CHAPITRE 1

QUESTIONNEMENT D'EXPLICITATION

ET

ENSEIGNEMENT DES MATHEMATIQUES

LA MARCHE POUR CHEMIN

Maryse Maurel

Résumé

Se former à l'entretien d'explicitation est une expérience pour un enseignant. Mais utiliser l'entretien d'explicitation dans une classe, et même dans une classe de mathématiques, est-ce bien raisonnable ? Et pourtant, non seulement c'est possible, mais c'est aussi très riche en découvertes. On peut alors suivre la pensée d'un élève, lui apprendre à découvrir ce qu'il fait quand il fait des mathématiques et l'amener ainsi vers une plus grande autonomie de pensée et vers une pratique réflexive. C'est ce que veut montrer ce chapitre, à travers un exemple d'enseignement, illustré de présentation de séquences où sont pointés les apports spécifiques de l'entretien d'explicitation.

Présentation de l'auteur

Maryse Maurel est professeur agrégée de mathématiques. Elle a eu la chance extraordinaire de bénéficier, dans ses débuts professionnels, d'un statut d'enseignant-chercheur du second degré, grâce à un mi-temps IREM. Elle a enseigné longtemps en lycée et occupe aujourd'hui un poste PRAG à l'UFR Sciences de Nice et à l'IREM de Nice. A ce titre, elle participe aux travaux de deux groupes de recherche : le GREX (que vous connaissez maintenant) et le GECO (qui conduit des recherches sur l'enseignement de l'algèbre élémentaire sous un triple éclairage, psychologie, communication et mathématiques). Ses fonctions et ses travaux lui permettent de donner du sens à des expressions aussi saugrenues que "praticien-chercheur", "articulation théorie-pratique", "liaison lycée-DEUG", "entretien d'explicitation", "approche interactionnelle de Palo-Alto" et "didactique des mathématiques".

Janvier 1992.

Dans une séance de Travaux Dirigés sur les nombres complexes - niveau terminale scientifique - un étudiant m'appelle et me dit "Sur cet exercice - et il montre l'exercice - je ne sais rien faire". Je prends le temps de prendre une chaise, de l'installer de l'autre côté de sa table, de m'asseoir et de m'accorder posturalement et je m'entends dire "Et quand vous ne savez rien faire, vous faites quoi ?" et j'entends L. m'expliquer, en écrivant ses débuts de solutions sur un papier - c'était peut-être déjà écrit, mais il ne pouvait pas ou ne voulait pas me montrer son brouillon - qu'il a pris la forme algébrique et qu'il n'est pas arrivé au bout de ses calculs, qu'ensuite il a essayé une interprétation géométrique, mais qu'avec cette méthode il ne sait pas faire, et qu'il est enfin aller regarder la solution de l'exercice 4 mais qu'il n'arrive pas à faire pareil. Je pouvais faire un petit diagnostic, difficulté à mener un calcul à terme, manque de connaissances pour travailler dans le cadre géométrique, difficulté à tester la pertinence d'une stratégie déjà utilisée dans un exercice corrigé. Il m'a suffi alors de reprendre point par point les informations recueillies, de pousser plus loin le questionnement pour l'accompagner dans la résolution de son exercice dans le cadre algébrique, puis de reprendre les autres pistes avec lui. Satisfaction chez l'étudiant, stupéfaction pour moi, ça marche aussi avec les étudiants ! Il ne me restait plus qu'à recommencer ! Et je redécouvre chaque fois avec le même étonnement, quand je déclenche un entretien d'explicitation en classe, que non seulement cette conduite incongrue et contre-intuitive ne provoque aucun étonnement dans les yeux des étudiants, mais qu'en plus ils répondent !

Ce chapitre présente des exemples d'utilisation de l'entretien d'explicitation dans un enseignement de mathématiques.

Décrire le déroulement d'une action mathématique qu'il vient de faire permet à un élève de verbaliser cette action et de l'identifier, pour pouvoir soit la corriger soit la reproduire ultérieurement en l'intégrant dans une stratégie de résolution de problèmes. Cet élève découvre ainsi ce qu'il fait quand il fait des mathématiques, comment il le fait et dans quel but il le fait.

Je montrerai d'abord comment l'entretien d'explicitation est venu s'insérer de façon naturelle, bien que non spontanée, dans mon projet d'enseignement et comment il peut être un outil d'accompagnement dans un enseignement de mathématiques. Puis je proposerai la description de quelques séquences, en pointant les apports spécifiques de l'entretien d'explicitation.

Je décrirai ensuite certains effets de cet enseignement et je terminerai en situant cette pratique dans les cadres théoriques qui l'ont inspirée pour mettre en évidence la cohérence entre l'entretien d'explicitation et cette façon d'enseigner les mathématiques.

Tout au long de ce texte, je mettrai l'accent sur les relations qui se sont établies entre un enseignant de mathématiques et ses élèves, entre les élèves et le savoir mathématique, à travers l'installation des différents contrats : contrat de travail pour l'année, contrats didactiques et contrats de communication en début et en cours d'entretien en accord avec un projet d'enseignement que les comportements induits par l'entretien d'explicitation ont permis de mettre en acte, faisant ainsi émerger de nouvelles questions.

Je veux témoigner dans ce texte d'une pratique enseignante dont le mot-clé pourrait être "réflexivité", réflexivité pour l'enseignant dans l'analyse de sa pratique, réflexivité pour l'étudiant dans son apprentissage des mathématiques et, pourquoi pas aussi, au-delà des mathématiques.

1. Où mon projet d'enseignement rencontre l'entretien d'explicitation

1.1. Mon projet d'enseignement

Lorsque j'ai rencontré l'entretien d'explicitation et le petit groupe de personnes qui allait constituer le premier noyau du GREX, j'étais à la recherche, d'une technique d'entretien pour recueillir le point de vue du sujet et ne plus me contenter de faire des inférences à partir d'observables, comme les erreurs trouvées dans les copies ou les brouillons d'élèves.

Utiliser l'entretien d'explicitation dans un entretien de recherche a été relativement facile : il m'a suffi de m'y préparer et de m'entraîner pendant ces entretiens. Utiliser cette technique en classe m'a coûté davantage : il m'a fallu oser dire des phrases inhabituelles dans ce contexte et prendre le risque de me sentir ridicule. Mais les étudiants n'ont pas souri ; ils ont même répondu au-delà de mes espérances les plus audacieuses. Et une fois introduit dans la classe, l'entretien d'explicitation m'a permis d'aller plus sûrement qu'auparavant vers ce qui fonde mon activité d'enseignante : je ne suis pas là seulement pour transvaser des savoirs tout prêts, mais aussi pour permettre à quelqu'un de construire des connaissances et de modifier son rapport aux mathématiques, au savoir, à l'école, voire même à la société et au monde puisque tout acte d'enseignement est aussi un acte éducatif. Je suis là pour créer les conditions qui permettront à une classe et à des élèves de vivre des expériences sur lesquelles il y aura réfléchissement verbalisation, réflexion, puis construction de savoirs conceptuels et expérientiels.

De notoriété "professionnelle", il est difficile pour un professeur de mathématiques d'entendre la parole d'un élève sans chercher immédiatement à l'interpréter et il lui est tout aussi difficile de lire des réponses écrites sans imaginer aussitôt un cheminement mental qui a produit cette réponse. La première réaction pour savoir si l'interprétation imaginée est la bonne est évidemment de le demander à l'élève. Mais le questionnement en "pourquoi", spontané pour le professeur, amène des rationalisations après coup, des jugements, des justifications. De plus, l'élève peut-il toujours répondre, sait-il toujours comment il a fait ? D'ailleurs, savons-nous nous-mêmes répondre ? Apparaît donc ici la nécessité d'une médiation pour aider l'élève à découvrir le fonctionnement de sa propre pensée et pour l'accompagner dans la mise en mots de la description de cette expérience. Il faut donc disposer d'une pratique, c'est-à-dire aussi de techniques particulières. Un questionnement d'explicitation permet soit de remettre le sujet en activité, soit de le mettre en évocation d'une activité passée, et d'obtenir une réponse de l'élève pour lui-même, et non la réponse que donne l'élève parce qu'il pense que c'est celle qu'attend le professeur. C'est questionner, non pas pour savoir s'il sait, mais pour qu'il sache ce qu'il a fait et comment il s'y est pris pour le faire. De plus, questionner les élèves et les accompagner dans leur pensée permet de faire évoluer leurs connaissances réfléchies et préréfléchies et les comportements associés.

Mon but est d'amener les élèves à "réfléchir" à partir de leurs propres connaissances. Je veux les éloigner de l'autorité et de la conformité pour qu'ils s'approprient la nécessité des énoncés mathématiques à partir de prémisses communes. Je souhaite leur apprendre qu'en mathématiques au moins, on peut avoir raison seul contre tous. Pour cela, il apparaît nécessaire de proposer aux élèves de porter sur les mathématiques un regard qui les autorise à les considérer comme quelque chose à construire pour soi et non comme un produit fini à recevoir tout prêt. Ils doivent apprendre à poser des questions et à se poser des questions, à élaborer des stratégies et à en prendre conscience pour pouvoir ensuite choisir la plus adaptée au problème à résoudre. Il faut en même temps leur permettre de sortir d'une relation personnalisée à l'enseignant, de dépasser la relation au professeur pour aller vers un rapport à la discipline et de dépasser la relation à la discipline pour aller vers un rapport à la connaissance.

Comment aider les étudiants à aller vers une pratique réflexive et à découvrir comment ils s'y prennent quand ils font des mathématiques, comment leur apprendre à s'auto-informer et à construire des métaconnaissances ? En bref comment, à partir d'activités mathématiques, faire passer les étudiants du faire au dire ? Et comment, pour le professeur, réaliser en classe ce que beaucoup d'enseignants ont envie de faire, sans avoir forcément les moyens de le mettre en œuvre : respecter les étudiants en se faisant respecter, les faire travailler et les écouter tels qu'ils sont pour les amener vers la construction du savoir officiel ? En bref, comment à partir de "bonnes idées" et de "belles théories", passer du dire au faire ?

Enseignante de mathématiques, je connais les mathématiques que je dois enseigner, j'ai aussi des connaissances en didactique des mathématiques. Mais je dois trouver des outils et des techniques pour améliorer la gestion de la classe, son organisation, la communication dans la classe et les prises d'informations qui me permettront, en interaction avec les mathématiques et la didactique, les prises de décision à long ou à court terme. Et je dois négocier avec les étudiants les conditions nécessaires à l'installation de séquences préparées à la lumière des théories didactiques existantes et de l'épistémologie propre aux mathématiques.

1.2. Le contexte de l'enseignement

J'ai enseigné longtemps en lycée avant d'occuper un poste d'enseignante à la faculté des sciences de Nice. J'ai choisi, en y arrivant, de coordonner la section de Formation Scientifique de Base du Premier Cycle, autrement dit année zéro ou année de rattrapage, et d'y enseigner les mathématiques. Cette section était formée de deux groupes, DEUG A et DEUG B, et il était convenu institutionnellement que le niveau final des étudiants devait se rapprocher le plus possible de celui d'un "bon bac scientifique".

Mon projet était de leur montrer que les mathématiques peuvent devenir tout à fait intéressantes en plus d'être nécessaires et/ou utiles, de les amener à réfléchir à la question "quand je fais des maths, je fais quoi ?" et d'aborder avec eux la délicate question du vrai et du faux en mathématiques. Je voulais aussi privilégier le passage à l'autonomie dans le travail, plutôt que la réalisation d'un programme scolaire. Je voulais enfin, puisque nous avions la chance exceptionnelle de ne pas avoir à jouer le jeu de l'examen, tenter de jouer avec ces étudiants-là un jeu scientifique en utilisant les travaux de Marc Legrand sur le débat scientifique en cours de mathématiques. Je voulais obtenir que les étudiants se respectent et s'écoutent entre eux, en dehors d'une contrainte autoritaire maintenue par le professeur. Et pour gérer ces groupes-classes hétérogènes, il me fallait aussi savoir où en était le groupe, où en étaient les individus dans ce groupe. De plus je m'étais fixé des buts plus personnels, recueillir des observations pour mes recherches, et surtout trouver le plus de plaisir possible dans cet enseignement.

Tous les exemples cités dans ce chapitre ont été relevés en classe, dans des groupes FSB (sauf le dernier qui est plus récent).

1.3. Le contrat de travail pour l'année

Il est possible que le fait de dire incidemment, en début d'enseignement : "Nous sommes tous ici parce que nous l'avons choisi et, en ce qui me concerne, tout ce que vous faites m'intéresse parce j'aime enseigner et parce que je fais des recherches sur l'enseignement des mathématiques", crée un effet positif pour des étudiants qui, pour des raisons diverses, sont à la faculté et dans cette section par défaut d'être ailleurs.

Décembre 1993.

Le contrat de travail pour l'année, je l'ai retravaillé plusieurs fois et je donne ici celui que j'ai présenté aux deux groupes d'étudiants le jour du premier cours de mathématiques en décembre 93. Il est bien évident que ce contrat n'est pas dit pour être reçu et compris en début d'année, ce qui est totalement impossible, mais pour servir de contenant à ce qui se passera par la suite. Il pose des limites et des règles qui joueront par la suite le rôle de "méta-règles". Créer les conditions pour apprendre des mathématiques, c'est mon travail, le leur c'est d'être actif en faisant des mathématiques et en réfléchissant ensuite sur ces actions, et je le dis ainsi :

"Je vous présente d'abord le premier contrat, celui qui vient de moi parce que c'est mon travail de vous le proposer ; nous pourrons négocier à l'intérieur de ce contrat, tout en restant dans le cadre d'un travail de mathématiques. Nous sommes ici ensemble pour faire des mathématiques et atteindre, au minimum, le niveau d'un bac scientifique.

Vous, étudiants, vous êtes là pour apprendre des mathématiques, parce que vous êtes là pour ça, en faisant des mathématiques, de façon active, pour découvrir les règles du jeu mathématique. Vous devez apprendre à contrôler ce que vous produisez.

Moi, enseignante, je suis là pour vous enseigner des mathématiques. Parce que c'est mon métier, c'est moi qui décide ce qui vous revient comme travail (certaines démonstrations, des exercices, des recherches de documents ou autres), et ce qui me revient (les objectifs, différents peut-être pour chacun de vous, la progression du cours, le choix des chapitres que nous verrons ensemble, le choix des exercices et des devoirs). Et si je vous retourne certaines de vos questions, c'est parce que je sais que vous en apprendrez plus en cherchant par vous-même la réponse qu'en écoutant la mienne et que vous allez découvrir aussi tout ce que vous savez déjà sans forcément savoir que vous le savez. Je ne suis pas une encyclopédie parlante. A vous de trouver où vous pouvez aller chercher l'information, dans votre tête, dans vos cahiers, dans vos fiches, dans les livres ou ailleurs."

Je demande s'il y a des questions, j'y réponds et j'enchaîne : "Je vous propose cette façon de travailler, qui permet à chacun d'aller à son rythme et en fonction de son objectif de fin d'année parce que je travaille aussi à l'IREM, sur la transmission des connaissances et sur l'apprentissage en mathématiques. Je serai parfois amenée à enregistrer certaines séances pour mes recherches personnelles. Je vous préviendrai et vous demanderai votre accord. Je serai amenée aussi peut-être à faire des entretiens individuels hors classe, sur rendez-vous avec ceux et celles qui le voudront bien. Il m'arrivera parfois de vous poser des questions qui vous paraîtront peut-être bizarres et je vous demanderai votre accord. Vous pourrez accepter ou refuser et si vous acceptez vous serez sans doute amenés à me répondre des choses qui pourront vous sembler bizarres dans un cours de mathématiques, mais il y a des gens qui disent qu'on peut découvrir des choses intéressantes quand on observe son propre fonctionnement."

Dans le groupe A, après ces dernières phrases, j'enchaîne immédiatement "Et comme tout ce que nous ferons, nous allons d'abord faire, avant d'en parler".

Sans rien dire, j'écris au tableau

$$+ \ + \ + \ + \ldots =$$

et je demande : "Pouvons-nous mettre un nombre de l'autre côté du signe "égal" ? Prenez le temps d'y penser un petit moment chacun pour vous". Après quelques minutes de réflexion et de silence, je demande un vote, et le débat est lancé.

Mon but est

- d'initialiser le contrat de travail en le faisant vivre immédiatement (gestion de la classe).

- de prendre des informations sur leurs comportements (gestion de la classe) et sur leurs connaissances (didactique des mathématiques) et de les utiliser pour la suite de l'enseignement .

- de faire travailler les étudiants sur le concept d'infini qui est en cours de construction chez eux (mathématiques).

- de leur faire vivre expérientiellement un débat scientifique (didactique des mathématiques).

1.4. L’entretien d'explicitation pour installer le contrat de travail et l’écoute réciproque

Décembre 1992.

Les circonstances

Environ 25 étudiants de niveaux très différents. Première semaine d'enseignement, deuxième séance. La veille, nous avons revu le début de la trigonométrie et j’ai aidé les étudiants à installer dans leur tête un cercle trigonométrique avec les informations utiles pour calculer mentalement. Je propose donc des activités sans papier et sans tableau pour que la trigonométrie devienne pour eux un outil efficace et rapidement disponible.

0

Définition du sinus et du cosinus d’un nombre : *Le cercle trigonométrique a pour rayon 1 et par définition,* *$\cos\alpha =$* *et $\sin\alpha =$*	*Graduation du cercle en :* *cos= et sin=* *On peut ainsi reporter sur le cercle trigonométrique les "graduations de la montre" : entre deux points consécutifs sur le cercle (ou entre deux graduations de la montre), l’angle est de 30 degrés ou radian. (Rappelons qu’un tour de cercle vaut 360 degrés ou 2π radians).*

Il faut trouver de tête la valeur du sinus et du cosinus de multiples des valeurs trigonométriques remarquables. Je donne à titre d'exemple 13, 22. Les étudiants savent qu'ils peuvent trouver la position du point associé sur le cercle trigonométrique en graduant le cercle et en comptant les graduations et qu’ils peuvent lire sur les axes les valeurs du sinus et du cosinus, ou bien chercher l'équivalent modulo 2π en effectuant la division appropriée (la veille, nous avons travaillé la première méthode en utilisant le "cercle dessiné dans la tête").

Puis ce sont eux qui choisissent les exemples. Je suis dans l'allée centrale au niveau du premier rang.

Les échanges retranscrits ci-dessous se font entre trois étudiants (S., B. et Y.) et le professeur (M.).

Le problème

1 S. : Je propose 123736.

2 M. : D'accord, prenons 123736.

Rires chez certains, perplexité chez d'autres. Silence pendant une quinzaine de secondes.

3 S. : Je trouve_-_et -_.

4 B. : Je suis d'accord.

Mon intervention

Je repère un étudiant Y. qui me regarde les yeux ronds et les sourcils relevés, je m'approche de lui et reprends sa mimique.

5 M. : Vous n'avez pas fini, vous voulez encore un peu de temps.

6 Y. : *Dénégation de la tête.*

7 M. : Vous êtes d'accord pour nous dire ce que vous venez de faire.

8 Y. : Je ne me rappelle plus du nombre.

9 M. : Mm mm je vais revenir vers vous.

Je reporte à plus tard une intervention qui casserait la dynamique et je me rapproche de S. qui est au fond de la salle. Ce rapprochement remplace l'accord postural en signifiant un rapprochement de la personne.

10 M. : Vous voulez bien nous dire ce que vous avez fait. *(Contrat de communication en passant).*

11 S. : J'ai posé la division dans ma tête.

12 M. : **Mm mm Et quand vous posez la division dans votre tête vous faites quoi ?** *(Coup d'œil en haut à droite, prise d'information qui me permet de relancer avec voir)* **Remettez-vous au moment où vous avez posé la division.** *(Guidage vers la position d'évocation)* **et dites-nous ce que vous voyez là** *(et j'accompagne d'un geste dans la direction de son regard).*

13 S. : Je vois la division posée.

14 M. : Et quand vous la voyez posée, vous voyez quoi ?*(Relance sur l'image évoquée).*

15 S. : Je vois le nombre 123736, le trait *(geste vertical)* et 6 *(il montre la place avec le doigt).*

16 M. : Oui et vous faites quoi ?

17 S. : Je fais la division.

18 M. : Oui comment ?

Il sort de l'évocation (ma relance est trop brutale), rit et dit :

19 S. : Une division quoi.

20 M. : Mm mm si vous êtes d'accord *(je renouvelle le contrat)* **décrivez-le pour ceux qui n'ont pas eu le temps de le faire. Vous voyez 123736 là, le trait** *(je refais son geste vertical),* **et 6 à côté** *(je redonne les éléments importants pour remettre le sujet dans la position d'évocation dont il est sorti à cause de ma brusquerie)* **et quand vous voyez ces nombres comme vous les voyez** *(langage éricksonnien sans contenu)* **vous faites quoi ?** (*relance sur la description de l'action qui renvoie S. en évocation)*

21 S. : Je fais 12 divisé par 6, je pose 2 il reste 0 et j'abaisse 3, je pose 0 et j'abaisse 7, 37, etc... *(il décrit à haute voix la procédure de division et explique la fin en poursuivant la description verbale de ce qu'il voit dans sa tête)*

Le silence s'est installé et tous sont songeurs, je me rapproche de B.

22 M. : B., vous avez fait comme S. ?

23 B. : Non j'ai fait autrement.

24 M. : Vous voulez bien nous le raconter *(contrat en passant)* **comme S. vient de nous raconter sa façon de faire ?**

Et B. explique qu'il a enlevé des multiples de 6, 120000, puis 3600, puis 120, puis 12, donc le reste est 4. Quatre ou cinq étudiants disent avoir fait comme B., plusieurs s'étonnent de la façon de faire de S. et en sont impressionnés. Je relève qu'il y a au moins deux façons de s'y prendre et que chacun pourra choisir l'une de ces deux méthodes ou une autre et s'y entraîner.

Je reviens à Y.

25 M. : Vous voulez bien *(contrat de communication)* **prendre le temps d'écrire le nombre 123736 dans votre tête.**

Sourire amusé et acquiescement de la tête.

Il écrit, décrit à haute voix (voir plus loin l'exemple de F. et l'utilisation de la PNL), le relit et éclate de rire en disant :"C'est magique votre truc" *Le lendemain, il entre en classe et me redonne ce nombre qu'il lit dans sa tête.*

Commentaire

L'enseignement vient juste de commencer, les étudiants sont encore dans une position d'attente, et d'observation. Certains sont ironiques ou incrédules de me voir reprendre la trigonométrie à un niveau aussi élémentaire. J'avais prévu de mener quelques petits entretiens d'explicitation, avec ceux qui accepteraient, pour nous faire vivre une expérience commune, pour leur montrer que c'est intéressant de savoir pour soi comment on s'y prend, qu'il peut y avoir plusieurs façons de faire, qu'il est intéressant de savoir comment font les autres et que pour ça, ça vaut le coup de s'écouter.

Je voulais aussi qu'ils puissent vérifier par eux-mêmes que celui qui accepte de parler peut le faire en dehors de tout jugement et de toute attente particulière de ma part et de la part des autres. En effet ici toute réponse est nécessairement intéressante et inconnue de toutes les autres personnes présentes, peut-être inconnue aussi de celui qui parle. Dans cette séquence, les étudiants et le groupe s'auto-informent.

Et ce type d'interventions rend inutile une profession de foi comme "je suis un professeur qui s'intéresse à vous, vous pouvez poser autant de questions que vous voulez, je vous écouterai, nous en parlerons et c'est comme ça que vous apprendrez des mathématiques" qui marque la bonne volonté de l'enseignant mais qui ne convainc pas toujours. C'est une façon pour l'enseignant de mettre en acte le contrat qu'il propose, de mettre du contenu dans cette enveloppe rigide et vide de sens présentée la veille. Mais il fallait bien installer d'abord un contenant pour pouvoir le remplir ensuite d'un contenu !

Je suis amenée à questionner un étudiant sur la façon dont il a effectué une action mentale juste après qu'il l'ait faite et son comportement et ses paroles ont étonné les autres. Tranquillement et sans réticence il a répondu à mes questions et a verbalisé publiquement une action mentale privée. Pendant l'entretien, l'attitude de la classe a changé, le silence s'est installé rapidement, ils se sont tous mis à écouter et à nous regarder, et tout cela a continué quand je suis allée vers B., puis vers Y. J'ai pu conclure par "c'est drôlement intéressant quand quelqu'un raconte comment il a fait, parce que vous ne faites pas tous pareil et il y a peut-être encore d'autres façons que vous pourrez trouver et ça vaut le coup de savoir comment on s'y prend quand on fait ce qu'on fait comme on le fait". Par ces mots, j'institutionnalise qu'on peut dire comment on fait, et qu'a priori il n'y a pas de bonne ou de mauvaise façon de faire. Après il n'y avait plus besoin de parler et d'expliquer, la situation vécue par nous tous portait en elle-même sa signification et donnait du sens à mon discours de la veille. Chacun explicite sa stratégie, en prend conscience, prend conscience qu'il y a sa stratégie et celle des autres, et qu'il peut apprendre de l'autre une stratégie. Cette problématique a été instrumentalisée dans le cadre des ARL : on recrée un contenant narcissique, le groupe est un contenant de pensée. Il faut noter aussi que le rôle du professeur médiateur commence à poindre. Tout ici se joue dans l'interrelation, dans l'intersubjectivité.

Dans cette séquence les étudiants, qui ont tous le bac, ont déjà appris de la trigonométrie, mais ils pensent qu'ils ne savent pas faire, parce qu'ils ne savent pas faire vite et faire bien, ils ne savent pas utiliser leurs connaissances qui ne sont pas disponibles. Quand ils auront ces savoir-faire disponibles, ils pourront mettre en place des stratégies plus élaborées. Ce sont des pièces de base du puzzle à assembler pour la construction des savoirs.

Il y a aussi un message implicite de ma part : en mathématiques on peut apprendre à se donner des outils pour travailler mieux et on peut penser sans papier et sans crayon.

2. Où j'utilise l'entretien d'explicitation dans un enseignement des mathématiques

Je tiens à mettre l'accent sur la profondeur du silence qui s'installe quand, dans une séance de travail collectif, avec l'accord de l'étudiant questionné, commence un entretien en classe et que cet étudiant commence à livrer des pensées peu habituelles dans un cours de mathématiques. Il m'est arrivé souvent, en TD, alors que mon but était de m'adresser à un seul étudiant, de sentir ce silence s'installer peu à peu et gagner tout le groupe par vagues. Mais si nous pouvons décrire de tels phénomènes, silence, écoute, partage de l'intérêt, nous ne sommes pas encore capables de décrire ce que recouvrent ces phénomènes et ce que nous faisons en créant ce type de situations.

2.1.Travailler en mathématiques, c'est quoi ?

Décembre 93

Les circonstances

A la fin de la première séance (voir §1.3), après un long débat sur la pertinence d'une "somme qui ne finit pas" et sur la signification des "trois petits points", les étudiants ont choisi de transformer la question initiale, "l'écriture " + + + + ... désigne-t-elle un nombre ?", et cette question prend pour eux la forme scolaire et familière d'un exercice classique qu'ils savent tous avoir déjà fait, sans pour autant se rappeler du résultat.

Exercice :

1) Calculer S_n =

2) Est-ce que S_n a une limite quand n tend vers $+\infty$?

C'est la fin de la séance et je donne cet exercice à chercher pour le lendemain. J'ai précisé qu'on peut chercher dans des vieux cahiers, dans des livres, aller à la BU, demander à quelqu'un ou autre chose.

Le problème

Le lendemain matin, je demande : "Qui a travaillé hier sur cet exercice ?". Deux étudiants lèvent le doigt et proposent une réponse, deux seulement. Et pourtant la veille, le débat était riche et animé. Pour moi, c'est bizarre.

Mon intervention

Après la correction, je demande donc individuellement à chacun en me mettant à côté de la personne que j'interroge "Est-ce que vous êtes d'accord pour me dire, entre le cours d'hier et celui d'aujourd'hui, quand vous avez pensé à ce problème, vous avez pensé à quoi ?".

Sur 17 étudiants, cinq répondent qu'ils n'ont pas pensé à l'exercice depuis hier. Mais parmi les autres, il y en a un qui a cherché dans un livre de DEUG et n'a pas trouvé, un qui a cherché dans un cahier de première, "c'était pas exactement pareil, j'ai adapté", un qui a cherché dans un cahier de terminale, un qui a cherché dans des livres à la BU et n'a pas trouvé, un qui a cherché dans un cours de DEUG et n'a pas trouvé, deux ont demandé à quelqu'un de la famille, deux autres le savent et ont pu le faire tout seuls, l'un d'eux a retrouvé la solution dans un TD de DEUG, un autre encore a cherché son cours de Terminale sur les suites, et enfin le dernier a cherché dans un livre de philosophie et trouvé le paradoxe de Zénon. Mais sur ces douze-là, seulement deux ont nommé ce qu'ils avaient fait "j'ai travaillé".

Commentaire

Les réponses ont été données à haute voix, tous les ont écoutées et, à la fin de la séquence, j'ai demandé qui pensait qu'il fallait être à un bureau avec un papier et un crayon pour travailler en mathématiques. Et chacun a gardé la réponse pour lui-même.

C'est une première étape pour casser l'idée que le travail mathématique ne peut se faire que derrière un bureau, en résolvant des exercices par l'application de procédures connues, apprises en classe ou trouvées dans un recueil d'exercices corrigés. Il faudra ensuite que j'utilise ou que je provoque des dialogues montrant des comportements d'activité mathématique, par exemple : se poser des questions sans disposer d'une réponse immédiate, trouver des contradictions entre des connaissances antérieures et des nouvelles et les dépasser, trouver des liens, revisiter un cours antérieur avec de nouveaux savoirs. Ici, le professeur s'informe et renvoie l'information aux étudiants.

2.2. Accompagner l'apprentissage, ou comment retenir un grand nombre ?

Janvier 1994.

Les circonstances

Leçon de trigonométrie : trouver le point du cercle trigonométrique associé à un réel.

Les étudiants le font d'abord avec des nombres que je donne, puis avec le millésime de l'année, puis avec des nombres qu'ils proposent.

L'échange retranscrit ci-dessous a lieu entre un étudiant (F.) et le professeur (M.).

Le problème

Certains n'arrivent pas à retenir les nombres dans leur tête.

Aujourd'hui ils ont choisi le nombre 2798.

Mon intervention

1 M. : Vous pouvez l'écrire dans votre tête. Ce nombre que nous venons de donner, prenez le temps de l'écrire dans votre tête.

(j'attends une minute, puis je m'adresse à F. en me rapprochant de lui.)

2 M. : Vous F., vous le voyez écrit dans votre tête.

3 F. : Oui comme je le fais d'habitude.

4 M. : Mais ce nombre-là, aujourd'hui vous le voyez écrit comment ?

5 F. : *(Sourire)* En lettres roses.

6 M. : Rose comment, plutôt vif ou plutôt pâle ?

7 F. : Plutôt pâle.

8 M. : Et le fond il est comment ?

9 F. : Blanc, enfin pas tout à fait blanc, un blanc un peu sombre.

10 M. : Et il y a un cadre autour ou bien il n'y en a pas ?

11 F. : Il n'y a pas de cadre.

12 M. : Et les lettres elles sont comment, plutôt grosses ou plutôt petites ?

13 F. : Plutôt grosses.

14 M. : Et les chiffres ils sont écrits comment, en chiffres manuscrits ou en chiffres d'imprimerie ?

15 F. : En chiffres d'imprimerie.

16 M. : Et vous pouvez nous le lire.

17 F. : 2798

Commentaire

Je leur fais installer de cette façon toutes les données intéressantes à visualiser pour une plus grande rapidité de travail et une meilleure efficacité (trigonométrie, plan complexe, courbe des fonctions de références, méthode à organigramme comme l'étude des branches infinies). Dans une activité de mémorisation en mathématiques, un dessin mental peut être très efficace, car il permet un accès rapide aux informations stockées, d'où l'importance de prendre le temps de faire apprendre à installer ces images pour ceux qui se voient en échec en mathématiques et qui ne le font pas déjà spontanément. De plus, une intervention de ce type, en classe, donne un statut à l'accès sensoriel des données stockées dans la mémoire.

2.3. Permettre à quelqu'un de découvrir qu'il sait faire ce qu'il croit ne pas savoir faire, ou que faire avec *factorielle* ?

Dans cet exemple, il ne s'agit pas d'un entretien d'explicitation, mais j'utilise des techniques corporelles et langagières empruntées à l'entretien d'explicitation pour accompagner un étudiant qui "sèche" sur son exercice : le langage de l'autre, l'accord postural, l'accompagnement par un questionnement d'explicitation sans interprétation et sans présupposés, en faisant le pari que l'étudiant va s'en sortir tout seul, c'est-à-dire qu'il va répondre à une question qu'il pose au professeur parce qu'il ne se croit pas capable de trouver seul la réponse.

Mars 1994.

<u>Les circonstances</u>

Une séance de Travaux Dirigés :

Les étudiants travaillent à leur rythme, seuls ou deux par deux, sur une feuille d'exercices distribuée quelques jours avant. Ils peuvent échanger entre eux, ils peuvent aussi s'adresser à moi. Mon travail, c'est de contrôler la qualité de leur travail et leur progression, de les amener petit à petit à réfléchir sur ce qu'il font et comment il le font et dans quel but, de faire émerger des stratégies de travail et de résolution et de les consolider.

L'échange retranscrit ci-dessous se fait entre un étudiant (S) et le professeur (M). L'étudiant est assis à son bureau. Je suis assise sur une chaise en face de lui.

<u>Le problème</u>

Pour traiter l'un des exercices, il faut quelques calculs sur les *factorielles*. S., qui a un Bac F9, vient de prendre connaissance de la définition de n!, et ne possède donc pas de règles prêtes à l'emploi pour faire son calcul. Ses connaissances théoriques sont faibles, il n'a pas d'autonomie en mathématiques et son objectif est d'avoir un dossier d'inscription en BTS. Il m'appelle.

1 S. : Quand il y a *factorielle*, est-ce que j'ai le droit de faire comme s'il y avait *x* ?

<u>Mon intervention</u>

Explicitation de la partie de la question qui concerne la règle mathématique, avec le langage de l'étudiant, sans interprétation.

2 M. : Et quand vous dites faire comme s'il y avait *x*, vous dites quoi ?

3 S. : Que je mets *factorielle* au bout.

4 M. : Au bout de quoi ?

5 S. : Eh ben si j'ai 5! + 6!, est-ce que je peux écrire que c'est (5 + 6)! ?

Et il écrit sur sa feuille : 5! + 6! = (5 + 6)!.

Ces quatre répliques me permettent de savoir ce que veut dire S. quand il dit "faire comme s'il y avait x". Il associe à cette expression la transformation de 5! + 6! en (5 + 6)!.

6 M. : Ah oui.

7 S. : Est-ce que j'ai le droit de faire comme ça ?

Il me demande une autorisation. Il fait appel à mon autorité pour savoir si cette transformation est permise. Par qui ? Bien sûr je lui retourne sa question. Et, en lui retournant cette question, je lui signifie qu'il a les moyens de savoir si cette égalité mathématique est vraie ou fausse en partant de la définition de n! . Et je l'accompagne.

8 M. : Qu'en pensez-vous ?

9 S. : Je ne sais pas.

10 M. : Et comment pourriez-vous le savoir ?

11 S. : Je ne sais pas *(silence)* je peux calculer 5! + 6! et 11!.

12 M. : Oui. *(Ce "oui" n'est pas une autorisation mais un encouragement)***.**

Il calcule, quand il arrive à 11! = 11 x 10 x 9 x 8 x... il dit que c'est trop long, il prend d'autres nombres et écrit :

2! + 3! = (2 + 3)!

2 x 1 + 3 x 2 x 1 = 5!

2 x 1 + 3 x 2 x 1 = 5 x 4 x 3 x 2 x 1

2 + 6 = 120

8 _ 120

13 S. : C'est pas vrai.

Il a calculé et a trouvé que ce n'est pas vrai pour 2 et 3. Il dispose donc d'un contre-exemple pour dire que l'égalité n! + p! = (n + p)! est fausse.

Renforcement positif :

14 M. : C'est vous qui avez répondu à votre question.

15 S. : Oui *(sourire et détente du visage).*

Ouverture :

16 M Quand vous dites je ne sais pas, peut-être qu'en prenant le temps vous allez découvrir que vous savez trouver la réponse par vous-même.

17 S. : Oui mais si je peux pas faire comme ça, je ne sais pas faire l'exercice.

Mise en situation d'utiliser ce qui vient d'être découvert : je ne sais pas que je sais faire.

18 M. : Prenez le temps de chercher et peut-être que vous trouverez là-aussi comment y arriver.

<u>Commentaire</u>

Je mets en évidence en 14 qu'il n'a pas eu besoin de moi, et je lui présente en 16 la possibilité de répondre seul plus tard à d'autres questions qu'il se posera, d'utiliser ce qui vient d'être découvert : je ne sais pas que je sais faire.

Je devrai me rappeler de cet épisode pour l'utiliser ultérieurement avec S. et renforcer à nouveau. Notons l'importance de la mémoire de la classe qui est ici à la charge du professeur.

2.4. L'aide au changement, ou le cahier de Magali

Avril 1993.

L'échange retranscrit ci-dessous a lieu entre une étudiante (Ma.) et le professeur (M.).

Pendant un TD Magali a besoin des identités remarquables sur les cubes, elle fait appel à moi, je lui demande si elle les sait pour les carrés et comment elle les sait ; elle lève les yeux et je lui demande :

M. : Vous les voyez où ?

Ma. : Sur mon cahier de troisième, *(je fais décrire la page du cahier)*, grand format, page de couleur blanche, écrites de ma main en bleu, encadrées de rouge, en bas à droite.

Et elle lit ses identités en refaisant des accès visuels chaque fois que nécessaire.

Ma. : Mais je ne sais pas les formules avec les cubes.

M. : Prenez le temps de les retrouver en refaisant les calculs sur votre brouillon.

Quelque temps après elle a établi, avec mon aide, les identités remarquables relatives aux cubes, soit $(a + b)^3$, $(a - b)^3$, $a^3 + b^3$ et $a^3 - b^3$.

Je la remets en évocation de son cahier de Troisième

M. : Et maintenant peut-être pouvez-vous agrandir le cadre rouge qui est à droite en bas de la page

Ma. : Oui je peux *(sourire d'approbation)* et même ça peut déborder du cahier.

M. : Prenez le temps d'y écrire ces formules que vous venez d'établir, de votre écriture, en bleu, etc... Et maintenant vous pouvez parfaitement les relire

Ce qui fut fait.

M. : Et vous pouvez aussi les lire à l'envers. *(mon geste de la main indique que je veux dire de bas en haut).*

Ce qui fut fait aussi et refait trois jours après avec succès et qui déclencha chez Magali un grand rire de satisfaction.

Et j'ai conclu :

M. : Maintenant vous pourrez parfaitement écrire dans ce cadre rouge ou dans un autre, sur ce cahier ou sur un autre, les choses que vous voudrez retenir et les retrouver chaque fois que vous en aurez besoin aussi facilement que vous venez de retrouver aujourd'hui la formule de $(a + b)^3$ et les autres.

Et dans la petite discussion qui a suivi où j'ai expliqué cette technique d'accès au mental par la sensorialité, Magali m'a dit qu'elle comprenait très bien puisqu'au yoga elle faisait la même chose. Fin de la discussion, rien à ajouter.

2.5. L'entretien d'explicitation au service d'une intention didactique

Octobre 1996.

C'est la première séance de l'année avec un groupe de TD d'algèbre de DEUG MASS première année, environ trente étudiants. Je propose aux étudiants de prendre les connaissances du lycée comme une base de données où nous allons puiser souvent cette année (méthodes connues ou outils pour de nouvelles méthodes). Mon but est d'utiliser les connaissances de Première et de Terminale, tout en proposant aux étudiants un changement de regard sur leur activité mathématique. Nous commençons ce travail sur les équations et les inéquations. D'abord, il ne suffira plus maintenant de connaître un résultat, il faudra aussi connaître le pourquoi du résultat. Ensuite, il va falloir apprendre à reconnaître les problèmes pour lesquels nous disposons déjà d'une procédure de résolution, comme la résolution des équations du second degré, pour les distinguer de ceux qu'il faudra d'abord transformer (soit pour les ramener à un problème connu, soit pour imaginer de nouvelles solutions).

Je donne à la fin de la séance deux systèmes "à problématiser" :

en répondant seul, ou en discutant avec d'autres étudiants, à deux questions :

1) Le système a-t-il des solutions ? Comment savoir ?

2) Qu'est-ce que je peux faire avec ce système ? Est-ce que je peux le transformer pour le ramener à une forme que je saurai traiter ?

Avec une question subsidiaire : Pensez-vous que tout problème de mathématiques a une solution ?

Mais mon but est ici de casser les automatismes (au moins provisoirement, nous remettrons tout bien en place après) pour donner du sens aux activités des étudiants, pour commencer à leur apprendre à contrôler leurs productions. Je veux leur montrer que la résolution du premier système n'a rien d'évident. Pour ce système, je veux tester le passage au cadre géométrique (maîtrise des équations de plan, régionnement, représentation dans l'espace). Pour le second système, je veux savoir s'ils choisissent une résolution algébrique ou une résolution graphique. Je veux créer une première situation où les étudiants peuvent donner des idées de résolution, achevées ou pas. Je préviens les étudiants qu'ils ne sont pas obligés d'arriver avec des résultats à la prochaine séance et que nous travaillerons sur la comparaison des différentes pistes ou méthodes proposées. Je veux aussi utiliser ces exercices pour commencer à travailler les problèmes d'élimination de certaines variables.

J'ai pris le temps, pendant cette première séance, d'expliquer qu'il y aurait souvent deux étapes : faire et regarder comment on a fait, et qu'alors nous pourrions regarder ensemble comment on fait quand on fait ce qu'on fait comme on le fait pour comparer les méthodes de résolution (attitude réflexive).

Les circonstances

A la séance suivante, je demande aux étudiants ce qu'ils ont à dire à propos de ces deux systèmes en rappelant brièvement les questions.

Le problème

J'avais prévu de mener en classe quelques mini-entretiens d'explicitation pour faire décrire les propositions de solution et pour installer le contrat de travail (comme dans la situation décrite au § 1.4.). Mais je rencontre dans ce groupe des visages fermés, des yeux baissés et un silence embarrassé et je n'arrive pas à accrocher un seul regard. Ce silence et cette attitude sont assez fréquents en début d'année, la première fois que je donne la parole à un groupe. Pourquoi ? Manque de travail, timidité, méconnaissance de mes réactions ? Je ne sais pas décoder et je le leur dis.

Mon intervention

M. : J'ouvre une parenthèse : qu'est-ce qui se passe ?

Après un assez long silence (les silences sont toujours très longs pour un enseignant !), un étudiant (E) prend la parole.

E. : Je n'ai rien trouvé.

M. : Mm et quand vous n'avez rien trouvé, vous avez trouvé quoi ?

Je signifie que j'ai entendu ce qu'il vient de me dire et je lui demande de préciser sa réponse. Il est possible que "je n'ai rien trouvé" signifie "je n'ai pas travaillé". Mais peut-être que"je n'ai rien trouvé" signifie "je n'ai pas de résultats achevés". La deuxième partie de la phrase "vous avez trouvé quoi ?" laisse la place pour la deuxième hypothèse. En disant cela, je fais le pari que les étudiants ont travaillé. Pari gagnant !

Je note pour moi les petites lueurs dans les yeux, le redressement des bustes, plusieurs étudiants manifestent gestuellement qu'ils veulent parler. Je leur propose d'écouter d'abord la réponse de E. et de noter au tableau ensuite les autres suggestions. Avec mon aide, le premier étudiant décrit ce qu'il a fait quand il a travaillé sur le premier système et le TD est lancé ainsi que le mode de travail de l'année.

On écoute, on s'écoute et je note au tableau les propositions, on critiquera ensuite parce que le travail mathématique, c'est ça aussi. Le plus intéressant n'est pas de donner le résultat mais de dire pourquoi c'est le résultat et pourquoi ce n'est pas autre chose (nécessité des énoncés mathématiques).

E. : J'ai ajouté les deux inéquations pour isoler x, et je voudrais faire la même chose pour y et z mais je n'y suis pas arrivé.

Commentaire

Cette idée est un réflexe normal et naturel quand on veut traiter une inéquation à plusieurs variables comme une inéquation linéaire à une seule variable ou comme un système linéaire qui a une solution unique ; et c'est ce qu'a confirmé E. dans la suite du dialogue quand je lui ai demandé comment il saurait qu'il avait trouvé le résultat. Il me faudra leur montrer que le travail mathématique c'est, comme le dit Marc Legrand, de "tordre la nature tout en la respectant" et de faire un travail préalable qui permette d'utiliser les outils disponibles.

Cet étudiant dit ce qu'il a fait quand il n'a rien trouvé et j'écris au tableau ce qu'il dit et il découvre tout seul l'erreur qui l'a arrêté (il a soustrait deux inéquations). Puis les autres étudiants font des propositions d'où sortira, avec encore beaucoup de travail de leur part, l'idée d'élimination d'une ou plusieurs variables.

L'exercice étant problématisé par les apports du groupe, est-ce qu'on peut le traiter ainsi ? Et chacun repartira avec des pistes à explorer pour la prochaine fois et à comparer entre elles. Peut-être certains préféreront-ils la piste algébrique, d'autres la piste géométrique.

De plus, il y a dans ce groupe des bacheliers ES qui n'ont pas fait de géométrie : ils vont ainsi apprendre quelque chose des autres avec mes compléments et de nouvelles questions. A la fin de cette séance, tous les étudiants auront (re)vu l'équation d'un plan, ce que représente l'inéquation associée, et le régionnement de l'espace. Nous aurons revu aussi l'équation d'une droite et le régionnement du plan. J'apporte les démonstrations et je dis ce qu'il faut savoir. Ils auront (re)découvert que les inégalités et les égalités ne se manipulent pas de la même façon, ils auront rencontré une différence entre le linéaire et le non-linéaire. Ils auront vu aussi qu'ils ne font pas tous pareil, ils se seront écoutés, critiqués, et il sortira de cet échange plusieurs méthodes de résolution.

Nous n'avons utilisé que des résultats de Terminale S, cependant nous avons modifié notre point de vue et nous avons ouvert des questions sur le programme de l'année : droites, plans, algèbre linéaire, fonctions à plusieurs variables, lignes de niveau.

3. Les effets de cet enseignement

Dans les circonstances où je me suis trouvée de 1990 à 1994, à la faculté des sciences de Nice, avec un groupe hétérogène d'étudiants, je me suis appropriée l'entretien d'explicitation en l'adaptant à mes buts et j'ai pu ainsi faire ce que je cherchais à faire avec les étudiants : les faire réfléchir, au sens de réfléchissement d'un vécu singulier qui devient alors pour eux un objet de pensée.

Mais je ne m'en suis pas aperçue tout de suite.

J'ai d'abord ajouté l'entretien d'explicitation à des techniques empiriques, c'est-à-dire ce que je refais parce que, lorsque je l'ai fait une fois, j'ai obtenu ce que je voulais : celles de la chaise, du retournement de question et du refus de l'argument d'autorité (ce n'est pas moi qui donne le droit, on a le droit de faire tout ce qu'on veut et de le justifier par des arguments raisonnables et communicables aux autres ; certains élèves jouent le jeu, d'autres pas, ce n'est pas nouveau : mon but a toujours été de convaincre une partie non négligeable du groupe, en comptant sur l'effet boule de neige pour la suite).

J'ai découvert ensuite, en travaillant sur les effets de l'introduction de l'entretien d'explicitation en classe, que cette pratique met à jour des points fondamentaux pour l'enseignement des mathématiques. Elle crée chez l'étudiant une aptitude à la réflexivité et elle change la nature de ce qui se passe en classe. Il n'y a plus seulement le maître, détenteur officiel du savoir, et les élèves, réceptacles quasi-vides et dociles. Il y a un groupe social, où les rôles ne sont pas figés, réuni là pour "faire des mathématiques". Et faire des mathématiques, c'est quoi ? Rien de défini a priori, à part le contrat général de début d'année, initialisé et renouvelé de fait par la pratique sociale du groupe. Ne pas dire ou montrer les mathématiques, les faire faire, et installer à partir de ce faire, mis en mots, des règles de fonctionnement. Dire "faire des mathématiques, c'est se poser des questions" nous renvoie à la question : qui est "se" ? Au début c'est le professeur "ne jouant pas son rôle de maître" qui pose des questions, soit en situation d'entretien duel, soit en séance de travail collectif dans le groupe, soit encore en situation de débat scientifique. Puis, par imitation, les étudiants le font à deux, d'abord avec le voisin, puis avec le meilleur interlocuteur possible, celui qui travaille sur le même sujet qu'eux et qui est voisin de pensée plutôt que voisin de table. Puis se construit sans doute un autrui intériorisé avec qui l'étudiant va pouvoir engager un dialogue interne et qui va remplacer l'interlocuteur physiquement présent et jouer le même rôle que lui. Une étudiante à qui j'ai demandé "Qu'est-ce qui se passe entre vous et les maths quand vous faites des maths ?" m'a répondu "En fait c'est surtout qu'est-ce qui se passe quand je fais des maths avec des gens en face de moi surtout en cours. Oui parce que quand je suis seule, j'essaie de me poser des questions, justement des questions que quelqu'un d'autre pourrait me poser, par exemple vous des fois, et j'essaye d'y répondre mais c'est moins intéressant". Cette étudiante commence à pouvoir imaginer un interlocuteur jouant le rôle du professeur, même si cet interlocuteur est moins efficace pour elle que le vrai professeur en chair et en os !

Quand j'ai le projet de mener quelques entretiens d'explicitation en classe, en situation duelle, j'organise une séance où chacun peut travailler à son rythme et je circule de l'un à l'autre. Les étudiants apprennent ainsi à s'informer sur eux-mêmes et à prendre le temps de le faire. Mais il m'arrive aussi de déclencher des mini-entretiens en classe, pendant des séances de travail collectif, et chaque fois la qualité de silence et d'écoute est remarquable. De plus, les explicitations ralentissent le rythme de la classe et autorisent les étudiants à faire comme moi, à questionner et à se questionner entre eux. Les étudiants se sentent respectés, ils apprennent à s'écouter et découvrent beaucoup de choses :

Ils découvrent que les autres ne fonctionnent pas forcément comme eux.

Ils découvrent aussi qu'ils peuvent penser par eux-mêmes et que ce qu'ils disent est écouté, entendu par les autres étudiants et par le professeur.

Ils découvrent alors leur autonomie par rapport au professeur dans les débats, mais ils découvrent aussi que la majorité n'a pas toujours raison (en mathématiques !). Lorsque dans un débat scientifique un étudiant déclare calmement : "Donc là je révise mon jugement, je suis d'accord avec elle", il nous prouve sa capacité à changer de point de vue et à le dire publiquement.

Ils découvrent aussi que, en mathématiques, on peut chercher sans trouver tout de suite, qu'on peut chercher sans trouver et sans perdre son temps. C'est l'effet du "Je vous propose de prendre le temps de...".

Ils découvrent l'aspect social des mathématiques et l'importance de l'interaction avec les autres (conventions, langage commun, définitions communes, notations symboliques communes, se faire comprendre des autres et comprendre ce qu'ils disent).

Quand une croyance, qu'ils ne partagent pas, est exprimée par l'un d'eux, ils la démolissent. Je dirais que leurs croyances non partagées s'auto-détruisent. Pour prendre un exemple simple, si quelqu'un dit : "Au lycée, on n'apprend pas de théorème", il y aura toujours un autre étudiant pour apporter la preuve du contraire en citant un théorème appris au lycée. Mais il faut, pour que ce type de paroles soient entendues, que l'étudiant s'adresse au groupe, et non au professeur, il faut qu'il pense que ce qu'il a à dire est important pour le groupe, et qu'il abandonne l'idée que ses interventions en classe ont pour unique but de convaincre le professeur qu'il sait beaucoup de choses en mathématiques. Et l'usage de l'entretien d'explicitation les a convaincus que ce qui est le plus important, c'est de découvrir ce qu'on a fait, comment on l'a fait, dans quel but on l'a fait, et non de deviner ce qu'il faudrait répondre pour faire plaisir au professeur !

Certains étudiants de FSB sont revenus, en insistant sur leur statut "d'anciens" et sur leur cursus "de réussite", pour convaincre les "jeunes" qui arrivaient à la faculté, de l'intérêt de se poser des questions pour soi-même, de se "laisser travailler par un cours, sans être forcément assis à mon bureau, en y pensant tout simplement sur le trajet de la fac à la maison". Ces "anciens" ont tenu à expliquer que le vrai en mathématiques (le "nécessairement vrai"), "je peux le décider moi-même à partir de ce que je sais et de ce qui a été convenu en classe".

Chaque fois que les conditions de l'enseignement le permettent, je procède en deux temps. Dans un premier temps, les étudiants agissent eux-mêmes, au lieu de me regarder faire au tableau. Dans un deuxième temps, je sollicite ceux qui sont d'accord pour qu'ils décrivent leur faire. Le troisième temps, celui du passage au métacognitif est réservé à des moments particuliers et importants pour les étudiants : les séances de remise des copies de partiels ou d'examens qui sont des phases de bilan. Et le plus souvent, le dialogue s'installe sans que j'aie besoin d'intervenir autrement que pour le réguler. Je prends soin toutefois de bien préciser, quand ce dialogue s'installe, que ce débat est de nature différente de ceux que nous avons habituellement, que ce n'est pas un débat scientifique sur les mathématiques, mais un débat sur la façon dont on apprend les mathématiques. En voici un exemple :

TD MASS, février 1995, jour de remise des copies de l'examen partiel de février.

Un étudiant exprime une demande par rapport au travail de TD

K. : Moi, comme je vous l'ai déjà dit, je voudrais des feuilles de TD et plus d'applications du cours.

Et pendant que je cherche comment lui répondre, une étudiante se tourne vers lui en disant

C. : Ca, ce que tu demandes, c'est de l'entraînement, à toi de le faire chez toi, ici on n'est pas là pour ça, on est là pour voir comment ça marche, pour comprendre.

Et un peu plus tard dans l'échange, un étudiant se lève et dit

P. : Tout ce que j'ai fait en maths jusqu'à présent, c'est des applications d'un cours que je ne comprenais pas. Ici, on apprend plus à réfléchir pour soi-même, plutôt que dans un but scolaire, à réfléchir pour réfléchir, à raisonner, à voir de plus loin, à prendre du recul. Et ça me donne aussi un regard différent sur les autres disciplines. Par exemple, en éco on fait l'histoire de la pensée en économie. Avant je bossais le truc par petits bouts, maintenant je regarde avec plus de recul pour comparer *(Et cet étudiant sait de quoi il parle, il a fait deux terminales C et quatre années de DEUG de Sciences Economiques avant de commencer son DEUG MASS).*

Dans les réponses à un questionnaire anonyme que j'ai proposé en juin 95 à des étudiants de DEUG MASS, j'ai relevé des indices de l'évolution des étudiants pour les confronter à mon projet d'enseignante.

Je note ainsi que la mise en situation de débat leur permet de dire à la fin de l'année "on n'a pas toujours raison", "(cela m'a apporté) une autre façon d'observer les choses" et de "comprendre comment voient les autres".

Je relève aussi des réponses qui montrent que l'entraînement à l'écoute réciproque favorise l'ouverture aux autres et au monde. Elle "aide à comprendre, à avoir un point de vue différent, à s'enrichir des connaissances des autres". "Contrairement à ce que je pensais auparavant, les mathématiques désormais nécessitent (autant que la philosophie) une large ouverture d'esprit". Il est important "d'écouter les autres (c'est-à-dire leurs arguments) pour mieux comprendre", "si on est indécis sur une question, les arguments des autres peuvent nous éclairer" et aussi "les mathématiques sont pour moi un moyen de voir les choses différemment, un moyen d'élargir son point de vue".

Certaines réponses montrent l'évolution du rapport des étudiants aux mathématiques et au savoir : "cette année le travail personnel me sert à comprendre, et non plus à avoir de bonnes notes". L'un d'eux retient de son année de "ne plus se laisser guider où il faut aller, (d')y aller soi-même" et un autre a apprécié "que ce soient les élèves qui se posent des questions et non les professeurs qui se les posent à leur place".

D'autres retiennent de leur année "en fait, j'ai appris à réfléchir", "parfois à ôter les œillères que l'on a sur certains sujets" et "que cela n'est pas si facile que ça. Qu'apprendre des méthodes par cœur est à la portée de tout le monde, par contre réfléchir est une autre histoire".

Je trouve aussi dans les réponses à ce questionnaire des indices de la naissance d'un esprit critique et d'une autonomie de pensée. Un étudiant dit "avoir un regard plus critique et donc plus attentif. En effet, quand cela vient du professeur on a tendance à l'accepter sans essayer de le remettre en doute et donc (l'écoute des autres permet) de se demander pourquoi est-ce comme cela et pas autrement". Cela oblige aussi à "essayer de comprendre son raisonnement, ses erreurs en se servant de mes connaissances", à "porter un jugement sur ce que moi je pense".

L'un d'eux enfin souligne "Le "plaisir" de réfléchir à plusieurs sur un problème".

4. Cadres théoriques et cadres pour enseigner

4.1. La didactique des mathématiques et l'entretien d'explicitation

Les études faites depuis une vingtaine d'année en didactique des mathématiques reposent sur une hypothèse constructiviste, c'est-à-dire sur l'hypothèse que l'organisation de la pensée et l'acquisition des savoirs mathématiques procèdent de l'activité de l'apprenant. En accord avec Jean Piaget, les didacticiens pensent que l'élève ne reçoit pas les connaissances, qu'il les construit, qu'il doit les construire, que l'action est source de la connaissance. En 1993, Guy Brousseau définit la didactique des mathématiques "comme la science des conditions spécifiques de l'acquisition provoquée des connaissances mathématiques." . Et Marc Legrand précise :"Dans la modélisation de la théorie des situations, on regarde le savoir scientifique essentiellement comme le fruit de l'adaptation de l'homme aux problèmes : pour résoudre des problèmes, il crée de la connaissance, il théorise ses pratiques".

D’où l’importance d’un outil comme l'entretien d'explicitation qui vise, de façon spécifique, la verbalisation de l'action et qui amène les élèves à prendre "conscience subjectivement que, pendant que j’agissais, j’étais présent à ce que je faisais mais absent en tant que personne". Les élèves pourront ainsi thématiser leur pratique avant de la théoriser. Et pour tous les élèves qui ne le font pas spontanément, cette étape prend alors toute son importance dans une séquence d’enseignement.

Les enseignants de mathématiques savent qu’il existe des connaissances-obstacles (ou préconceptions). Le meilleur moyen de s’y attaquer n’est-il pas de les rendre perceptibles en les faisant émerger et en les identifiant ? Dans mon groupe de recherche, le GECO, nous affirmons que "les élèves ne font jamais n'importe quoi". Nous utilisons le concept de connaissance locale, outil de description de l'état cognitif de l'élève et du résultat de son activité, et le concept d'orientation pour rendre compte de l'activité elle-même, de la dynamique d'utilisation et de production des connaissances locales. Pour bouger sur l'axe de la compréhension, le sujet doit atteindre une cohérence interne, et pour bouger sur l’axe de la performance, il doit identifier son but. Il est donc important de partir des connaissances de l’élève et de les faire évoluer, et pour cela de l'aider à réfléchir ses propres pensées et actions. Ici le savoir est le résultat d'une activité réflexive : "Apprendre, cela sert à savoir et savoir, c'est réfléchir, c'est se mettre d'accord avec soi-même, c'est pouvoir se faire son opinion" .

Il est possible de conduire de courts entretiens d’explicitation en classe. Ces entretiens permettent d’accueillir, sans la juger, la pensée d’un élève. Je suis convaincue qu’un élève ne dit jamais n’importe quoi, et quand je demande à un élève ce qu’il a fait quand il a fait ce qu’il a fait comme il l’a fait, je peux utiliser les erreurs produites pour lui renvoyer ses contradictions, je peux utiliser les conflits internes des élèves et les conflits socio-cognitifs, à condition bien sûr, de les laisser s’exprimer en classe. Et l’entretien d’explicitation est un bon outil pour provoquer et permettre cette expression. Et c’est aussi un bon moyen pour bloquer les connaissances conformes précédées de "on n’a pas le droit de ..." ou "j’ai appris que ..." en demandant "et quand vous n’avez pas le droit de ..., vous n’avez pas le droit de faire quoi ?" ou "et quand vous avez appris que ..., vous avez appris quoi ?".

Tout enseignant sait reconnaître la non-congruence entre la réponse d’un élève et sa mimique. Nous avons tous rencontré des élèves qui gardent un visage complètement fermé et résigné pour nous dire qu’ils ont compris ! Mais la formation à l’entretien d’explicitation et son utilisation rendent le professeur particulièrement attentif aux réponses de type posture, mimique et gestes, et il permet de faire des relances non verbales en reprenant une mimique ou un geste.

4.2. Les conditions préalables à l’acte didactique, ou comment se repérer dans l’ensemble des contrats emboîtés liant l’enseignant et l’élève

essentiel est d'être un peu intéressé par ce qu'on *fait, ensuite tout est plus facile" (Propos entend* *u sur France Inter, journal de 9h, le 13 juillet 199*

4, interview d'un bachelier C brillamment reçu)

Dans les débats entre enseignants, il est facile et fréquent de parler de motivation, d'intérêt, de désir pour apprendre. Mais que faire de ces vœux pieux, comment déclencher ces attitudes qu'il est bien difficile de décrire en termes de comportements, et même quand nous pouvons le faire, comment installer ces comportements chez les élèves ou les étudiants ?

Nous parlons aussi de rapport au savoir, à l'école, à la connaissance et nous pouvons même en donner de bonnes définitions. Je retiens celle de Bernard Charlot : "Nous dirons donc aujourd'hui que le rapport au savoir est une relation de sens, et donc de valeur, entre un individu (ou un groupe) et les processus ou produits du savoir. Parallèlement, nous définirons le rapport à l'école comme une relation de sens, et donc de valeur, entre un individu (ou un groupe) et l'école comme lieu, ensemble de situations et de personnes". Mais comment faire évoluer ces différents rapports ?

Quand je ne sais comment mettre en œuvre mes intentions d'enseignante, je propose un travail aux étudiants, et je les accompagne pour passer du faire au dire. Alors, les phénomènes produits montrent que la situation porte en elle-même sa signification, par le seul fait d'avoir existé et d'avoir été partagée au sein du groupe. Ce groupe construit ainsi une expérience commune qui fait partie de son histoire et à laquelle il pourra se référer. Il reste encore à travailler comment institutionnaliser le partage et l'histoire de cette expérience commune. Le professeur est ainsi un médiateur entre l'élève et le savoir, mais d'abord entre l'élève et lui-même pour que cet acte d'enseignement, cette interaction avec le milieu producteur de savoir, soit possible.

Mais avant de pouvoir utiliser mes savoirs didactiques et mes savoirs mathématiques, je dois d'abord gérer l'ante-début de l'acte didactique et me repérer dans les différentes contraintes des cadres emboîtés qui vont servir de contrats au travail commun du professeur et des élèves et à la communication dans la classe. Il y a un premier cadre donné par l'Education Nationale, c'est le contrat implicite, lié au cadre législatif, avec des maîtres qui enseignent, des élèves qui apprennent, des savoirs à transmettre et à acquérir. Il y a le contrat de l'Université et celui de l'UFR dans laquelle je travaille, contrat quadriennal signé entre l'Université et l'Etat, qui va nous donner le cadre institutionnel. Il y a ensuite le cadre de l'unité d'enseignement, par exemple la première année du DEUG MASS, ou la licence de mathématiques. Je pense que l'enseignant et les étudiants doivent avoir conscience des contraintes imposées par tous ces contrats implicites ou explicites, pouvant, peut-être, bouger sous la pression d'une coordination étudiante particulièrement féroce ou d'une action syndicale savamment dosée, mais non négociables de l'intérieur de l'enseignement. Et il y a enfin le cadre de l'enseignement proprement dit : un groupe d'étudiants, un enseignant, un programme, un type d'activités, cours, TD ou TP. Et c'est dans ce cadre-là, dont je suis responsable, que je suis chargée d'enseigner une matière que j'ai choisie, à un groupe d'étudiants que j'ai parfois choisis, selon un programme convenu, dans une durée limitée, selon un emploi du temps imposé. Je peux choisir ma méthode de travail, méthode qui respecte ma cohérence interne et mes valeurs. Mais l'élève ou l'étudiant, sous cet échafaudage de contraintes, comment survit-il ? Comment créer, pour lui, là-dessous, un espace de liberté - aussi minuscule soit-il - où l'enseignante que je suis, pourra placer des leviers pour faire à l'élève la dévolution d'être acteur de sa propre formation ? C'est seulement dans cet espace-là, si j'arrive à le faire exister, que pourra s'installer le seul vrai contrat, celui qui sera réellement négociable, hic et nunc, entre le professeur et ses élèves. Il est intéressant d'expliciter alors en début d'année ce qui ne dépend pas de nous, ce qui dépend du professeur et ce qui va être négociable entre le groupe et le professeur.

Ce contrat sera réactualisé par des contrats de communication, au début de chaque nouveau chapitre, à chaque séance, au début de chaque séquence et, le cas échéant, au début de chaque mini-entretien.

Il me semble important, en début de séance, de remettre les étudiants en contact avec leur vécu et leurs actions mentales mathématiques. Je commence la séance en disant le plus doucement possible : "Et maintenant je vous propose de prendre un moment chacun pour vous, pour penser à ce que nous avons fait à la dernière séance (ou au polycopié que vous aviez à lire attentivement, ou aux exercices que vous aviez à préparer) et aux questions que vous avez peut-être envie de poser et nous prendrons un moment pour en parler ensemble quand vous serez prêts, quand vous le souhaiterez, etc. (à adapter selon le contexte) et je mets au tableau le programme de la séance, avec les références de cours et d'exercices. Ces paroles, toujours à peu près les mêmes, ne les étonnent pas ! Elles ont un effet apaisant, renvoient chacun à ses pensées et installent le silence de façon très efficace. Si ce discours préalable ne suffit pas - dans mon enseignement actuel, les étudiants sont parfois plus de quarante et arrivent excités comme des puces - je m'approche des noyaux résistants pour signifier par la seule présence de mon corps muet que la séance de travail est commencée.

Conclusion

L'entretien d'explicitation, un outil sur mon chemin, pour enseigner et poser de nouvelles questions

Dès que j'ai commencé à utiliser l'entretien d'explicitation en classe, en janvier 1992, les étudiants m'ont appris et renvoyé beaucoup de choses. Il me paraît aujourd'hui intéressant de proposer ce mode de travail aux élèves qui ne font pas tout seuls et spontanément ce que nous, professeurs de mathématiques, demandons si souvent à nos élèves "Mais prenez donc un peu le temps de réfléchir à ce que vous faites !". Il est toujours possible de déclencher une explicitation, en séances de TD, dans le cadre d'un dialogue avec un seul étudiant qui accepte le contrat de communication. Par contre, cela devient difficile, voire impossible au sein du groupe quand l'effectif dépasse quarante ou quand la disposition de la salle ne me convient pas. Il m'est quand même arrivé d'oser mettre un petit amphi de soixante personnes en évocation en proposant à des étudiants qui avaient tous passé le même examen partiel, le même jour, au même endroit, de retrouver la première chose qu'il avait vue sur la feuille quand il l'avait regardée. Mais il y a des conditions absolument nécessaires pour que je puisse "faire de l'explicitation", c'est que je ne sois pas fatiguée, que je sois convaincue d'avoir à faire à des personnes capables de faire des mathématiques et que je sois prête à modifier le scénario prévue pour la séance pour y intégrer la récolte d'une explicitation réussie.

Au début de cette aventure, je cherchais une technique d'entretien pour recueillir des données sur le fonctionnement d'un sujet faisant des mathématiques, et la formation à l'entretien d'explicitation m'a apporté des outils pour penser et pour agir dans mon rôle de professeur, pour observer la pensée des autres, tout en les respectant et en les aidant à découvrir leur propre fonctionnement, en les guidant vers une pratique réflexive. Ce que j'ai eu en plus, c'est une meilleure attitude d'écoute, perçue comme respectueuse par les étudiants, une meilleure acuité d'observation et donc de prise d'information pour prendre des décisions en classe, et une pratique pour augmenter ma cohérence interne et le plaisir que je trouve dans l'acte d'enseignement.

J'ai pu vérifier que j'avais adhéré à tout cela comme à quelque chose qui m'apportait des réponses pratiques à ce que je cherchais, non seulement comme professeur de mathématiques mais aussi comme personne, et qui était en cohérence complète avec les comportements de la vie qui me paraissaient importants : respecter les autres et laisser à distance les jugements de valeur, les présupposés et les a priori, en les connaissant et en les prenant en compte, avec la possibilité de créer ce contenant vide que l'autre remplit de sa propre expérience et que je me donne le plus possible les moyens d'accueillir telle quelle. L'utilisation de l'entretien d'explicitation installe des comportements qui me permettent d'intérioriser les valeurs et les objectifs à atteindre dans un mode relationnel serein. Et dans cette démarche, il y a des aspects que je me suis tellement appropriés et qui sont tellement intériorisés dans ma pratique et dans mes attitudes qu'ils me paraissent venir de moi.

Sur ce chemin d'expérience, je peux affirmer que l'entretien d'explicitation m'a aidé à mettre en place une pratique en cohérence avec mes intentions professionnelles, mais il permet aussi l'émergence de nouveaux phénomènes qui restent à étudier dans le champ de nouvelles recherches. Quelle est cette qualité de silence qui s'installe en début d'entretien d'explicitation en classe ? Que se passe-t-il quand l'étudiant découvre sa pensée privée devant un groupe ? Ou, comment fonctionne la médiation du professeur questionneur ? Ou encore, quel est le statut de ces micro-opérations sensorielles que l'on découvre en fragmentant l'activité mathématique ? Et enfin, quel rôle joue l'intersubjectivité dans la construction des savoirs mathématiques ?