et Piaget), la performance précède la conscience !] j'ai calculé, j'ai trouvé trente !
00:03	M	Puis ça a marché. Tu penses pas que t'as essayé [tâtonné], ou bien ?
00:05	E	Je... J'ai fait ça, pis après ***je me suis amusé avec*** (inaudible).
00:09	M	Mais est-ce que tu ne pourrais pas ***reprendre un peu la même chose en disant "Comment est-ce qu'on passe de là à là [de CD à AB] ?"***
00:14	E	Ben, on fait nonante et un divisé par trente-neuf.
00:15	M	Oui ! C'est bon, ben alors t'as fait une fraction [en effet, on aperçoit sur son cahier que l'élève avait déjà fait ce calcul].
00:17	E	Ça donne k.
00:18	M	Oui.
00:18	E	Deux virgule trente-trois.
00:19	M	D'accord.
00:19	E	Périodique.
00:20	M	Alors ça, je suis d'ac... Mais là, là c'est bien. Puis après… ?
00:24	E	Heu, pis après ben... On fait...
00:26	M	Comment t'as fait ?
00:27	E	***Je ne sais plus ! [rit]*** ... J'ai fait//
00:29	M	//*[Le "travail réel" de l'enseignant devient plus ardu. Une première suggestion, visant à centrer sur l'inconnu MA, fait long feu :]* ***Parce que normalement, qu'est-ce qu'on doit multiplier par deux trente-trois*** ?
00:36	E	(inaudible)
00:37	M	*[L'enseignant revient alors sur la démarche de l'élève pour en montrer les limites]****T'as mis au hasard, je pense… ou bien ?***
00:38	E	Ouais !
00:39	M	Ou bien, tu t'es dit : "Peut-être que quarante… ***que la largeur c'est un, puis quarante, c'est peut-être quatre tiers...***" Ouais, puis les chiffres allaient bien. Tu t'es dit//
00:52	E	//Ouais, ouais ! *[Le maître a donc bien reconstitué son tâtonnement !]*
00:53	M	Ça fait sûrement un nombre... Un nombre rond. ... Bon. ***Mais si c'était pas un nombre rond,*** peut-être qu'il aurait fallu réflé... A ton avis...
00:57	E	Mais c'est juste ?
00:58	M	Mais la réponse est juste ! Bon.
01:00	E	**C'est ce qui compte ![rit]**
01:02	M	***Mais quand les nombres vont pas être aussi arrangeants que ça, qu'est-ce qu'on pourrait dire ?*** Ça vaut quoi ce côté, ici [MA] ?
01:09	E	Ben, trente !
01:11	M	Oui, on sait que ça vaut trente, ***mais quand on ne connaît pas, on dit que c'est quoi ?***
01:14	E	***X.***
01:14	M	X. Ben, c'est bien ! Alors celui-ci, il vaut X.
01:17	E	Hun, hun.

01:18	M	***Et pis celui-ci [MC] ?***
01:19	E	***Quarante plus X.***
01:19	M	***Voilà ! Puis t'as peut-être une petite équation, non ?***
01:23	E	***Ah ouais, il faut faire une équation ! ?***
01:24	M	Oui [l'enseignant le laisse continuer seul].

Ici, comme dans la leçon japonaise et dans plusieurs des leçons dévolutives du corpus, on peut observer des situations dans lesquelles les élèves peuvent s'apprivoiser progressivement l'approche d'un problème nécessitant la pose d'une équation : d'abord apercevant cette possibilité, pour retomber ensuite dans une solution intuitive, avant de plus ou moins stabiliser cette nouvelle façon de penser relevant d'un niveau de pensée formelle. On peut se rappeler aussi à cet égard les élèves de la leçon SW 211, qui cherchent à démontrer la justesse de leur opinion ("avec des lettres", "faut que je donne une formule !"), ou encore la pose d'équations dans la leçon SW 208. Les enseignants de ces leçons ont la sagesse d'aménager un milieu dans lequel les élèves sont amenés, d'abord à *voir* qu'il y a ces deux moyens (intuitif et formel) de résoudre un même problème, ces deux façons de penser ; puis à se poser vraiment le défi de passer au niveau supérieur, sans y être contraints par les prescriptions du maître. Celui-ci sait "piéger" ainsi la curiosité de l'élève, et aussi quand se retirer pour les laisser "s'amuser avec". A chacun son travail "réel" !

(Voir l'extrait SW 221 sur le DVD)

G. Différences superficielles et similarités profondes

Les styles personnels des enseignants pratiquant la dévolution avec succès varient énormément, mais il nous semble pouvoir aussi distinguer certaines similarités plus profondes.

Les règles du jeu varient d'une classe à une autre, mais il y en toujours, et de très claires. Ce sont des enseignants très décidés. Ils sont aussi très actifs, tout aussi actifs que leurs collègues plus directifs, simplement leurs initiatives visent plus à stimuler celles des élèves ou à réagir à celles-ci qu'à mener directement l'apprentissage. En effet, organiser un apprentissage constructiviste *du contenu* passe souvent par une gestion vigoureuse et exigeante (qu'on pourrait trouver "directive" de ce point de vue-là !) du *processus*. Ainsi l'enseignant de la SW 208 peut paraître à première vue presque autoritaire. Certains de ces enseignants suscitent l'activité des élèves à l'intérieur d'un cadre strictement défini et même minuté. D'une autre manière, malgré son style "relax", l'enseignante de la SW 205 mène aussi énergiquement son affaire exactement où elle veut, tout en stimulant une implication importante des élèves. Ce cadrage ferme est peut-être essentiel pour que les élèves puissent créer.

Nous avons déjà relevé (voir l'extrait SW 206-B ci-dessus et sur le DVD) que certaines interactions dans ces classes pourraient s'interpréter par analogie avec la théorie du don. Dans les leçons dévolutives les plus réussies on sent que les enseignants, chacun à sa manière, ont "donné" quelque chose (même s'il s'agit de dimensions intangibles, difficilement objectivables) qui a établi un lien relativement fort et personnel avec les élèves et que ceux-ci ressentent une certaine obligation de rendre. C'est la relation faite de respect et d'exigence intellectuels que propose l'enseignant de la SW 208 ; la disponibilité, l'humour et le tact de la maîtresse de la SW 205 ; le calme et l'écoute aussi intelligente que patiente de la SW 267 ; la gentillesse, la patience et l'attitude positive des enseignants de la SW 211, de la SW 283 ou de la SW 231. Il peut y avoir des problèmes dans la relation évidemment, mais elle est là, forte.

Évidemment, il y a *toujours* relation, mais elle peut être bien plus pauvre. Elle est souvent plus ou moins inconsciemment assimilée à une sorte de relation marchande, l'apprentissage étant (mal) ressenti par les élèves comme une production individuelle qui se paie avec une note (ou en négatif par des sanctions) et à terme par une ascension (ou exclusion) sociale et économique. De leur côté, au secondaire certains enseignants revendiquent de ne pas avoir un lien ou responsabilité particulière par rapport à leurs élèves, autre que technique. "Moi, je suis là pour présenter ma discipline. Aux élèves d'en faire ce qu'ils veulent." C'est une attitude qui hérisse souvent les élèves. Le soupçon que l'enseignant se fiche d'eux, "ne travaille que pour le fric", peut fortement affaiblir la possibilité de fonder les apprentissages sur autre chose que la contrainte et la note, enfermant la classe dans un cercle vicieux d'où la contagion de la curiosité, du jeu ou défi intellectuel, la reconnaissance mutuelle, la collaboration et la sympathie sont exclues[39].

D'une façon ou d'une autre, tous ces enseignants créent aussi de véritables *collectifs de travail*, d'où l'importance des moments frontaux et de leur gestion. En effet, dans bon nombre des autres leçons observées il y avait du travail de groupe (ou plus souvent de duos), mais sans mise en commun ou discussion générale. Le travail des sous-groupes n'était donc pas vraiment reconnu ou utilisé par la classe. Cela nous rappelle le point de vue des ergonomes et de la psychodynamique du travail (Dejours, 1994), pour qui tout travail – et donc *a fortiori* un travail d'apprentissage – implique un collectif, des collaborations et de la co-activité, ainsi que de la reconnaissance et une confiance (toujours problématique par rapport à "la hiérarchie", représentée à l'école par le maître), permettant de dévoiler les modes de travail *réels*. En effet, pour les ergonomes le travail réel n'est jamais identique au travail prescrit par la hiérarchie. C'est évidemment particulièrement vrai de l'école !

En réalité, il ne s'agit pas seulement de mettre sur pied et gérer des collectifs d'*élèves*, mais, dans la mesure où il y réellement une certaine dévolution aux élèves, une certaine réciprocité dans les interactions – au niveau autant intellectuel que relationnel – de travailler dans un collectif *avec eux*. On rejoint de nouveau ici la perspective déjà mentionnée du GRAFE, qui analyse des leçons de français comme un "texte" collectif s'élaborant en temps réel. Les leçons les plus réussies seraient celles dans lesquelles l'enseignant tirerait toutes les conséquences de cette réalité.

La leçon SW 231 en est un exemple frappant. "Japonaise" au niveau de sa structure, la leçon consiste en deux problèmes donnés sans méthode de solution. Il s'agit d'une classe de niveau plutôt faible. Comme dans notre leçon japonaise, une grande importance est donnée à l'appropriation première du problème par les élèves. En effet, la première consigne n'est pas de résoudre le problème mais de comprendre l'énoncé écrit du problème et de s'approprier personnellement le concept :

1:45 (de la transcription intégrale)	M	La consigne est la suivante. Un : vous allez me recherchez, s'il vous plaît, tous les mots de vocabulaire [dans l'énoncé du problème] que vous ne connaissez pas ! Ensuite, vous allez me faire un petit dessin de la situation [un problème de pente]. Pour ça, vous vous mettez à deux. Puis pour le dessin imagé, imaginez la dernière fois que vous avez été sur un toboggan... Imaginez !

[39] Quelques remarques d'élèves d'une recherche précédente (de Marcellus, 2002), qui témoignent de l'importance de ces aspects pour eux : – "Elle n'a jamais besoin d'élever la voix. Elle parle tout doucement, et comme ce qu'elle dit est intéressant, on se tait pour l'écouter (…) Elle ne refuse jamais une discussion, elle n'est pas à cheval sur son programme. Si elle ne fait pas une chose aujourd'hui, elle le fera demain. On peut réfléchir, on peut discuter. Elle accepte nos avis. C'est ouvert. Si on n'est pas du même avis qu'elle on peut le dire, et elle mettra aussi son avis en cause, comme nous les nôtres. Je veux dire, *ce qu'elle demande, elle nous le donne aussi*. Et une prof qui fait ça, tu la respectes... Elle est géniale ! Moi, je l'aime beaucoup". – Un autre apprécie un enseignant "qui nous comprenne, dans le sens de parler un peu avec nous, quand même, qui ne s'énerve pas tout de suite à peine on parle…. Pas forcément sur d'autres sujets, mais dialoguer sur le cours, pas que ce soit un prof qui arrive, donne son cours et part. Qu'il y ait un contact !" – On apprécie les enseignants "qui ne sont pas là que pour le boulot [c'est-à-dire le salaire], au moins ! (…) il nous comprend si on a des problèmes. On peut aller vers lui, en discuter avec lui." – "Il nous comprend, tandis que si tu vas vers un autre prof : 'Ouais, ouais je t'écoute', mais en fait 'Cause toujours, tu m'intéresses !' Tu peux toujours parler, il ne t'écoutera jamais. *(L'élève en parlait avec une telle véhémence que nous avons d'abord pensé qu'il se référait à une question d'ordre affectif ou personnel, mais il précise ensuite :)* Tandis que lui […] si on avait des mauvaises notes, si on ne comprenait pas quelque chose, il nous expliquait bien." – "L. par exemple, il a beaucoup de patience. Il est toujours là pour expliquer. Ce n'est pas le prof idéal, parce que tout le monde a ses défauts, mais en même temps il est idéal, parce qu'on n'en demande pas tellement plus."

Il est édifiant de comparer cette introduction du problème de la pente avec celle de l'enseignant de la SW 284. Alors que celui-ci pense que les élèves peuvent le "découvrir" par la vue d'une pente matérielle, cet enseignant se rend compte que la découverte d'une idée se fait à partir de *l'image interne* que l'élève en a, aussi naïve soit-elle.

L'élicitation de feedback sur les difficultés des élèves est particulièrement forte. On ne demande pas *si* il y en a, on le présume, la première consigne étant de les noter.

Au niveau des interactions, on note aussi la dédramatisation des difficultés et des erreurs, l'importance donnée au raisonnement et à la recherche des élèves, par laquelle l'enseignant s'oppose à la tendance des élèves de valoriser la réponse juste :

6:14 En Je crois que je me suis un peu planté.

6:15 M Ben, c'est pas grave. Ceux qui ne bossent pas, ils ne se plantent pas.

Ou encore :

12:24 M ... Pourquoi tu travailles au crayon à papier ?

12:32 En Parce que après on peut effacer.

12:34 M Mais non, mais c'est du travail ! Tu te trompes, ça fait partie du travail (inaudible). Il ne faut pas avoir le souci de "si je me trompe, j'efface". Au contraire, tu te trompes , tu vois que tu t'es trompée et puis t'avances. Et puis tu ne risques pas de faire deux fois la même erreur.

De même, normalement extrêmement doux, il tance un élève qui rit d'une réponse erronée :

42:10 M Germain, ce petit "tss" n'a rien à voir. Tu n'émets aucun jugement sur quelqu'un qui fait une petite erreur ! Parce que si toi, tu ne peux pas en faire une fois de temps en temps, t'as pas de remarques à faire. Tu respectes ta camarade, un point c'est tout ! Moi, je ne me permets pas de faire ça chez toi.

Pour que les élèves restent concentrés sur le raisonnement, il leur demande de ne pas copier dans leur cahier pendant la mise en commun, préférant donner un temps spécifique pour cela.

Enfin, on note sa gentillesse, le fait qu'il remercie plusieurs fois les élèves pour leur participation, apprécie leur imagination.

L'accent est aussi mis très fortement sur l'élaboration par les élèves d'une méthode de travail[40], la deuxième consigne étant (5:16) : "J'ajoute une consigne. Quels sont les outils mathématiques que vous connaissez pour résoudre ce problème de pente dans cet exercice ?"

Les élèves travaillent en duos pendant une douzaine de minutes, l'enseignant ne fournissant que des indices.

9:53 M Tu sais, je suis sûr que si tu cherches dans tes notes, tu trouves, par exemple pour les pourcentages et les échelles, comment on travaillait.

Ou :

10:49 M // (…) Voilà, il y a de bonnes idées, essaie de prendre référence dans le cahier précédent pour les pourcentages, comment on avait travaillé. "Je cherche… je connais…" [allusion à une méthode de recherche standard dans cette classe].

Plusieurs duos trouvent la solution du problème de manière plus ou moins intuitive. L'enseignant semble avoir anticipé cela, car – tout en validant la réponse correcte – il insiste pour qu'ils élaborent un plan de travail.

[40] L'enseignant nous communique que les élèves reçoivent déjà un point pour avoir bien posé un problème lors des évaluations.

7:43	M	Oui ? Heu, [à la cantonade] ceux qui ont terminé, consigne suivante, vous essayez de mettre sous plan le travail qu'on doit faire, comme on a fait précédemment pour les échelles !
7:57	En	(inaudible)
7:58	M	[A un duo] La réponse chiffrée est juste. Mais j'aimerais que l'on s'organise, que vous fassiez un plan, comme on a fait précédemment pour les échelles, pour les pourcentages et tout.
8:06	E	Un plan.
8:07	M	Plan de travail. Je répète [de nouveau à la classe], l'étape, une fois que vous avez trouvé une réponse chiffrée, vous mettez en place un plan de travail comme on a fait pour les pourcentages, pour les échelles et tout. Vous pouvez fouiller dans vos notes, hein !
12:07	M	Alors la réponse chiffrée, c'est absolument juste. Maintenant le plan de travail, je lis, tac, tac, tac. Je cherche, c'est juste. Et puis si vous pouvez continuer le plan en disant voilà, pour chercher une pente, on utilise forcément toujours des éléments…

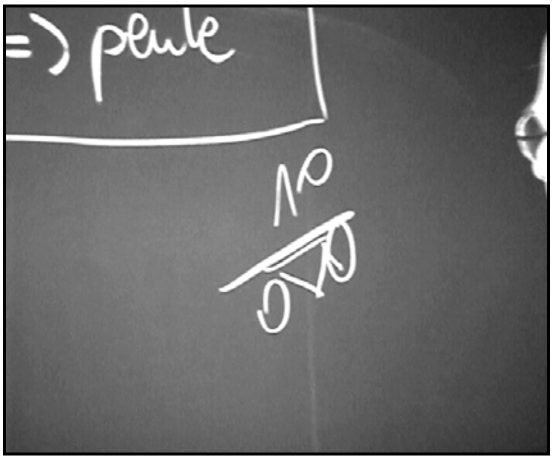
Les élèves sont ainsi amenés à utiliser l'heuristique qui consiste à reconstituer un algorithme à partir d'un problème simple dont ils connaissent la réponse.

Après une douzaine de minutes en duos, l'enseignant fait une mise en commun, faisant d'abord discuter les "mots difficiles" notés par des élèves avant d'institutionnaliser l'utilisation d'une table de correspondance. Les duos retravaillent ensuite sur le deuxième problème, de même type mais pour lequel une dimension différente est inconnue.

Structurée de la sorte, *cette leçon est très clairement un "texte" qui s'élabore collectivement.* Le maître la conçoit et la dirige, mais ce sont les élèves qui fournissent une grande partie de la matière, du travail. Cette "co-production" atteint un sommet quand le maître prend le temps pour développer de concert avec un élève – apparemment faible, assis au fond de la classe – une sorte de fantaisie mathématique dessinée :

00:00	M	(…) tu as ton mountain-bike, tu vois dix pour cent de pente. La réflexion que tu te fais ?
00:10	E	Je change de vitesse.
00:11	M	Pourquoi ?
00:12	E	Ça va monter ! Donc…
00:16	M	Quelle proportion ?... [Silence. Au lieu de s'impatienter du silence et de ces réponses hors propos, l'enseignant encourage l'élève en appréciant sa réaction peu mathématique]. C'est génial, cette réaction pratique ! "Je change de vitesse." Effectivement ! Pour quelle raison ? Quelle proportion ? T'as une idée ? [Nouveau silence]... On te propose, dix pour cent avec ton mountain-bike. Fais-moi un dessin ! Tu mets quoi sur un dessin ? ... Fais-moi un dessin avec dix et cent ! Mountain-bike, dix et cent !
00:53	E	Ben, les deux zéros du cent, je fais deux roues ! [rires]
00:58	M	Voilà !
01:00	E	Heu, le dix et le zéro du dix, je fais une tête.
01:04	M	Voilà. Ouais, c'est cool !
01:10	E	Et puis le un, je fais le cou (…)
01:15	M	Très bien, continue !
01:18	En	Et puis heu…
01:19	M	Alors toi, maintenant, *avec tes deux roues tu fais combien de mètres ? En distance avec ta tête , tu fais combien de mètres ? Hein ? Pour transmettre depuis la tête aux pieds la force pour cette pente, combien de mètres tu fais avec ta tête, combien de mètres tu fais avec tes roues ?*
01:36	E	Heu, avec ma tête je fais dix, et avec mes pieds je fais cent.
01:44	M	Cent. Comment on va traduire ça par un geste mathématique ? Cent dans quel sens ?
01:51	En	Horizontal.

01:52 M Horizontal. Dix, vertical. Dix ici… [dessine au tableau].



Un dessin – et un enseignant – dont les élèves risquent de se souvenir !

(Voir l'extrait SW 231 sur le DVD, qui débute sur la transcription intégrale à 22:46)

IV. Quelques résultats quantitatifs

Nous avons analysé à plusieurs reprises chaque transcription et vidéo, cherchant à caractériser chacune en fonction :

a) de la qualité de la *participation* des élèves (interventions spontanées, développements, part prise dans le développement du discours),

b) d'une grille d'analyse tenant compte à la fois des critères de *structure* et des caractéristiques des *interactions* détaillées ci-dessus.

Sur 36 leçons du corpus de Suisse romande[41] :

- 14 des leçons les plus participatives sont dévolutives du point de vue de la structure, dans le sens de comporter au moins un épisode de ce type (les cas SW 205, SW 206 et SW 283 étant sans doute les plus "limites" à cet égard, puisque ces épisodes, quoique qualitativement importants, n'occupent qu'une petite partie de la leçon). Toutes celles-ci manifestaient aussi au moins une grande partie des caractéristiques dévolutives quant à la forme d'interaction ;
- 14 des leçons les plus pauvres du point de vue de la participation étaient directives et transmissives, autant du point de vue de la structure que de l'interaction. Celle-ci n'était évidemment pas toujours aussi dysfonctionnelle que dans certains de nos exemples. Cependant, si les élèves en ont sans doute retiré quelque chose, elle donnait nettement l'impression qu'on pourrait faire nettement mieux, autant du point de vue de la communication entre les élèves et l'enseignant que de celui de la stimulation intellectuelle des élèves. Ce résultat est peu surprenant. En effet, les élèves se bornaient généralement à répondre aux questions ou à demander de l'aide sans préciser la difficulté rencontrée, puisque rien dans ces leçons n'encourageait une participation spontanée ou simplement plus développée.
- 8 leçons "atypiques" étaient plus difficiles à catégoriser selon ces critères.

Trois d'entre elles (dont les leçons SW 261 et SW 262, voir ci-dessus) paraissaient globalement directives, mais du point de vue de l'interaction, présentaient, comme nous avons vu, des aspects (y compris une bonne participation) normalement associés avec des leçons dévolutives. Il s'agissait aussi très nettement des leçons directives qui semblaient les plus efficaces et les mieux adaptées à leur public (des élèves prégymnasiaux apparemment très motivés), comme si dans ces conditions certains espaces de participation s'ouvraient aussi dans une leçon de ce type (ce qui renforce notre soupçon que beaucoup de leçons directives ont subi une sorte de dérive appauvrissante, du fait de leur inadaptation à un public moins motivé et socialement préparé à intégrer les objectifs de l'enseignement).

Trois autres leçons (dont la SW 202 et la SW 203, voir ci-dessus) présentaient des aspects mixtes et incohérents par rapport à nos critères. Leurs enseignants paraissaient tenter – pour ensuite abandonner au cours de la leçon – de combiner une structure de type directive (ou une structure dévolutive mal conçue, dans le cas de la SW 202) avec des formes d'interaction dévolutives. Par contre, aucune de nos leçons à structure dévolutive n'était gérée selon une interaction à dominante directive. Cela tendrait à suggérer que les pratiques dévolutives, comme leur contraire, font un peu système, et que la pratique d'un certain nombre de situations à structure dévolutive est peut-être une condition pour instaurer un contrat didactique et une relation plus dévolutive au niveau des interactions avec les élèves.

Enfin, nous avons dû transférer deux leçons directives dans cette catégorie "atypique" pour pouvoir comparer de façon valable les leçons du point de vue quantitatif. En effet, elles comportaient un

[41] Pour les besoins de cette comparaison nous avons dû écarter trois leçons qui pour des raisons diverses n'ont pas été traitées dans les analyses quantitatives, soit du MSP, soit des questionnaires élèves.

nombre de "problèmes" tellement élevé qu’elles biaisaient à elles seules trop fortement les résultats, puisque certaines leçons ne comportent qu’un seul problème, alors que ces deux en comptaient respectivement 48 et 86. C’est la limite du concept de problème tel qu’il a été défini dans la recherche TIMSS, puisque pour ces deux leçons il amenait à compter comme problèmes une série qui n’étaient "posés" que virtuellement (par la consigne), mais qui n’étaient de fait pas abordés par les élèves. Sans ces leçons, qui introduisent des écarts importants dans les résultats, le nombre de problèmes par leçon se distribue de façon assez normale.

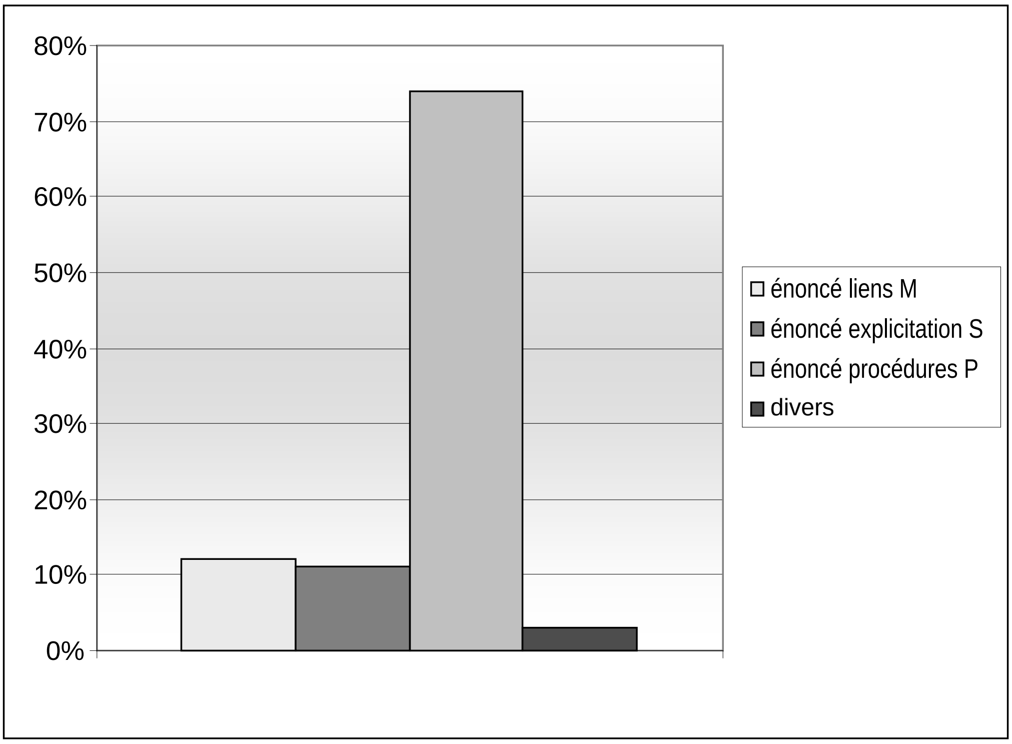
Nous avons ensuite comparé cette catégorisation des types de leçons avec, a) les réponses au questionnaire élèves des leçons concernées, et b) les analyses "MSP" établies par un didacticien des mathématiques concernant tous les problèmes du même corpus.

Analyse "MSP"[42] de l’énoncé et de la résolution des problèmes

Floris (2002 et communication personnelle) a analysé les leçons romandes selon les mêmes critères utilisés pour les autres pays de la recherche TIMSS-vidéo par Smith (cf. pp. 16, 57-59, Jacobs et al., 2004 ; Ferrez et al., 2004). Il s’agissait d’une part de déterminer si *l’énoncé* de chaque problème de la leçon était formulé en termes :

– de sens (M), de *recherche de liens* entre des idées, des faits ou des procédures mathématiques (par exemple, le problème des poules et des lapins de la leçon SW 208) ;
– *d’explicitation de propriétés* mathématiques (S) (par exemple "Dessinez un triangle isocèle") ; ou
– *d’application de procédures* (P) (par exemple ; "résoudre l’équation 2x + 5 = 6")

Figure 6. Types "MSP" d’énoncés de problèmes pour les leçons dévolutives et directives prises ensemble



[42] M, S et P sont des abréviations pour les termes anglais *Meaning* (sens), *mathematical Statement* et *Procedures.*

D'autre part, il fallait analyser comment le problème a été effectivement *résolu* ensuite : par une de ces trois approches, voire par la simple annonce (A) du résultat.

Nous avons repris les analyses communiquées par Floris concernant *l'ensemble des leçons romandes classées "directives" et "dévolutives"* (c'est-à-dire à l'exclusion des huit leçons "atypiques", pour les raisons que nous venons d'évoquer).

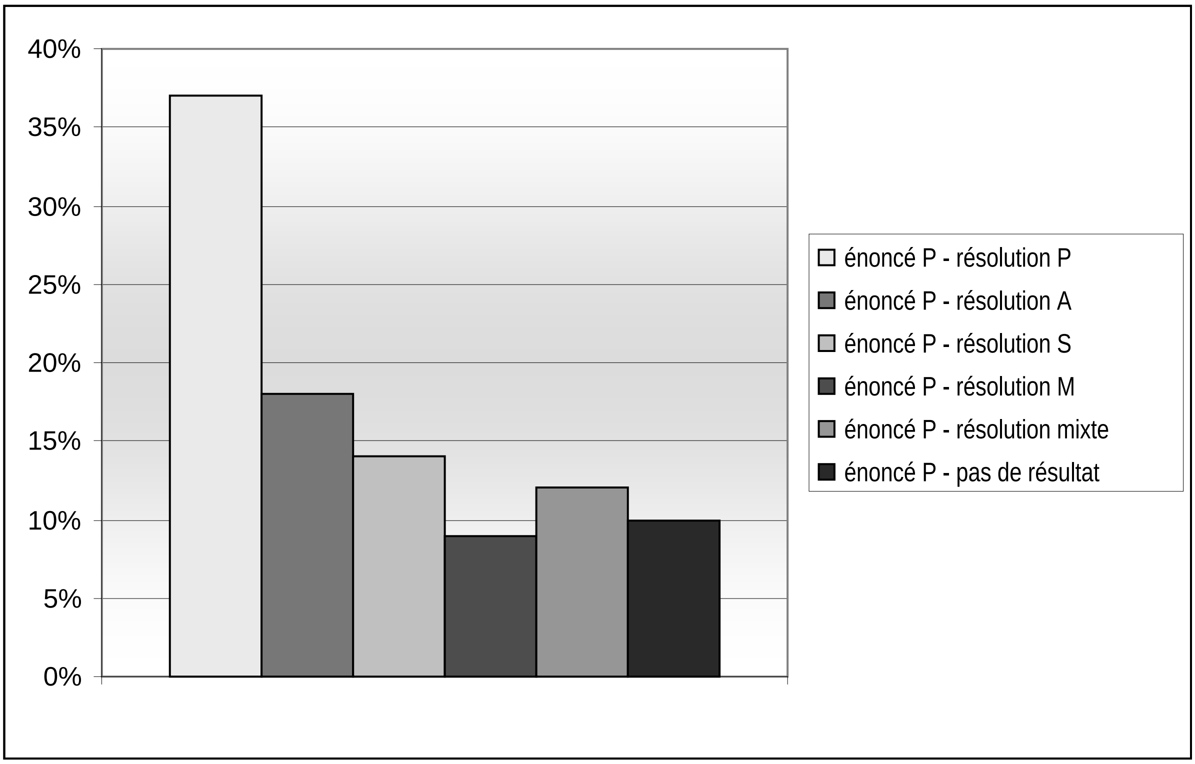
Premier constat, le mode procédural prédomine très nettement du point de vue quantitatif au niveau de l'énoncé, puisqu'il n'y a que 23% de problèmes énoncés en termes de "liens" ou de "explicitation de propriétés", contre 74% énoncés en termes procéduraux (voir Figure 6).

Par rapport au *travail de résolution*, l'approche procédurale est un peu moins dominante. Néanmoins, 30% des problèmes sont résolus ainsi, et 15% en annonçant simplement le résultat, alors que seulement 19% sont résolus en termes de liens et 18% en explicitant les propriétés. L'analyse didactique met donc en lumière la même approche procédurale que nous avons relevée dans notre propre analyse.

Deuxième constatation, il y a une assez grande cohérence entre le type d'énoncé et le type de résolution de problème qui le suit. Les Figures 7 et 8 montrent la manière dont *les problèmes énoncés respectivement en termes d'utilisation de procédures et de liens* ont été ensuite résolus.

La Figure 7 montre en effet que 55% des problèmes énoncés en termes de procédures sont aussi résolus de cette manière ou avec une simple annonce du résultat. On a fait référence explicitement au sens (liens avec d'autres éléments mathématiques) pour seulement 9% de ces problèmes.

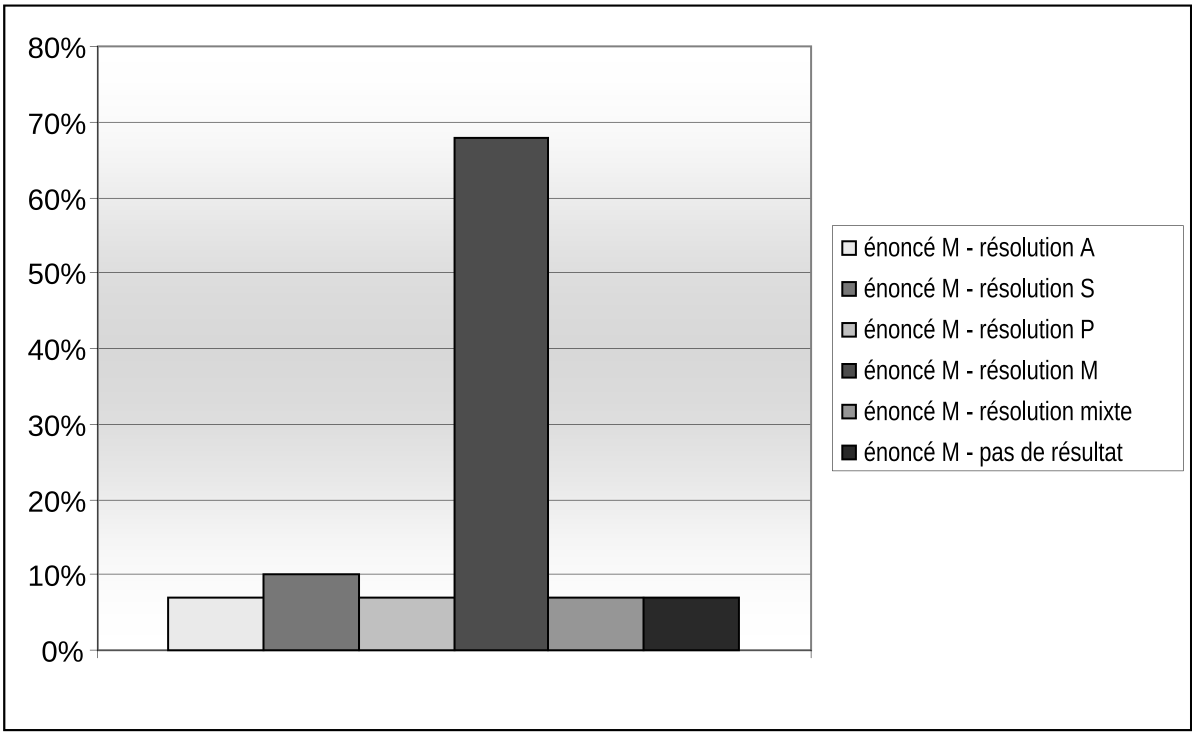
Figure 7. Types de résolution pour les problèmes énoncés en utilisation de procédures



La Figure 8 donne la méthode de résolution utilisée pour les problèmes *énoncés en termes de sens ou liens* (M). Ici on constate une homogénéité encore plus grande avec le type d'énoncé, puisque plus de 68% des problèmes énoncés en termes de "recherche de liens" sont résolus sur ce mode. Rappelons que nos enseignants se distinguent de ce point de vue, puisque cette cohérence est plus grande que dans tous les autres pays sauf le Japon. Ce résultat peut certainement être attribué en grande partie à la forte minorité de leçons "dévolutives" (en effet, environ la moitié des leçons comportant des problèmes classés "MM" étaient dédiées uniquement à un petit nombre de problèmes selon un scénario typiquement constructiviste.)

Cette cohérence dans l'approche – soit procédurale, soit par le sens – reliant les formes d'énoncé et de résolution tend donc à confirmer que *nous nous retrouvons bien face à deux façons relativement distinctes de mener une leçon.*

Figure 8. Types de résolution pour les problèmes énoncés en "recherche de liens" en Suisse romande

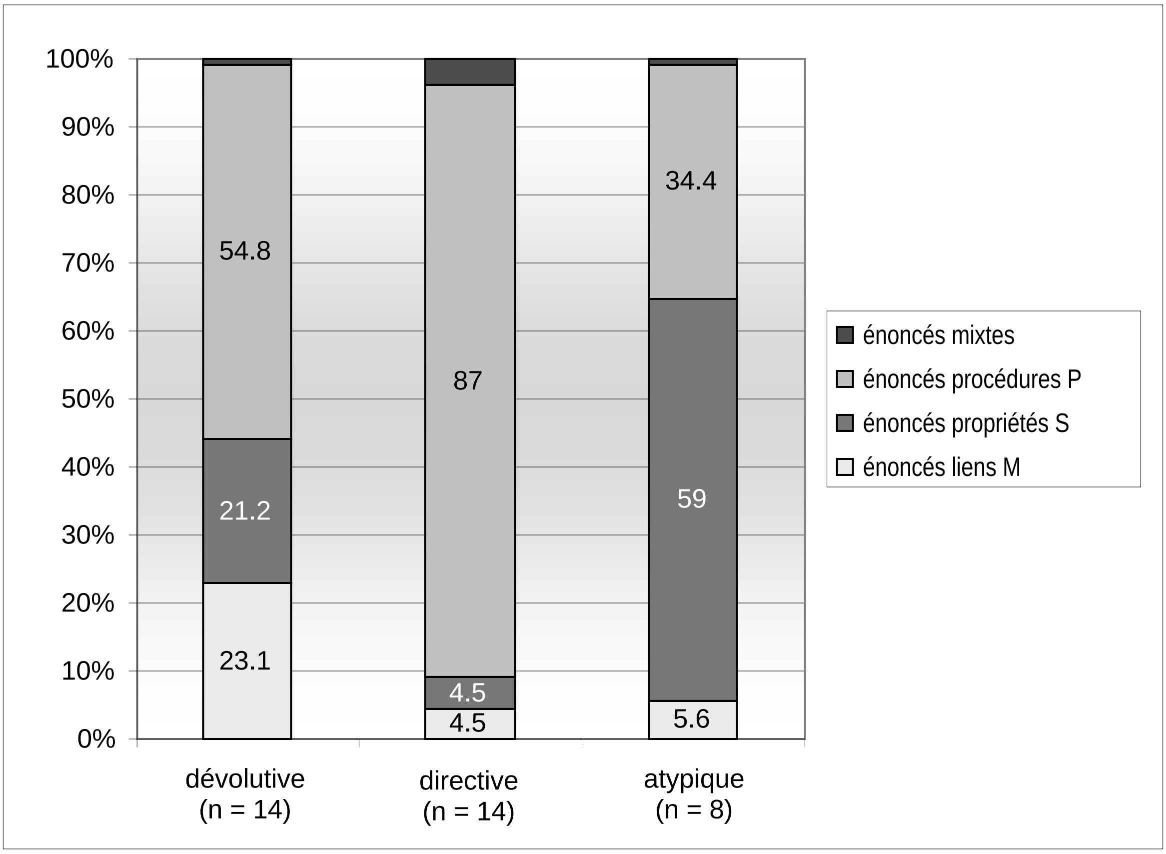


Rapport entre la catégorisation "MSP" des problèmes et celle "directive/dévolutive" des leçons

Si on examine maintenant la catégorisation MSP des *problèmes* en rapport avec notre catégorisation des *leçons*, on constate que celles-ci se différencient nettement en fonction des critères MSP de traitement des problèmes.

En effet, en ce qui concerne les *énoncés*, la Figure 9 montre que, *dans les leçons que nous avons classées comme "directives", 87% des problèmes sont formulés en termes de procédures* ; 54,8% des problèmes des leçons "dévolutives" sont aussi énoncés en termes de procédures, mais avec une forte minorité d'énoncés en "liens" (23%) ou "explicitation de propriétés (21%). Un résultat qui est significatif (p≤0,01).

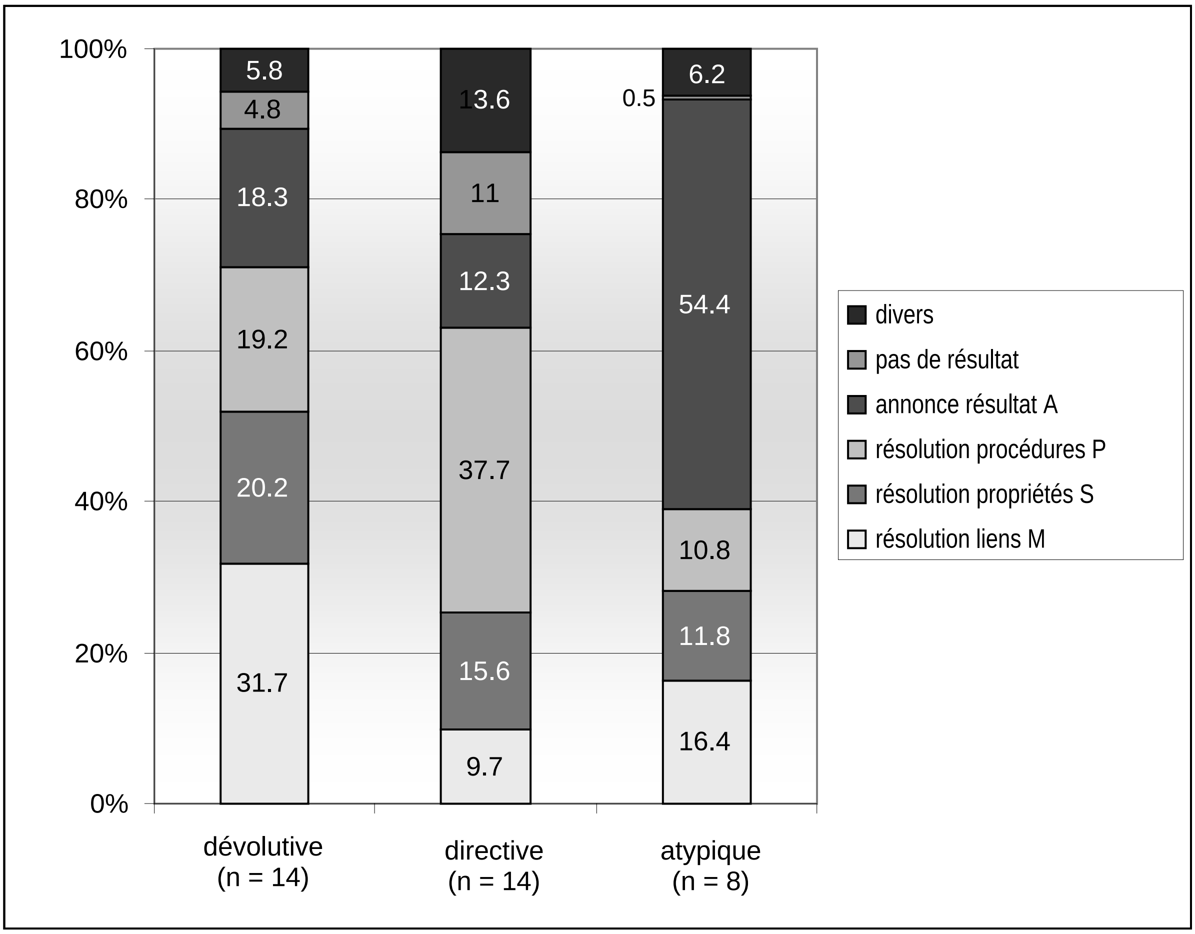
Figure 9. Types "MSP" d'énoncés de problèmes et types de leçon



En regardant ces résultats sous un autre angle, on peut relever que si les énoncés "liens", faisant appel au sens ne constituent que 9% de l'ensemble, 57% d'entre eux se trouvent dans les leçons dévolutives, contre seulement 17% dans les leçons directives.

Les différences sont encore plus nettes en ce qui concerne le *travail de résolution*. Dans les leçons "dévolutives", *le type de résolution des problèmes le plus fréquent (31,7%) est de faire appel au sens* ("liens" M), alors qu'une résolution en termes de procédures est le type le plus fréquent (37,7%) pour les leçons "directives" (Figure 10) (résultat significatif : p≤0,01).

Figure 10. Types "MSP" de résolution de problèmes et types de leçon



L'analyse des problèmes du point de vue de la didactique des mathématiques rejoint de manière significative notre catégorisation des leçons. *Le type d'énoncé et le type de résolution des problèmes jouent donc ainsi un rôle important dans cette catégorisation, sans l'expliquer complètement.* En effet, comme nous avons pu voir, d'une part, celle-ci tient compte aussi d'autres aspects, d'autre part, les enseignantes utilisant l'approche dévolutive avec raison ne se sentent pas tenues à énoncer ou résoudre *tous* les problèmes de cette manière.

Par ailleurs, l'analyse MSP par problème fait ressortir deux faits intéressants :

– D'une part, si on regroupe les leçons en fonction du nombre de problèmes travaillés en termes de liens, les leçons SW 261 et SW 262, que nous avons catégorisées comme directives se retrouvent avec celles que nous avons classées comme dévolutives. Or, on se souviendra que si certains caractéristiques nous amenaient à les considérer comme directives, nous avons souligné qu'elles étaient particulièrement bien adaptées et comportaient plusieurs aspects normalement associés avec les leçons dévolutives.

– D'autre part, on peut constater *une corrélation (bien que non-significative) entre un nombre réduit de problèmes et un traitement en termes de liens*. Ce résultat n'est pas surprenant dans la mesure où une bonne partie des leçons dévolutives ont une structure typiquement constructiviste, posant seulement un ou deux problèmes, mais de haut niveau. Nous retrouvons là le même contraste qui se manifeste au niveau international entre les leçons japonaises et celles des autres pays. On peut en tirer la conclusion que poser trop de problèmes, c'est se donner une situation dans laquelle il devient impossible de travailler "intelligemment" les réponses. Mieux vaudrait en faire moins, mais mieux !

Cependant, ce résultat, non-significatif, différencie moins bien les leçons "à sens" que nos catégories. Il ne doit donc pas détourner l'attention du fait que certaines leçons combinent de manière très productive un nombre un peu plus grand de problèmes traités dans une diversité de manières.

La catégorisation directive/dévolutive et les réponses des élèves au questionnaire

La recherche TIMSS-vidéo incluait un questionnaire d'une heure auquel ont répondu tous les élèves des classes filmés. On relève des différences significatives dans les réponses des élèves des classes "dévolutives" et "directives" pour une variété de questions, différences qui tendent *toutes* à confirmer les analyses précédentes.

Le travail en groupe

En premier lieu, les élèves des classes dévolutives affirment plus souvent que les autres travailler en duos ($p = 0{,}01$; $t = 2{,}56$), et encore plus souvent en groupes de 3 à 6 personnes ($p \leq 0{,}01$; $t = 2{,}76$). C'est une information intéressante, puisque des quatorze classes dévolutives, seulement quatre travaillaient en groupes le jour où nous les avons filmées (cinq travaillaient en duos une partie de l'heure, mais cela est assez courant dans les classes directives aussi).

Une réponse significative concerne *comment* on y travaille en groupe. En effet, dans les classes dévolutives on affirme plus souvent *discuter "des propositions de résolution élaborées auparavant en groupes"* ($p \leq 0{,}01$; $t = 6{,}03$). Comme nous l'avons déjà suggéré, il est sans doute important non seulement de faire travailler en duos ou en groupes, mais aussi de *reconnaître et valoriser* ce travail dans les moments plus collectifs, pour qu'il prenne tout son sens aux yeux des élèves.

Plus intéressantes encore sont une série de réponses concernant les conséquences du travail collaboratif, auxquelles les élèves des classes dévolutives se révèlent plus sensibles, concernant :

- l'apprentissage du travail collaboratif en soi :
  - *Les élèves apprennent à s'entraider* ($p \leq 0{,}01$; $t = 3{,}26$).
  - *Nous apprenons comment bien travailler à deux avec un camarade* ($p \leq 0{,}01$; $t = 5{,}18$).
- son efficacité :
  - *Les explications de mes camarades m'aident* ($p \leq 0{,}05$; $t = 2{,}09$).
  - *On arrive à faire des exercices qui sont trop difficiles pour moi seul/e* ($p \leq 0{,}05$; $t = 2{,}22$).
  - *Je comprends des choses que je n'arrivais pas à comprendre auparavant* ($p \leq 0{,}01$; $t = 2.48$).
- et l'enrichissement que cela peut apporter sur le plan intellectuel :
  - *Les autres élèves ont des idées auxquelles je peux réfléchir par la suite* ($p \leq 0{,}01$; $t = 2{,}50$).
  - *J'apprends à connaître d'autres possibilités de résoudre des problèmes* ($p \leq 0{,}01$; $t = 3{,}13$).
- Peut-être le plus important, cela leur plait :
  - *C'est passionnant de se confronter aux façons de penser des autres* ($p \leq 0{,}01$; $t = 3{,}38$).

Par ailleurs, les élèves des classes dévolutives rapportent plus souvent des pratiques de l’enseignant/e qui contribuent à instaurer cette culture de travail collaboratif. En effet, dans ces classes :

- *Notre enseignant/e de mathématiques demande que nous trouvions différentes façons de résoudre les exercices* ($p \leq 0,05$; $t = 2,16$).

- *En classe de mathématiques nous discutons les différentes possibilités que nous avons de résoudre un problème* ($p \leq 0,01$; $t = 5,18$).

- *En classe de mathématiques différents élèves proposent leur façon de résoudre une exercice* ($p \leq 0,01$; $t = 4,62$).

- *En classe de mathématiques nous jugeons des différentes façons de résoudre un exercice trouvées par les élèves* ($p \leq 0,01$; $t = 2,83$).

Autres aspects pédagogiques

Les élèves apportent des confirmations intéressantes par rapport à d’autres pratiques que nous avons analysées, en particulier :

- *Notre enseignant/e de mathématiques désire que nous réfléchissions d’abord à propos d’un problème avant de donner des explications* ($p \leq 0,01$; $t = 2,83$).

- *Le cours de mathématiques avance à une allure qui me convient* ($p \leq 0,01$; $t = 2,48$).

D’autres réponses semblent confirmer certaines pratiques, sans que les différences avec les élèves des classes directives atteignent le seuil de signification. Il s’agit notamment des affirmations que leur enseignant/e : les aide *quand ils sont bloqués*, les prépare bien pour les *travaux notés*, fournit des *explications efficaces*, y compris pour les *tâches difficiles*, montrant souvent comment résoudre un problème de mathématiques *à l’aide d’un dessin ou d’un tableau*.

Gestion

Les élèves de ces classes disposent peut-être d’un peu plus d’autonomie puisqu’ils rapportent plus souvent pouvoir décider *dans quel ordre nous voulons faire les exercices* ($p \leq 0,01$; $t = 2,57$).

Des différences (non significatives) sont aussi constatées concernant les affirmations que l’enseignant/e *nous explique tout ce qu’il prend en considération pour mettre la note*, que l’enseignant/e *discute avec chaque élève si il/elle a atteint ses objectifs* et que l’enseignant/e *remarque immédiatement les élèves qui ne sont pas concentrés.*

Enfin, à l’encontre de certaines idées reçues, ils rapportent *moins* souvent avoir *peu de devoirs* ! ($p \leq 0,05$; $t = 2,41$).

Relation

La relation avec l’enseignant/e serait en moyenne plus positive, puisque ces élèves rapportent plus souvent que leur enseignant/e :

- *se réjouit lorsque je réussis bien quelque chose* ($p \leq 0,01$; $t = 2,47$).

- *tient souvent compte des souhaits exprimés par les élèves* ($p \leq 0,01$; $t = 3,26$).

- *me soutient de telle sorte que je ne perds pas courage, même si les exercices sont difficiles* (différence non significative).

Sans surprise, les élèves des classes dévolutives répondent plus souvent *je peux être très attentif en classe de mathématiques* ($p \leq 0,05$; $t = 2,34$), alors que ceux des classes directives avouent plus souvent *j’ai de la peine à faire vraiment des efforts en mathématiques* ($p \leq 0,05$; $t = 1,96$) et *si j’avais le choix, je préférerais ne jamais m’occuper de mathématiques* (différence non significative).

En résumé, *toutes les différences significatives dans les réponses des élèves des deux catégories de leçons tendent à confirmer notre analyse*. Nous en tirons aussi deux enseignements supplémentaires.

D'abord, les élèves ne répondaient pas à ce questionnaire le jour de la leçon filmée et les questions concernaient leur classe de mathématiques en général. On peut en conclure que les différences relevées dans notre analyse ne sont pas trop tributaires des conditions particulières de la leçon filmée (sujet, type de situation, moment d'enseignement, etc.), mais reflètent en bonne partie des styles d'enseignement différents.

Deuxièmement, les élèves font preuve d'une connaissance et d'opinions tout à fait sérieuses et intéressantes concernant l'enseignement, dont les enseignants devraient apprendre à profiter (de Marcellus, 2002) !

Une classification de leçons en Suisse alémanique

Signalons encore que les recherches sur le corpus suisse-allemand de TIMSS-vidéo faites par l'équipe du Prof. Reusser de l'Université de Zurich, ainsi que des recherches vidéos postérieures, ont aussi abouti – de façon tout à fait indépendante et en utilisant une méthodologie très différente, essentiellement quantitative – à une catégorisation assez semblable (Pauli, C., communication orale).

V. Conclusions

Voici quelques considérations plus générales que nous retirons de nos observations.

A. *Une démarche d'enseignement ne peut être interprétée ni évaluée en soi, indépendamment de la manière dont elle est reçue par les élèves du contexte particulier.* Un enseignant décidé peut motiver telle classe avec une démarche traditionnelle, mais le partage topogénétique qui fonctionne brillamment dans une classe de Hong Kong n'apprendrait sans doute rien à des élèves d'une classe moins motivée. De même, nous avons vu comment des énoncés de problème uniquement procéduraux, ou au contraire faisant appel à la compréhension, peuvent les deux être compris dans des sens complètement différents selon le contrat didactique implicite en vigueur.

B. *La cohérence* entre une visée dévolutive au niveau structurel et sa réalisation au niveau de la gestion *est primordiale*. Le ton ou les modes d'interaction peuvent tuer un scénario constructiviste. Une démarche constructiviste peut échouer si, par exemple, une attitude inconsciemment évaluatrice de l'enseignant inhibe la participation.

C. *En approfondissant l'analyse* (y compris sur le plan interculturel) *de leçons réelles*, en comprenant en contexte pourquoi les enseignant-e-s font ce qu'ils font, *on fera évoluer et peut-être finalement converger des positions pédagogiques qui paraissent irréconciliables*. L'analyse de leçons telles que la SW 205 ou la SW 262 nous permet peut-être d'apaiser une partie de la querelle entre "anciens" et "modernes". En ce qui concerne la SW 262, cette leçon nous fait soupçonner que – quand elles sont bien adaptées à leur contexte – des leçons globalement directives laissent place à des aspects "dévolutifs" qui sont absents de la majorité des leçons de ce type. Quant à la SW 205, s'il y a bien un court "point d'orgue" a-didactique, constructiviste, à la fin de cette leçon, l'enseignante y arrive par une série d'étapes qui sont transmissives quant à leur forme générale. Comme nous l'avons constaté au niveau interculturel, cette approche peut être rapide et efficace, à condition que les élèves "suivent". Ici, de toute évidence ils le font, *mais parce que* le transmissif débouche parfois sur un appel à la créativité, et parce que même les séquences transmissives sont menées avec une interaction "dévolutive", micro-constructive, dans le sens qu'elle encourage constamment leur activité et implication intellectuelle. Dans ce sens on pourrait considérer aussi ces séquences constructivistes, même si elles n'ont pas la forme qu'on appelle généralement constructiviste. Mais en fin de compte, pour rejoindre Claparède, tout enseignement qui priorise l'initiative intellectuelle et l'implication des élèves – et qui réussit effectivement à les éliciter – ne mérite-t-il pas ce nom ?

D. Nous avons beaucoup insisté sur la participation, l'initiative intellectuelle des élèves, sur la réciprocité des échanges cognitifs avec l'enseignant et le type d'interaction permettant réellement l'élaboration d'idées en collectif comme *moyens* importants pour faire passer des apprentissages. *Mais ces moyens sont finalement le but !* La majorité des élèves filmés (comme la plupart des adultes) oublieront à la longue presque toutes les mathématiques dépassant la règle de trois. Mais la culture, c'est bien connu, est ce qui subsiste quand on a oublié le reste. En effet, alors que beaucoup trop n'en retireront que la conviction paralysante "d'être nul en maths", chez d'autres il subsistera une *socialisation cognitive* qui leur permettra d'écouter ; de réfléchir en groupe *et* seul ; de mettre en œuvre des heuristiques pour trouver ou retrouver une solution ; d'oser dire qu'ils n'ont pas compris ou ne sont pas d'accord ; d'oser "patauger", bricoler leurs idées personnelles et persister face à l'échec, etc. Ce n'est pas pour rien que certaines classes ressemblent déjà à des collectifs de travail professionnels. Ce serait peut-être ça, une vraie éducation. Celle-ci devrait respecter, nourrir et faire s'épanouir (au lieu d'ignorer et écraser) le génie inventif dont Piaget a démontré l'existence dans chaque enfant de notre espèce. Comme l'affirmait un graffiti à la Sorbonne en 1968, *"il n'y a pas de personnes plus intelligentes que d'autres. Il y a ceux qui sont libres et ceux qui ne le sont pas."*

Annexes

Annexe 1. Transcription française des extraits de la leçon de Hong Kong

00:04	M	Vraiment ? [En cantonais] Très très heureux ?
00:08	EE	Professeur, professeur... on voudrait changer de places [En cantonais].
00:09	M	Ok, ok. Chut ! Levez-vous s'il vous plait ! Bonjour, tout le monde.
00:16	E	Bonjour, Mr. Chan.
00:22	M	Ms. Tang, ok.
00:26	M	A retourné ceci pour vous.
00:34	M	Ok, nous allons commencer un nouveau chapitre aujourd'hui.
00:50	B	$2x + 4 = x + 6$, $2x + 10 = 2(x + 5)$
01:02	M	Au tableau, il y a deux équations différentes. Ok ? Deux équations différentes. C'est l'équation en X, avec une inconnue seulement.
01:11	M	Par conséquent, je pense que vous êtes familiers avec ceci.
01:16	M	Je veux deux d'entre vous, ok ? Venez en avant et trouvez la solution pour ces deux équations. Des volontaires ? Personne ?
01:28	EE	[Rires]
01:30	M	Je pense que vous allez aimer venir en avant aujourd'hui.
01:33	M	Kwan Chi Chong, s'il vous plaît. Celle-ci. Ok, une autre belle fille, ça va ? Cheung Suk Fun.
01:42	En	Oui.
01:43	M	Ok. Essayez d'utiliser ce que vous avez appris par rapport aux équations, pour trouver la valeur de X. Ok ? [Silence de 30 secondes, pendant que les deux élèves travaillent au tableau]
02:19	EE	[Rires]
02:23	M	Certains d'entres vous rient, ça veut dire que vous avez trouvé des erreurs, lesquelles ? L'équation un ou l'équation deux ?
02:31	EE	Deux.
02:32	M	Deux ? Chan Jo Yin. Essaie de corriger cela. Équation deux, tu as trouvé qu'il y avait des erreurs.
02:49	M	Vraiment ? [Rires]
02:50	EE	[Rires]
02:52	M	Ok, ça ne devrait pas être quatre X. Deux X du côté droit, au côté gauche, ça devrait être moins deux X.
03:02	M	Ok ? Par conséquent, du côté gauche on a zéro.
03:04	M	Et dix, plus dix du côté gauche, du côté droit ? Moins dix, ok ? Par conséquent, dix moins dix, ça donne zéro. Ok, ça aussi.
03:17	M	Pour la première, vous allez trouver que la solution est X égale deux. Qu'est-ce que ça veut dire ? X égale deux ?

03:27	M	Si je dis que X égale deux est la solution, qu'est-ce que ça veut dire ? Qu'est-ce que ça veut dire ?
03:40	M	Ça signifie que, quand X égale deux, le côté gauche sera égal au côté droit. Vérifions-le.
03:52	M	Ok, quand X égale deux. Qu'est-ce qui arrive avec le côté gauche ? C'est deux X plus quatre, ok ? Deux X plus quatre.
04:02	M	//Huit. Huit.
04:10	EE	Deux X, plus quatre, quel est le résultat ?
04:11	M	//Huit. Ça va ? Et pour le côté droit, c'est X plus six. X. On trouve que X est égal à deux.
04:28	M	Par conséquent, c'est encore huit. Est-ce qu'ils sont pareils ?
04:32	M	//Oui. Ok ? X égale deux, puis le côté gauche, juste égale le côté droit. C'est la solution pour la première équation.
04:33	EE	//Oui.
04:42	M	Qu'en est-il des autres ? Lau Wai Fung, donne-moi un autre nombre pour X, autre que deux. N'importe lequel ?
04:57	EE	(Essaie d'utiliser) [En cantonais] Trois [En anglais]
04:58	M	Trois. Ok. Substituons X égale trois. Ok ? Dans l'équation un. Une autre valeur pour X.
05:12	M	Le côté gauche, deux X plus quatre. Cette fois, X égale trois. Quelle est la valeur pour le côté gauche ?
05:25	EE	Dix.
05:26	M	Vous allez trouver que c'est dix. Mais pour le côté droit, X plus six, X plus six.
05:37	EE	Neuf.
05:38	M	Neuf. Ça va ? Ils ne sont pas égaux. Par conséquent, on ne dira pas que X égale trois est une solution. La solution est X égale deux.
05:52	M	Ça va ? Évidemment, vous pouvez faire le test pour les autres. Ok, maintenant au sujet de l'équation deux, j'obtiens zéro égale zéro, qu'est-ce que ça veut dire ?
06:14	M	Pensez-vous qu'il n'y a pas de solution ? Il n'y a aucune solution. Est-ce qu'il y en a parmi vous qui disent qu'il n'y a aucune solution ? Je ne peux trouver X, par conséquent, aucune solution. Non ? Alors quelle sera la solution ?
06:21	En	N'importe quoi.
06:23	M	Pardon ? N'importe quoi. Qu'est-ce que tu entends par n'importe quoi ?
06:27	EE	N'importe quel nombre.
06:29	M	N'importe quel nombre. Ok. Vérifions-le. Prenons deux et trois, ok ?
06:35	M	Essayons d'abord avec deux. Quand X égale deux. Côté gauche, côté droit.
06:50	T	J'essaie de comparer ces deux quand X égale deux. Le côté gauche est deux X plus dix. Deux X plus dix. Réponse ?
07:02	EE	Quatorze.
07:06	M	Quatorze. Côté droit ? Deux X plus cinq. Deux plus cinq. Ça donne ?
07:17	EE	Quatorze.
07:18	M	Quatorze encore. Sept fois deux. Est-ce que les deux côtés sont égaux ?
07:25	EE	Oui.
07:26	M	Oui. Le côté gauche est égal au côté droit, par conséquent, même si je ne peux trouver la solution, en fait, deux, en tant que tel, est une des solutions.
07:35	M	Qu'en est-il de trois ? Quand X égale trois. Bien sûr, du côté gauche comme du côté droit, les valeurs vont changer. Ok ?

07:52	M	Du côté gauche, c'est deux X plus dix. Et du côté droit, c'est deux X plus cinq. Pour le côté gauche, c'est ?
08:08	EE	Seize.
08:09	M	Seize. Six plus dix. Mais pour le côté droit ?
08:15	EE	Seize.
08:16	M	C'est également seize. Cette fois c'est deux fois huit, est-ce que c'est égal ?
08:22	EE	Oui.
08:23	M	Oui, le côté gauche est encore égal au côté droit. Pas aucune solution, en fait, nous en avons trouvé au moins deux. Ok ?
08:34	M	Plus qu'une. Combien ? À partir du livre, vous avez encore trois essais, tentez de tester si ces trois sont la solution ou pas.

(La suite de la transcription se trouve sur le DVD)

Annexe 2. *Lesson Plan* de la leçon de Hong Kong

Topic: Equations and Identities

Objectives: Students are able to:

1. tell the difference between an equation and an identity,
2. prove whether a given equation is an identity or not,
3. find the unknowns in a given identity,
4. use the identities

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$
$$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$$
$$(a + b)(a - b) = a^2 - b^2$$

in expanding and factorizing different expressions.

No. of periods: 8

Period 1

1. List two equations:
   i. $2x + 4 = x + 6$
   ii. $2x + 10 = 2(x + 5)$
2. Ask students to find solutions.
3. The solution of (i) is $x = 2$ but solution of (ii) can not be found.
4. Substitute different values of x into equation (i) to find that it can be satisfied only when $x = 2$.
5. Substitute different values of x into equation (ii) to find that it can be satisfied by many values of x.
6. Define identity in x which is the equation satisfied by all values of x.
7. Introduce the identity symbol '$\equiv$'.
8. Use examples to show the proof for identities:
   i. $5(x - 3) - 3(x - 1) = 2(x - 6)$
   ii. $4(2x - 1) - 3(x + 2) = 5(2 - x)$
9. Give classwork.

Annexe 3. Extrait A de la transcription de la leçon SW 267

De l'utilisation du silence en classe entière

00:00	M	Mais très rapidement. Voilà mais écoutez, il y en a quatre au tableau puis on complétera après... Non.
00:18	En	Monsieur on doit mettre (inaudible).
00:21	M	Par exemple ouais. Ben en gros c'est si on vous dit rotation Florent, tac, qu'est-ce vient à ton esprit ? Qui paraît peut-être important. ***[Silence]***
00:44	En	On peut mettre des exemples ?
00:45	M	Hum, hum. Ouais Daniel C'est bon... Alors... C'est intéressant de voir qu'il y en a qui font des petits schémas, d'autres qui écrivent des grands phrases entre guillemets... Ouais. ***[Silence]***
01:41	M	Alors quels commentaires pourriez-vous faire pour Léon et les translations par exemple ? ***[silence]***
01:46	En	(inaudible)
01:50	M	Hum, hum.
01:52	En	Ils ont (inaudible).
01:53	M	Oui.
01:55	E	(inaudible) des côtés.
01:57	M	Ouais. Donc résumé pour les translations.
02:02	En	C'est tout reste la même chose.
02:03	M	Ouais au lieu de dire que tout reste la même chose, on dirait que tout est ?
02:05	En	// Parallèle ?
02:05	EE	// Égal ?
02:06	M	Non je ne suis pas d'accord, pas égal.
02:08	En	Parallèle ?
02:12	M	Hum, hum... Orthographe, Léon !... Allez, aidez-le, tout est… ? ***[long silence]***
02:35	En	Isométrique ?
02:38	M	Non... Conservé !
02:42	EE	Ah, c'est ce qu'il avait dit.
02:44	M	D'accord...Bien. Albert maintenant. Qu'est-ce qu'on peut estimer de ce qui… ?
03:03	En	(inaudible) la droite fait office de miroir.
03:06	M	Ouais, hum, hum. Il y a une chose qui me dérange dans ces commentaires au tableau noir.
03:24	En	(inaudible) C'est pas // inversé.
03:24	EE	// C'est pas inversé.
03:25	M	Ouais.
03:25	EE	C'est pas inversé.
03:27	M	Précise ta pensée Albert.
03:29	E	Hein ?
03:32	M	T'as écrit c'est inversé, mais on n'est pas forcément d'accord.
03:37	E	Justement la barre fait office de miroir, donc c'est une peu le système inverse.

03:45	M	Il y a un manque de précision dans le vocabulaire là.
03:47	En	Un axe ?
03:51	M	Un axe inversé ?
03:53	En	Non !
03:54	En	(inaudible)
03:56	M	Ouais mais si on regarde la figure et son image, qu'est-ce qu'on peut dire ?
04:01	En	C'est la même chose.
04:01	M	Non
04:02	En	Ça garde la même forme sauf que...
04:05	M	Non, mais on en reste au, on reste sur notre petit problème de vocabulaire à propos de l'inverse. Donc les lettres sont justes, comme il les a mises c'est juste. Mais qu'est-ce qui est inversé ?
04:23	En	Les angles ?
04:25	M	Pas la figure !
04:26	EE	(inaudible)
04:28	M	Ouais on appelle ça comment ?...
04:32	En	(inaudible)
04:33	M	// Non !
04:33	EE	// Non !
04:36	M	Je crois que le mot n'est jamais écrit au tableau, alors *[indice]* vous auriez pu le mettre dans les quatre applications *[donne un deuxième indice]*. Quand on tourne dans un sens puis quand on tourne dans l'autre ?
04:49	En	Inverse ?
04:51	En	Non !
04:53	EE	(inaudible)
04:54	M	Bon on verra ça après. Symétrie centrale. Même principe hein, Paule.
05:05	En	C'est inversé.
05:08	M	Oui,*[indice]* mais quoi alors ?
05:10	En	Le sens de la forme.
05:11	En	Une rota ?
05:12	M	Non !
05:15	En	(inaudible) lettres ?
05:16	M	Hum ?
05:17	En	Non, c'est pas les lettres.
05:19	En	Les points, les…
05:23	M	Ouais mais vous n'arrivez toujours pas à trouver le bon mot de vocabulaire qu'il faut. J'aimerais revenir sur ce que Léon a dit, il a parlé d'une rotation, est-ce que vous êtes d'accord ?
05:35	EE	Oui.
05:37	M	Oui, précisez *[indice]*. Quel genre de rotation ?
05:42	En	(inaudible)
05:42	M	Ouais, d'accord hein.
05:44	En	Quoi ?

05:45	M	Répète.
05:46	En	(inaudible)
05:47	M	Oui, ça joue ? Florent maintenant ? Ouais, est-ce que vous êtes d'accord avec ce qu'il nous écrit ? Hum, hum.
06:04	En	Ok (inaudible) le point (inaudible).
06:06	M	Ok *[indice]*. Il y a peut-être une chose qu'il faut absolument préciser quand on parle des rotations.
06:15	En	Le point O ?
06:18	M	Qu'est-ce qu'il faut absolument préciser ? Quand on parle d'une rotation ? ***[silence]*** Oui ?
06:29	En	(inaudible)
06:30	M	*[indice]* Qui peut être ?
06:32	En	Positif ?
06:32	M	Positif ou négatif ! *Alors !* quand est-ce positif ?
06:38	EE	Quand il tourne vers la (inaudible).
06:42	En	Quand ça tourne à droite il est positif.
06:44	EE	(multiples interventions inaudibles)
06:48	M	Voilà, gauche ou droite, ça n'existe pas. Par contre ( ).
06:54	EE	(inaudible)
06:58	M	Alors, tu ferais juste deux flèches pour savoir là pour savoir quand c'est plus ou quand c'est moins. Ouais d'accord. Ça joue ? Bon maintenant si on essaie de résumer d'une autre manière ces applications qui ont un certain nombre de propriétés. Elles conservent ou ne conservent pas un certain nombre d'éléments. Lesquels ? ***[Silence.** Il écrit 1, 2, 3, 4, 5, 6 sur le tableau]* Certaines de ces propriétés ont été citées là.
07:46	EE	L'alignement (inaudible).
07:54	M	Ensuite qu'est-ce qu'on avait ? *[Écrit sous dictée des élèves.]*
07:56	En	Les mesures ?
07:57	EE	Les angles ?
08:01	En	L'alignement.
08:03	En	On l'a déjà dit.
08:07	M	Ouais je mets longueurs.
08:11	En	(inaudible)
08:11	M	Ouais ! Et puis la dernière de ces caractéristiques qui n'était, vous n'avez pas pu trouver le bon mot.
08:24	En	(inaudible)
08:24	M	Voilà, hein ?
08:26	En	C'est ce que j'ai dit.
08:27	M	Non personne ne l'avait cité.
08:29	E	Si ! moi je l'ai dit.
08:30	En	Oh, oh, oh !
08:33	M	Mais t'es souvent sûre d'un tas de choses. Voilà, hein. C'est ça qu'il fallait préciser là Justin ou bien Albert. Et Paule hein ? *Orientation contraire ou opposée* mais pas dire c'est l'inverse.
08:54	M	Est-ce que ça joue ces quatre choses ? ***[silence]*** Ok. Alors maintenant on en vient vraiment au sujet un petit peu de la leçon, c'est l'histoire de l'homothétie maintenant. Heu vas-y, distribue ça.

Annexe 4. Extraits de la transcription de la leçon CAD1

Extrait CAD1-A

0:00	M	Alors qui c'est qui nous propose une première réponse ? Voilà !
0:06	E	Un divisé par quatre égale un…
0:07	M	Un divisé par quatre égale… ?
0:12	E	…à un sur quatre plus un sur quatre plus un sur quatre plus un sur quatre.
0:16	En	Quoi ?
0:22	M	*…un sur quatre plus un sur quatre. Alors je ne sais pas … quand je regarde, quand je regarde ça, le un c'est celui-ci, hein ? Le un c'est celui-ci. Est-ce que quand je le divise par quatre … ah ! Quand je le divise en quatre, est-ce que j'obtiens ça plus ça plus ça plus ça plus ça ?*
0:47	EE	Ben oui !
0:49	EE	Non ! Juste une partie. Une seule partie du un sur quatre, ? ? ? …
0:56	M	Alors, il y a quelqu'un qui n'est pas d'accord avec toi, mais ... Qu'est-ce que tu en penses ?
1:03	E	Ben, [très doucement] il y en a trois de trop.
1:06	M	Quoi ?
1:06	E	Ben, il y en a trois de trop.
1:08	M	De trop ? Trois de trop, trois de trop, oui, oui tout à fait oui. Effectivement si je divise, si je prends ce un et puis que je le divise en quatre, que je le partage en quatre, je n'ai plus que ça, mais tu as … tu as un petit peu raison quand même, parce que quand je le partage en quatre, j'obtiens une figure comme ça. Mais si j'ai partagé … *si j'ai quelque chose et puis que je le partage entre quatre, alors chacun a une partie. Ok. Donc ce n'est pas tout à fait bon celle-là …*
1:40	E	On peut écrire ?
1:41	M	Non, non, n'écrivez pas ! … on a dit … pour le moment… Ça, c'est pas bon. Je ne pensais pas tomber là-dessus, mais c'est intéressant. D'accord. *Une autre proposition, par exemple toi ?*
1:55	E	J'ai fait un sur deux plus un sur huit plus un sur huit plus un sur huit plus un sur huit (quatre fois un sur huit) et puis c'est égal à un.
2 08:	M	D'accord. Les autres, attendez ! Attendez ! Avant de proposer d'autres choses, est-ce qu'on est d'accord avec celle-là ? Ça plus ça plus ça plus ça plus ça …
2:19	E	Ah oui, c'est juste.
2:20	M	Ça donne tout ça plus tout ça et ça donnerait un. C'est bon ? Vous êtes d'accord avec ça ? Ça joue ? Attends ! C'est par rapport à cette question-là ou c'est une autre ?
2:30	E	Non, c'est une autre, celle …. ?
2:32	M	Celle d'en dessus, encore ? Tu voudrais dire quelque chose ? Attends ! Alors oui d'accord, alors effectivement celle-là elle est bonne. Si vous l'avez, vous l'entourez comme ça on ne va pas la redonner deux fois … mais tu voulais dire quelque chose par rapport à la première ? Vas-y voir…
2:50	E	Alors si … un divisé par quatre est égal à un sur quatre, …
2:58	M	Toi tu dis, … [je dessine $1:4=\frac{1}{4}$]
3:02	E	Alors pourquoi un sur …. ? ? ? Le résultat c'était un ?
3:11	M	Ça ? Oui oui ! On a dit que ça, c'était bizarre ! C'est … en mathématiques on dira que ça, c'est faux, on dira que c'est pas vrai ça. Mais je comprends ce qu'elle a voulu, je comprends ce qu'elle a voulu voir … ce qu'elle a vu au niveau visuel. Au niveau visuel, elle … on a partagé ça en

quatre et cela donne bien ce dessin. Effectivement, le dessin, c'est bien le bon dessin. Mais c'est pas tout à fait ça qu'on dit qu'on partage en quatre.

3:40 E Mais si vous dites que un sur quatre, c'est égal à un, …

3:44 M Non ! [élèves inaudibles] C'est marqué un sur quatre est égal à un ? Un divisé par quatre est égal à un ?

3:51 E Non.

3:53 M Attends ! Vas-y vas-y ! C'est peut-être intéressant parce que, elle, je ne pensais pas du tout à ce qu'elle allait me dire, et c'était en fait très intéressant mais peut-être que je n'ai pas encore compris ce que tu veux me dire.

4:02 E Non, parce que si … j'ai rien compris … J'ai rien compris au dessin de un sur quatre, un sur quatre …

4:11 En Oh, mais tu …

4:12 M Ça ? A ce dessin-là ?

4:15 E Non un quart …

4:17 M Tu n'as pas compris ça ?

4:21 E Oui mais alors c'est égal à un ou c'est égal à …

4:22 M Non non !

4:24 En C'est égal à un quart.

4:28 M Écoute ! *Laisse tomber celui-ci pour le moment, c'est une histoire très particulière qu'elle a trouvée, qui est très intéressante, mais qui est en fait pas tout à fait ce qu'on cherchait.* Ok il y a quelqu'un qui … N'essaye pas des choses trop … Ah attendez, elle a proposé ça aussi. Est-ce que vous êtes d'accord avec ça ?

4:45 E Oui, oui.

4:46 M Ça va aussi ? Super. D'accord. Un divisé par … pardon ? Un petit "vu"… d'accord !

4:58 E Moi je dis quatre fois un sur deux égale huit fois un sur quatre.

5:10 M Alors si je prends quatre fois … quatre fois un "truc" comme ça, c'est la même chose que si j'avais pris huit fois quelque chose comme ça. Vous êtes d'accord avec ceci ? Ça joue ? Magnifique !

5:40 E Un quart fois trois égale à six huitièmes.

5:50 M On vérifie : un quart que je prends trois fois, comme ça, donc j'ai tout ça, ce serait égal à six huitièmes … un deux trois quatre cinq six. Magnifique !

Extrait CAD1-B

0:00 M *Je pensais que vous alliez faire des choses plus simples, du style, du style … une demi plus un quart simplement. Est-ce que vous arrivez par exemple à me dire ça, ce que ça donne ? Des choses toutes simples, vas-y voir ?*

0:27 E *Trois quarts.*

0:29 M Trois quarts. C'est visuel ça, ce que tu as trouvé hein ? C'est visuellement que tu as trouvé ? Ou bien c'est parce que tu sais ? … tu sais déjà additionner des fractions ? C'est d'accord, *si je remets mon petit acétate, si je remets l'acétate, une demi plus un quart comme ça, ça va faire toute une région comme cela, et c'est la même chose que si j'écris trois quarts parce que ça, c'est la même chose, et ça c'est la même chose.* Ok. Alors maintenant, *on essaye d'oublier le dessin puis on va essayer de sauter sur les maths. Comment … pourquoi, quand je vois un plus un et deux plus un quatre [les fractions 1/4 + 1/2 , lues horizontalement], pourquoi cela donne trois quarts ?* Tu as une idée ?

1:17 E Oui.

1:18 M Alors vas-y !

1:19	E	Parce que un demi c'est … comme la moitié de un et puis …
1:30	M	Oui. la moitié de un …
1:32	E	Et quatre …
1:32	M	Oui et puis encore ?
1:35	E	Et quatre, c'est un quart de un. Alors ça fait …
1:38	M	Une demi, c'est un quart de un ?
1:40	E	Non, c'est un quart …, c'est comme [inaudible]…
1:48	M	*Oui mais pourquoi cela donne TROIS quarts maintenant ?* Essayez de voir …
1:53	E	Moi je sais …
1:54	M	*Parce que si je devais additionner … normalement, je vois un plus un, moi, je ne vois pas trois, moi ! Moi je ne le vois pas le trois !*
1:59	E	(brouhaha) … parce que … j'peux dire …
2:00	M	Attends chut chut chut ! Un à la fois ! Vas-y voir …
2:02	E	C'est parce que quand on met une demi, ça fait comme si ça fait deux quarts plus un quart, ça fait trois quarts.
2:10	M	Quand je vois une demie, c'est la même chose que si je vois deux quarts. D'accord ? On est d'accord avec ça ? Vous êtes d'accord avec ça ? Une demie, c'est la même chose que si je vois deux quarts. Quand je vois une demie, ici, c'est la même chose que si je vois deux quarts. Donc maintenant qu'est-ce qui se passe ? Au lieu d'écrire une demie, j'ai le droit d'écrire deux quarts puisque c'est la même chose. Et maintenant est-ce que vous voyez, si on oublie le dessin et qu'on regarde les nombres uniquement, est-ce que vous voyez comment on fait une addition de fraction ? Qui peut le dire ? Vas-y …
2:50	E	Il faut que ce soit les nombres d'en haut et d'en bas, il faut qu'ils soient pareils les deux, l'un à côté de l'autre … eh bien avant il y avait un …
2:57	M	Ils sont pareils ceux-là ?
3:00	E	Non mais je veux dire ceux d'en bas.
3:03	M	D'accord. Ceux d'en bas.
3:05	E	Il faut qu'ils soient pareils parce qu'en haut, on pouvait pas la faire parce qu'on avait deux et quatre, mais là, vu qu'il y a quatre et quatre, eh bien …
3:14	M	Donc il faut que les nombres, ici, soient pareils. Vous savez comment on appelle ces nombres-là ? Le nom des nombres ici ? En bas, celui d'en bas et celui d'en haut ? Il y a quelqu'un qui sait ça ? Vous avez peut-être appris ça, je ne sais pas. Ça il faut l'apprendre par cœur, on ne peut pas deviner. Il y a en a un qui s'appelle le "numérateur"…
3:32	E	Ah, j'ai entendu parler (…) de ça.
3:34	M	Et puis le "dénominateur". Eh bien vous avez trouvé un truc très très très important. C'est que pour additionner des fractions, il faut que, et ça vous pouvez le noter dans votre cahier, les dénominateurs…

Bibliographie

Altet, M. (1994a). *La formation professionnelle des enseignants.* Paris : PUF.

Altet, M. (1994b). "Comment interagissent enseignant et élèves en classe ?". *Revue Française de Pédagogie*, No 107.

Amigues, R., Faïta, D., Saujat, F., (2004). L'autoconfrontation croisée : une méthode pour analyser l'activité enseignante et susciter le développement de l'expérience professionnelle. *Bulletin de Psychologie, 57*, janvier-février.

Astolfi, J.-P. (1992). *L'école pour apprendre.* Paris : ESF.

Bautier, E. (2002). "L'enseignement en ZEP et les recherches en didactique de français". *Revue Française de Pédagogie*, No 140.

Bertoni, M., Häusler, M.-J., Floris, R. et Weiss, L. (2006). Catégorisation didactique de séquences vidéo pour l'analyse de pratiques d'enseignement des mathématiques. *Actes du colloque emf2006*, version CDROM, Sherbrooke, 27-31 mai 2006.

Bishop, W. (2007). "Math Lessons from Japan : The TIMSS and the truth", www.mathematicallycorrect.com/wbishop.htm.

Bonnery, E. (2002). "Décrochage cognitif et décrochage scolaire", dans D. Glasman et F. Oeuvrard, *La Déscolarisation*. Paris : La Dispute.

Brophy, J. (Ed.) (2004). *Using Video in Teacher Education*. Oxford : Elsevier.

Brousseau, G. (2003b). "L'enseignement des mathématiques dans la scolarité obligatoire : micro et macro-didactiques", http://perso.orange.fr/dautre Est/guy-brousseau/textes/Enseignement_des_maths.pdf

Brousseau, G. (2003). "Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques", http://perso.orange.fr/dautre Est/guy-brousseau/textes/Glossaire_Brousseau.pdf

Brousseau, G. (1986). "Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques", *Recherches en didactique des mathématiques, 7.2*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

Bressoux, P., Dessus, P. (2003). "Stratégies de l'enseignant en situation d'interaction", dans Kail et Fayol (Eds.), *Les sciences cognitives et l'école*. Paris : Presses Universitaires de France.

Bruner, J. (1983). *Le développement de l'enfant : savoir faire, savoir dire*. Paris : Presses Universitaires de France.

Bucheton, D. (1996). "Diversité des conduites d'écriture, diversité du rapport au savoir". *Le Français aujourd'hui, No 115.*

Butlen, D., Barbier, M.-L., Pézard, M. (2002). "Nommés en REP, comment font-ils ?". *Revue Française de Pédagogie, No 140.*

Collins, A., Brown, J.E., & Newman, E.E. (1989). "Cognitive apprenticeship : Teaching the craft of reading, writing and mathematics". *Knowing, learning and instruction* (pp. 449-453). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Publishers.

Claparède, E. (1973). *L'éducation fonctionnelle*. Neuchâtel, Paris : Delachaux et Niestlé.

Crahay, M. (1989). "Contraintes de situation et interactions maître-élève. Changer sa façon d'enseigner, est-ce possible ?" *Revue française de Pédagogie, 88*, pp. 67-94.

Crahay, M. (2002). "Enseigner, entre réussir et comprendre. Théories implicites de l'éducation et pensée des enseignants experts. Essai de recadrage socioconstructiviste." In J. Donnay & M. Bru (Eds), *Recherches, pratiques et savoirs en éducation* (pp. 107-132). Bruxelles : De Boeck.

Crahay, M., et al. (2005). *Enseignement et apprentissage des mathématiques : que disent les recherches psychopédagogiques ?* Bruxelles : De Boeck Université.

Cronbach, L.J. (1973), dans Schuman L.E., Keislar E.R. (dir.), *La pédagogie de la découverte*, ESF.

Cuban, L. (1990). Reforming again, again, and again. *Educational Researcher, 19(1)*, 3-13.

Curonici, C. et McCulloch, P. (2004). "L'approche systémique en milieu scolaire : réflexions 20 ans après", *Thérapie Familiale, Vol. 25*, Genève.

Dejours, C. (1994). *Le facteur humain*. Paris : Que sais-je.

De Keukelaere S. (2005). "Des découvertes révolutionnaires en sciences cognitives. Les paradoxes et dangers de l'imitation". http://www.automatesintelligents.com/labo/2005/mar/neuronesmiroir.html

de Marcellus, O (2002). *De l'autre côté du miroir : aperçus sur le vécu scolaire des élèves du secondaire inférieur à Genève*. Genève : SRED.

de Marcellus O. (2003). "Observations 'd'experts' romands sur les 12 leçons typiques" (rapport non publié du SRED).

de Marcellus, O., Erard, S., Monnier, A., Steiger, P. et Weiss, L., (à paraître). *Les observations vidéo peuvent-elles renforcer les liens entre théorie et pratique ? Une expérience dans la formation initiale des maitresses de l'enseignement secondaire genevois (IFMES).*

Dubet, F. (1994). *Sociologie de l'expérience*. Paris : Seuil.

Dubet, F., et Martucelli, D. (1996). *A l'école. Sociologie de l'expérience scolaire*. Paris : Seuil.

Dubuc, B. (2002). "Le cerveau à tous les niveaux" : http://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_10/i_10_cl/i_10_cl_lan/i_10_cl_lan.html

Dzimira, S. (2006). "Une vision du paradigme du don : Don, juste milieu et prudence" : http://www.revuedumauss.com/

Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. In M.C. Merlin (Ed.), *The nature of intelligence* (pp. 119-161). New York : Macmillan.

Ferguson, R.F. (2003). "Teachers' Perceptions and Expectations and the Black-White Test Score Gap", *Urban Education*, July.

Fernandez, C., Chokshi, S., Cannon, J., Yoshida, M. (2001). "Learning about Lesson Study in the United States". New and old voices on Japanese Education, Beauchamp E. (Ed.), Armonk.

Ferrez, E., Floris, R., De Marcellus, O., (2004). L'enseignement des mathématiques en 8e année dans sept pays : résumé des résultats de l'enquête internationale "TIMSS 1999 Video Study". Genève : SRED.

Floris, R. (2002). Didactique et occasions d'apprentissage des mathématiques. Paper presented at the ADME-SSRE conference : *La qualité dans la formation et l'enseignement, comment la définir, comment l'évaluer ?* (*Cédérom*). Lausanne : ADME-SSRE.

Floris, R. (2002b). Le projet TIMSS-R Vidéo : 500 leçons de mathématiques filmées dans 6 pays. Que peut-on en faire du point de vue de la didactique des mathématiques ? In J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot, R. Floris (Eds.), *Actes de la 11e école d'été de didactique des mathématiques. CDROM.* Grenoble : La Pensée Sauvage.

Garelick, B. (2006). "Miracle Math", *Education Next Journal,* Fall 2006, Hoover Institution. http://www.hoover.org/publications/ednext/3853357.html

Ginsberg, A, Leinwand, S., Anstrom, T., Pollock, E. (2005). *What the United States can learn from Singapore's world-class mathematics system*. American Institutes for Research.

Givvin, K.B., Jacobs, J., Hollingsworth, H., & Hiebert, J. (à paraître 2008). "What is effective math teaching ? International educators' judgments of mathematics lessons from the TIMSS 1999 Video Study". In J. Cai, G. Kaiser, R. Perry, & N-Y. Wong (Eds.), *Effective mathematics teaching from teachers' perspectives : National and international studies*. Sense Publishers.

Guignard, N. et Nidegger, C. (2005). "Éclairages sur les résultats genevois de PISA 2003 en mathématiques". *Note d'information du SRED, No 23*.

Guignard, N. et Christinat, C. (2007). "Les élèves romands entre connaissances et compétences". *Le Point sur la Recherche*. Neuchâtel : IRDP.

Hiebert, J., Gallimore, R., Garnier H., Givvin, K., Hollingsworth, H., Jacobs, J., Chui, A., Wearne, D., Smith, M., Kersting, N., Manaster, A., Tseng, E., Etterbeek,W., Manaster, C., Gonzales, P., and Stigler, J. (2003). *Teaching Mathematics in Seven Countries : Results from the 1999 Video Study (NCES 2003-013).* U.E. Department of Education, National Center for Education Statistics. Washington, DC : Government Printing Office.

Hurley, E., Chater, N. (Eds.) (2005). *Perspectives on imitation : from neuroscience to social science*. MIT.

Isoda, M., Stephens, M., Ohara, Y., Miyakawa, T. (Eds.) (2007). *Japanese Lesson Study in Mathematics*. Singapore: World Scientific Publishing.

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. (2004). *TIMSS 1999 Video Study Technical Report : Volume 1: Mathematics Study*. U.S. Department of Education. Washington, DC : National Center for Education Statistics.

Keiko, H. (2007). "Toward the problem-centered classroom : trends in mathematical problem solving in Japan". *Mathematics Education, No 39*.

Kounin, J.S. (1976). "Une analyse des techniques de gestion des enseignants", in A. Morrison, D. McIntyre (éd.), *Psychologie sociale de l'enseignement* (vol. 2). Paris : Dunod.

Legendre, R et al. (1995). *Dictionnaire actuel de l'éducation*. ESKA.

Leplat, J. (1997). *Regards sur l'activité en situation, contribution à la psychologie ergonomique*. Paris : PUF.

Lewis, C., Tsuchida, I. (1998). "A lesson is like a swiftly flowing river". *American Educator*. Winter.

Lortie, D.C. (1975). *Schoolteacher.* Chicago : University of Chicago Press.

Maurice, J.-J. (2006). L'expérience de l'enseignant : une réflexivité limitée. *Revue des HEP de Suisse romande et du Tessin*, No 3.

Meltzoff, A. (2005). "Imitation and other minds" et d'autres articles dans Hurley, S., Chater, N. (Eds.), *Imitation, Human Development, and Culture*, Bradford Book, MIT Press.

Mottier Lopez, L. (2006). "L'interaction collective suite à des travaux de groupe en mathématiques", *Revue des HEP de Suisse romande et du Tessin, No 3*.

Mucchielli A. (2000). *La nouvelle communication.* Paris : Armand Colin.

Perrenoud (2003) : http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_2003/2003_22.html/.

Piaget, J. (1964). *Six études de psychologie*. Paris : Gonthier.

Piaget, J. (1965). *Sagesse et illusions de la philosophie*. Paris : Presses Universitaires de France.

Piaget, J., Inhelder, B. et al. (1991). *L'image mentale chez l'enfant : étude sur le développement des représentations imagées.* Paris : Presses Universitaires de France.

Pini, G. et Gabriel, F. (1998). "Connaissances en mathématiques des élèves genevois du cycle d'orientation : Résultats de l'étude internationale TIMSS = Achievement in mathematics of seventh grade Genevan pupils : Results from the TIMSS international study", *Bildungsforschung und Bildungspraxis* , *vol. 20, n°1*, pp. 70-82. Fribourg : Éditions universitaires.

Raynal, F. et Rieunier, A. (1997). *Pédagogie : dictionnaire des concepts clés.* Paris : ESF.

Rice, J.M. (1893). *The public school system of the United States.* New York : Century.

Ronveaux, C. (2006). Vidéo, image et texte dans la formation des enseignants. *Revue des HEP de Suisse romande et du Tessin, 3*, 135-147.

Roth, K.J., Druker, S.L., Garnier, H., Lemmens, M., Chen, C., Kawanaka, T., et al. (2006). *Teaching science in five countries : Results from the TIMSS 1999 video study* (NCES 2006-011). Washington, D.C.: National Center for Education Statistics. Available : http://nces.ed.gov/timss

Rowe, M.B. (1986). "Wait Time : Slowing Down May Be A Way of Speeding Up !". *Journal of Teacher Education, Vol. 37*, *No. 1*, 43-50.

Saujat, F. (2002). "L'autoconfrontation croisée" comme milieu de travail sur l'activité enseignante. In J-F. Marcel, *Les pratiques enseignantes hors de la classe.* Paris : L'Harmattan.

Santagata, R. (2007). The role of lesson analysis in pre-service teacher education: an empirical investigation of teacher learning from a virtual video-based field experience. *Journal of Mathematics Teacher Education*, DOI 10.1007/s10857-007-9029-9.

Schoenfeld, A. (2007). "Problem solving in the United States, 1970-2008: research and theory, practice and politics". *Mathematics Education, vol. 39.*

Seago, N. (1997). *Moderators Guide to Eighth Grade Mathematics Lessons: United States, Japan and Germany*. U.S. Department of Education.

Stahl, R.J. (1994). Using "Think-Time" and "Wait-Time" Skillfully in the Classroom, Clearinghouse for Social Studies/Social Science Education.
(Résumé à http://www.ericdigests.org/1995-1/think.htm).

Stigler, J.W. (1997). *Lessons in Perspective : How culture shapes math instruction in Japan, Germany and the United States*. CSU Institute for Education Reform.

Stigler, J.W., Gonzales, P., Kawanaka, M., Knoll, E. & Serrano, A. (1999a). *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.E. Department of Education, National Center for Education Statistics.

Stigler, J.W., & Hiebert, J. (1999b). *The Teaching Gap : Best ideas from the worlds' teachers for improving education in the classroom.* New York: Free Press.

Torbe, M., Medway, P. (1981). *The climate for learning*. Boynton/Cook.

Weiss, L. (2005). "La leçon 205. Quelques éléments de didactique", document de formation de l'IFMES, non publié.

Département de l'instruction publique
Service de la recherche en éducation
12, Quai du Rhône ● 1205 Genève
Tél. +41/0 22 546 71 00 ● Fax +41/0 22 546 71 02 ● *prénom.nom*@etat.ge.ch ● www.ge.ch/sred