



Haute école pédagogique

Avenue de Cour 33 — CH 1014 Lausanne
www.hepl.ch

« Master of advanced Studies et Diplôme d'enseignement pour le secondaire II »

La pédagogie explicite

Mémoire professionnel

Travail de **Fatima Zenzemi**

Sous la direction de Lydie Ramasco-Paslier

Membre du jury Danièle Marmillon

Lausanne, juin 2010

Table des matières

1.	Introduction	3
2.	Naissance et caractéristiques de la pédagogie explicite	4
2.1.	Les recherches sur les pratiques d'enseignement efficace.....	4
2.2.	Le déroulement de l'enseignement explicite	5
2.3.1	Première étape : la mise en situation	5
2.3.2	Deuxième étape : l'expérience d'apprentissage	6
2.3.3	Troisième étape : L'objectivation	6
2.3.	Les résultats principaux des recherches	7
3.	La pédagogie explicite : une troisième voie ?	8
3.1.	"La 3^e voie".....	8
3.2.	Les reproches des détracteurs : un retour à l'enseignement traditionnel	8
3.3.	Apports et limites de l'enseignement explicite.....	9
3.3.1	Les justifications d'un tel enseignement.....	9
3.3.2	Les limites de cette pédagogie.....	11
4.	A propos de l'enseignement des mathématiques au gymnase.....	13
4.1.	A la recherche d'un compromis pour les mathématiques.....	13
4.2.	L'objet d'apprentissage : les équations logarithmiques	14
4.3.	Enseignement explicite des équations logarithmiques.....	15
4.4.	Un autre type d'enseignement.....	16
4.4.1	La leçon	16
4.4.2	Les différences avec la leçon explicite.....	17
4.4.3	Conclusions à tirer de la leçon sur le terrain	18
5.	Conclusion	19
Annexes :		
	Bibliographie	20
	Remerciements	21

Introduction

Pendant longtemps l'enseignement est resté un métier sans savoirs propres. En effet, des croyances telles que celle qui consiste à penser que l'expertise dans une discipline suffit à la transmettre ont contribué à la non professionnalisation du métier. Par ailleurs, la mise en relation, par de nombreux sociologues, de l'appartenance à un milieu socio-économique et des performances scolaires n'a pas permis la remise en question des pratiques d'enseignement. En ce sens, elle a appuyé l'idée que le milieu familial était celui qui influait le plus sur la réussite des élèves, minimisant en conséquence le rôle du professeur.

Cependant, peu à peu, des recherches ont souligné l'importance du rôle de l'enseignant et son influence majeure sur les performances des élèves et plus particulièrement sur ceux qui sont issus de milieux défavorisés. Les recherches ont abouti à la proposition de nombreuses méthodes pédagogiques et ont souligné l'importance, pour les enseignants, de disposer de savoirs tant disciplinaires que pédagogiques et didactiques. Au-delà de la maîtrise des contenus à enseigner, il faut, ainsi, partie du devoir de chaque enseignant de se questionner sur ses pratiques pédagogiques et sur ses méthodes didactiques.

Les recherches sur les pratiques pédagogiques efficaces ont mis en lumière l'efficacité d'une méthode pédagogique : la pédagogie explicite. C'est d'elle qu'il va s'agir dans ce travail. Les justifications théoriques d'une telle démarche d'enseignement seront apportées, notamment celles qui sont issues de la psychologie cognitive. Par ailleurs, il sera également question des limites d'un tel enseignement et de son adéquation à l'enseignement des mathématiques au niveau gymnasial.

Ainsi, dans un premier temps, c'est à la naissance de cette pédagogie et aux recherches dont elle a été le fruit que notre intérêt se portera. Cette méthode d'enseignement sera ensuite décrite tant du point de vue de ses principes que de son déroulement. Dans un deuxième temps, les apports et les limites de cette pédagogie seront déterminés, en la comparant notamment aux approches traditionnelles et constructivistes. Enfin, il s'agira de discuter son adéquation à l'enseignement des mathématiques au gymnase. Une séance d'enseignement sera notamment préparée sous la forme d'un enseignement explicite. Le choix du thème de la leçon est les équations logarithmiques et figure au programme de mathématiques des deuxièmes années voie maturité. Une alternative à l'enseignement explicite de cette leçon sera également proposée. Toutes ces étapes du travail permettront de mettre en lien les constatations théoriques avec la pratique professionnelle sur le terrain, et ainsi un questionnement sur la pertinence de cette méthode pédagogique dans ce contexte particulier.

1. Naissance et caractéristiques de la pédagogie explicite

1.1. Les recherches sur les pratiques d'enseignement efficace

C'est au XX^{ème} siècle que sont apparues les premières recherches sur l'enseignement. En Amérique du Nord, elles ont débuté sous la forme de questionnaires soumis aux élèves puis à des experts. Leur résultat a été l'établissement de listes d'attributs caractérisant ce que les individus questionnés estimaient être un bon enseignant. Ainsi, ces recherches concernaient plus particulièrement la personnalité de l'enseignant et étaient, de ce fait, décriées par certains. Getzels et Jackson écrivaient notamment en 1963 qu'« *en dépit d'un demi-siècle de considérables efforts de recherche, on ne sait rien de solide sur les liens entre la personnalité des enseignants et leur efficacité pédagogique* »¹.

Les recherches basées sur l'opinion des individus ont laissé place, petit à petit, à des recherches basées sur l'observation. Tout d'abord, l'observation était centrée sur les tâches accomplies dans les classes. Puis l'observation des effets de l'enseignement s'est développée dans les années 1970. Celle-ci avait pour but de mettre en évidence des comportements stables de l'enseignant produisant des effets positifs sur les performances des élèves. La mise en évidence de tels comportements a permis de constater que l'enseignant était le facteur qui avait le plus d'influence sur lesdites performances. Parmi les premières synthèses de recherche publiées figurent celle de Rosenshine en 1971 ou celle de Dunkin et Biddle en 1974.

Trois modèles principaux d'apprentissages se démarquent. Le premier, le plus classique, est le modèle transmissif, dit traditionnel. Ce modèle est basé sur l'idée que l'élève, au départ, ne sait rien. En d'autres termes il n'a ni connaissances ni pré-conceptions sur le sujet abordé par l'enseignant. L'autre présumé de ce modèle est que le savoir transmis clairement par l'enseignant n'est pas déformé. Ainsi, le rôle de l'élève se réduit à écouter attentivement et, si ce rôle est correctement joué, l'élève se retrouve dans une situation finale où il a une tête pleine. Il lui suffit alors d'effectuer des exercices pour ancrer ces connaissances. Les erreurs, dans ce modèle, sont interprétées comme étant un manque d'écoute ou un manque de clarté des explications. Les limites de ce modèle sont issues de ses présupposés. L'existence de connaissances ou de conceptions initiales pose problème, de même que le fait qu'en réalité tous les élèves ne perçoivent pas le même message à travers les paroles de l'enseignant.

Le deuxième modèle d'apprentissage est le modèle behavioriste. Contrairement au modèle traditionnel, celui-ci est basé sur l'idée que ce qui se passe dans la tête de l'élève est inconnu. Il s'agit alors de repérer les comportements observables de l'élève et d'agir en adéquation. Ainsi, l'enseignant doit attentivement écouter les réponses des élèves et regarder les démarches qu'ils emploient pour déterminer ses propres interventions. C'est un fonctionnement sous la forme stimuli-réponse. L'enseignement est découpé en plusieurs petites étapes et l'enseignant conduit l'élève d'étape en étape. Les erreurs sont, dans ce cas, interprétées comme étant révélatrice d'une étape mal conduite. Il est, donc, nécessaire de la décomposer à son tour. Si ce modèle prend en compte l'évolution de chaque élève, il pose un problème étant donné le découpage qui est fait. En effet, certains élèves risquent de maîtriser le passage d'une étape à une autre sans pour autant maîtriser la globalité. Ainsi, en se retrouvant, seul, sans guide, l'élève a de fortes chances d'être handicapé dans une situation où la connaissance doit être utilisée. Enfin ce modèle ne tient pas compte des pré-conceptions des élèves.

Le troisième modèle principal d'apprentissage est le modèle constructiviste. Il est basé sur l'idée que la tête de l'élève n'est jamais vide. Il y a toujours des connaissances susceptibles de s'ériger en obstacle pour le nouvel apprentissage. Par ailleurs, l'élève n'apprend qu'en agissant. Enfin, contrairement à la conception behavioriste, acquérir une connaissance n'est pas un processus d'empilement, mais plutôt le passage d'une phase d'équilibre à un nouvel équilibre par le biais d'une phase de déséquilibre (conflit cognitif provoqué par une contradiction entre la pré-conception et la situation à laquelle on est confronté). Les erreurs sont alors révélatrices des conceptions erronées existantes. Les limites principales de ce modèle se trouvent dans la difficulté de trouver des situations-problèmes adéquates, dans l'investissement en temps et en moyens nécessaires à les mettre en place, ainsi que dans le risque de déstabilisation des élèves les plus faibles.

Il peut être constaté qu'une évolution existe à travers ces trois principaux modèles. L'effort de l'un pour dépasser les limites trouvées dans les autres sont bien réels. Cependant, comme il a été

¹ Rosenshine B. *Vers un enseignement efficace des matières structurées. Un modèle d'action inspiré par le bilan des recherches processus-produit.* (p.2) <http://3e.voie.free.fr/usa/rosenshine1986b.pdf>

souligné, tous ne sont pas dépourvu de limites. Ainsi, les recherches sur l'enseignement ont été poursuivies avec pour but notamment de comparer les approches centrées sur l'enseignant et celles centrées sur l'élève.

Les recherches sur l'efficacité de l'enseignement menées dans les années 80 se sont déroulées de la façon suivante. Elles ont, tout d'abord, déterminé les techniques et les stratégies utilisées par les enseignants les plus performants c'est-à-dire ceux qui produisaient des effets positifs marqués sur les résultats de leurs élèves. Il s'agit des résultats scolaires tout comme d'autres critères tels que l'estime de soi. Ces enseignants, dits experts, ont pour principale caractéristique de réfléchir tout en agissant. Ces enseignants sont sélectionnés généralement à travers cinq critères : la réussite des élèves notamment lors de tests communs, le nombre d'années d'enseignement, la formation académique et pédagogique ainsi que l'opinion de personnes reconnues dans la sphère pédagogique (par exemple des directeurs).² Ces pratiques ont ensuite été comparées à celles des novices. Enfin, les résultats de l'application par les enseignants novices des pratiques supposées efficaces ont été évalués en comparant l'application de stratégies différentes à des groupes de classes semblables. La conclusion globale de toutes ces recherches est que la mise en pratique par les enseignants des interventions jugées efficaces contribue grandement à la réussite des élèves. Par ailleurs, ces actions pédagogiques, validées par la recherche, permettent l'établissement d'une base de connaissances en enseignement nécessaire à la professionnalisation du métier.³ Cette professionnalisation consiste en une détermination de règles d'action pour les enseignants tant du point de vue du comportement, de la gestuelle, et surtout de la méthode pédagogique employée.

La première grande étape dans les recherches sur les pratiques efficaces anglo-saxonnes a été la mise en évidence de la supériorité des méthodes qui sont centrées sur l'enseignement sur celles qui sont centrées sur l'élève. Le projet Follow Through qui a eu pour objectif la comparaison d'une vingtaine d'approches pédagogiques entre 1967 et 1976 dans des classes de maternelle et de primaire l'a clairement montré. Les approches centrées sur l'enseignement se sont révélées être, à chaque fois, les plus performantes. Parmi elles, les modèles d'enseignement explicite se sont particulièrement démarqués. Elles trouvent leur origine dans des théories de psychologie cognitive. En appliquant de telles méthodes, les résultats des élèves se sont révélés meilleurs même en ce qui concerne les variables affectives et l'estime de soi. Or, beaucoup seraient tentés de penser le contraire étant donné que les approches centrées sur l'élève se veulent justement être des moyens de développement de l'estime de soi et de prise en compte des dimensions affectives des élèves. Mais comme il a été mentionné, les approches centrées sur l'élève portent en elles le risque de déstabiliser les élèves n'ayant pas acquis les connaissances nécessaires à aborder une situation donnée. Par la suite, de nombreux autres travaux, en psychologie cognitive notamment, ont confirmé ces résultats.

Les recherches sur les pratiques d'enseignement efficaces ne se sont pas contentées d'établir une liste d'interventions efficaces. Elles ont abouti à la mise en place de plusieurs modèles d'enseignement explicite. Malgré leur multiplicité, ils présentent tous des points communs ; tous sont des modèles instructionnistes. Il est possible de définir un modèle explicite structuré en regroupant toutes leurs convergences. Celui-ci fait l'objet de la section suivante.

1.2. Le déroulement de l'enseignement explicite

L'enseignement explicite se déroule en trois étapes : la mise en situation, l'expérience d'apprentissage et l'objectivation. Ces trois étapes ne doivent pas être confondues avec les trois phases composant l'expérience d'apprentissage.

2.3.1 Première étape : la mise en situation

La première étape, la mise en situation, prépare les élèves au nouvel apprentissage. Elle débute par la présentation de ses objectifs ainsi que des contenus qui vont être enseignés. C'est à l'occasion de cette présentation que les éventuelles liaisons avec des connaissances antérieures sont établies. Les compétences à atteindre sont également explicitées. En ce sens, l'enseignant doit clarifier ce que les élèves devront être capables de faire au terme de l'apprentissage. Enfin, c'est lors de cette première étape que des connaissances anciennes sont revues s'il est jugé nécessaire. En effet, il est important de déceler les difficultés des élèves et d'y remédier de manière à ne pas enseigner une matière dont

² Bru M., Donnay J. (2002). *Recherches, pratiques et savoirs en éducation*. Québec : De Boeck.

³ Gauthier. C. (1997). *Pour une théorie de la pédagogie. Recherches contemporaines sur le savoir des enseignants*. Québec : De Boeck.

les pré-requis ne sont pas maîtrisés. Le cas échéant, certains élèves peuvent ressentir un sentiment d'impuissance qui est clairement néfaste pour le nouvel apprentissage.

2.3.2 Deuxième étape : l'expérience d'apprentissage

Cette seconde étape se compose, elle-même, de trois phases successives : le modelage, la pratique guidée et la pratique individuelle.

Phase 1 : Le modelage

Lors de cette phase, l'objet d'apprentissage est présenté. C'est une étape démonstrative. Des exemples et des contre-exemples sont impérativement donnés de façon à éclaircir la matière. Toute procédure ou stratégie mise en place est verbalisée. En d'autres termes, l'enseignant raisonne à voix haute. Il énonce toutes les questions qu'il se pose et y répond. De plus, la matière est présentée de manière fractionnée et graduée du simple au complexe de façon à éviter la surcharge cognitive.

Cette première phase nécessite une grande attention de la part des élèves et doit être structurée logiquement. Certains auteurs affirment qu'aucune question n'est admise. En ce sens, le modelage fait par l'enseignant ne doit pas être interrompu ; les interactions étant réservées pour la pratique guidée. D'autres auteurs font, quant à eux, mention du fait que même lors de cette phase, les élèves sont sollicités par les questions de l'enseignant. Enfin, les éléments principaux doivent être répétés.

Phase 2 : La pratique guidée

La pratique guidée consiste à demander aux élèves d'effectuer des tâches similaires à celles qui ont été menées lors de la phase de modelage. Ces tâches sont, de préférence, menées à bien en groupe, les échanges favorisant l'intégration des apprentissages.

L'enseignant doit fréquemment questionner les élèves, en cours de tâche, et faire de la rétroaction pour évaluer leur compréhension et détecter les erreurs. Cet aspect de vérification est primordial et il est l'intérêt de cette phase. En effet, c'est elle qui garantit de ne pas construire des savoirs erronés. La compréhension des élèves est, ainsi, ajustée et consolidée. Si le besoin s'en fait ressentir, l'enseignant complète ses explications en s'adressant à l'ensemble des élèves.

Suite à la pratique guidée, lorsque le niveau de compréhension s'avère suffisant, la pratique autonome prend place.

Phase 3 : La pratique autonome

Cette dernière phase de l'expérience d'apprentissage vise l'atteinte d'un haut niveau de maîtrise par les élèves. Les élèves réalisent individuellement des tâches qui leur permettent de parfaire leur connaissance de l'objet d'apprentissage. Cette pratique autonome doit permettre la mémorisation des procédures à long terme et leur automatisation. Elle s'inscrit dans la continuité de la pratique dirigée et lui est complémentaire.

Lors de cette phase, il est essentiel que les élèves s'exercent abondamment. L'automatisation résultant de l'exercice répété permet de libérer la mémoire de travail et d'acquérir de l'aisance dans la réalisation des tâches répétées. Ainsi, des tâches plus complexes peuvent être effectuées ou de nouveaux contenus peuvent être appris. Par exemple, en mathématiques, l'automatisation des règles de calcul permet la résolution plus efficace des équations.

Pour ce qui est de la pondération temporelle de chacune de ces phases, il est dit que le mieux est d'accorder une moitié de période à la troisième phase, les deux autres occupant la première moitié.

En outre, il est important de souligner que les démarches d'enseignement explicite préconise de donner des devoirs à domicile pour les élèves qui soient à leur portée. En ce sens, les élèves doivent être capables d'effectuer les devoirs donnés.

2.3.3 Troisième étape : L'objectivation

La dernière étape de la démarche d'enseignement explicite est l'objectivation. Elle consiste à faire émerger les éléments essentiels qu'il est nécessaire de retenir (connaissances, concepts, stratégies, procédures,...).

En pointant les éléments essentiels et en effectuant une synthèse, l'organisation de la mémoire est améliorée. Cette synthèse peut être faite sous diverses formes parmi lesquelles :

- un questionnement des élèves avec la notation d'une synthèse collective.
- l'élaboration de synthèses par groupe d'élèves.
- l'élaboration de synthèses individuelles.
- fourniture par l'enseignant d'une synthèse.

Ces trois étapes constituent le déroulement d'un enseignement explicite. Ce déroulement ayant été présenté, et avant de s'interroger sur les apports et les limites de la pédagogie explicite, il est intéressant de relever quelles ont été les conclusions principales des recherches qui ont eu pour fruit l'établissement d'un tel modèle.

1.3. Les résultats principaux des recherches

Pour ce qui est des caractéristiques d'un enseignement explicite, les critères suivants sont relevés.⁴

- Les pré-requis sont revus.
- Les éventuelles préconceptions sont émergées.
- Des liens sont établis entre les anciennes connaissances et les nouvelles.
- Les objectifs des tâches sont explicités.
- Les consignes sont données en termes clairs.
- La matière présentée est fractionnée et graduée du simple au plus complexe.
- Des exemples pratiques sont fournis.
- Toute stratégie métacognitive est explicitée.
- Un temps est marqué régulièrement pour la compréhension des élèves.
- Les élèves participent activement.
- Il y a une alternance entre les moments de présentation et de questions.

Ainsi, l'enseignement explicite tente de prendre en compte les pré-conceptions des élèves, et de les rendre actifs tout en évitant de désespérer les plus faibles d'entre eux.

Outre ces caractéristiques relatives à la transmission de connaissances en cours d'interaction avec les élèves, d'autres éléments ont été soulignés par les recherches notamment en ce qui concerne la planification. Celle-ci doit être minutieuse, mais non rigide. En effet, la capacité d'adaptation à la situation est primordiale dans la qualité de l'enseignement. L'enseignant doit maîtriser son savoir et fixer des objectifs d'apprentissages clairs, mais il doit conserver la possibilité de s'adapter à la situation et principalement aux difficultés des élèves. Dans le même intérêt, l'enseignant doit bien connaître ses élèves.

Les recherches ont permis de démontrer l'efficacité des démarches d'enseignement explicite pour tous les types d'élèves, mais plus particulièrement pour les jeunes, ceux qui apprennent lentement, et les élèves issus de milieux défavorisés. Elles concernent tous les élèves lorsqu'il s'agit d'une nouvelle matière ou d'une matière complexe. L'efficacité concerne, par ailleurs, prioritairement les apprentissages de base tels que la lecture ou les mathématiques. En ce sens, l'enseignement explicite s'applique bien aux matières dotées d'une forte structuration. Par contre, il n'est pas approprié pour des apprentissages tels que la rédaction ou la compréhension des lectures.

⁴ De nombreuses recherches ont permis l'établissement d'une telle liste de caractéristiques. Parmi elles, la synthèse dont nous fait part Clermont Gauthier dans son ouvrage publié en 1997 : *Pour une théorie de la pédagogie. Recherches contemporaines sur le savoir des enseignants*. Québec : De Boeck.

2. La pédagogie explicite : une troisième voie ?

2.1. "La 3^e voie"

Il existe une association en France appelée "La 3^e voie", déclarée en 2007, qui regroupe des enseignants du Primaire et qui milite pour un enseignement explicite. Elle estime que les approches constructivistes se sont révélées inefficaces et propose, non pas un retour à un enseignement traditionnel, mais une évolution vers une pédagogie explicite. Le nom de cette association trouve son explication dans un article de Françoise Appy.⁵

Dans cet article, Françoise Appy distingue trois grands courants pédagogiques. Le premier courant pédagogique qu'elle qualifie de voie d'acquisition des connaissances factuelles est l'enseignement dit traditionnel. Prenant souvent la forme de cours magistral suivi de séances d'exercices, cet enseignement ne laisse pas véritablement de place aux interactions et il est basé sur l'expertise de l'enseignant.

Le second courant pédagogique est qualifié par l'auteure de voie d'exercice en contexte imitant l'apprentissage naturel. Il a pris la place de l'enseignement traditionnel dans de nombreuses écoles et il est toujours d'actualité. Ce type d'enseignement est d'inspiration humaniste et fortement marqué par les travaux de Piaget. Il est basé sur l'idée que l'élève construit son savoir et que, pour ce faire, les apprentissages doivent être contextualisés. La transmission explicite de savoirs n'y trouve pas de place.

Ces deux premiers courants constituent, donc pour Françoise Appy, les deux premières voies d'enseignement. La troisième voie est celle de l'enseignement explicite des connaissances et des habiletés. Le nom de l'association s'explique donc : ses membres sont des partisans de cette troisième voie.

Les membres de la "La 3^e voie" sont parmi ceux qui considèrent la pédagogie explicite comme une alternative efficace à l'enseignement traditionnel et aux approches constructivistes qui, selon eux, n'ont pas fait leurs preuves. Cet avis n'est pas partagé par tous. Certains détracteurs de la pédagogie explicite vont jusqu'à lui reprocher d'être un retour à l'enseignement traditionnel.

2.2. Les reproches des détracteurs : un retour à l'enseignement traditionnel

Les détracteurs de la pédagogie explicite lui reprochent souvent d'être une nouvelle forme d'enseignement traditionnel. Ils effectuent le parallèle entre la phase de modelage et le cours magistral et entre la pratique autonome et les séances d'exercices.

Bien qu'il soit vrai que l'enseignement explicite soit instructionniste, et qu'il soit tentant, à première vue, d'effectuer un parallèle avec l'enseignement traditionnel, il est exagéré de le comparer à celui-ci pour les raisons suivantes.

Le principal apport de l'enseignement explicite est la phase de pratique guidée. En effet, cette phase est inexistante dans l'enseignement traditionnel qui laisse place aux séances d'exercices individuels immédiatement après le cours magistral. Cette phase de pratique guidée est vouée à la vérification, par l'enseignant, de la qualité de la compréhension des élèves. Les différences sont souvent nombreuses entre ce que l'enseignant dit ou souhaite transmettre et ce que les élèves retiennent effectivement. Ainsi, la pertinence de l'existence d'une phase dédiée à la vérification de la compréhension des élèves est claire ; encore faut-il discuter de la pertinence de la forme de cette phase. Lors de cette phase, la quantité et le type d'erreurs commises par les élèves devraient être déterminées.

En circulant dans les rangs, en posant des questions aux élèves, ou en répondant aux questions posées, l'enseignant doit évaluer la qualité de la compréhension et déterminer, conséquemment, des interventions appropriées auprès d'eux. Celles-ci peuvent prendre la forme d'un rappel, d'un complément ou autre répétition. De plus, cette phase, doit permettre de faire émerger les fausses conceptions ou les erreurs de compréhensions des élèves, évitant, ainsi, leur ancrage. En ce sens, il est plus efficace de rectifier une erreur dès son apparition.

⁵ Appy Françoise. (2008). *Les trois voies d'enseignement. "La 3^e voie..."*.
<http://3e.voie.free.fr/appy/fran28.pdf>

L'intérêt de l'existence d'une telle phase semble évident. En effet, elle constitue un apport véritable apport à l'enseignement traditionnel où l'enseignant ne prend réellement connaissance des erreurs qu'après correction des séries d'exercices. La question qui reste posée est, donc, non pas celle de la nécessité d'un tel procédé mais celle de son efficacité. Afin d'apporter une réponse, bien que très partielle, à cette question, la leçon donnée dans une classe de maturité servira de base.

Un autre point commun de la pédagogie explicite et de l'enseignement traditionnel est l'enseignement explicite des connaissances. Sur ce point comme sur celui qui précède, il serait incomplet de s'arrêter à cette constatation. En effet, la pédagogie explicite ne prône pas seulement l'enseignement explicite des connaissances, mais elle prône également l'enseignement explicite des procédures et des habiletés.

Il apparaît donc que, bien que des similarités existent entre l'enseignement explicite et l'enseignement traditionnel, il convient de reconnaître les différences entre eux.

Les principales différences entre la pédagogie explicite et l'enseignement traditionnel ayant été soulignées, il convient, dès lors, de s'intéresser de plus près aux avantages et inconvénients de l'enseignement explicite.

2.3. Apports et limites de l'enseignement explicite

3.3.1 Les justifications d'un tel enseignement

Avant de se pencher sur les justifications d'un enseignement explicite, il est intéressant de relever que cette pédagogie est particulièrement implantée aux Etats-Unis et qu'elle a été mise en avant notamment par Clermont Gauthier au Québec dans un contexte de débat sur la réforme scolaire. De tels débats sur les réformes scolaires ne sont pas étrangers à la Suisse et plus particulièrement au canton de Vaud. Ainsi, dans son édition du 2 mars 2005, le quotidien « 24 Heures » fait part de l'indignation du député libéral Jacques André Haury quant à la réforme EVM. Celui-ci y décrie les pédagogies constructivistes auxquelles il attribue les échecs constatés sur le terrain et y oppose les méthodes d'enseignement structurées, systématiques et explicites. Il mentionne, en particulier, le projet Follow Through qui, selon lui, fait partie des études scientifiques qui « [...] ont évalué l'efficacité comparées des diverses approches pédagogiques. Elles apportent la preuve de ce que nous observons chez nous. Les pédagogies structurées et directives engendrent auprès des élèves des gains d'apprentissage nettement plus élevés que les pédagogies constructivistes [...] »⁶. A travers ces lignes, il peut être constaté que la question de la pédagogie explicite n'est pas étrangère aux Vaudois d'une part et qu'elle est souvent présentée en alternative aux approches constructivistes d'autre part. D'où l'intérêt de s'interroger sur ses fondements théoriques et sur ses limites.

Une précision mérite d'être donnée : le fait de présenter l'enseignement explicite comme une alternative aux pédagogies constructivistes pourrait laisser penser, à tort, que celui-ci ne repose pas sur l'idée que l'élève construit son savoir et qu'il jouit, donc, d'un rôle actif. En réalité, cette idée est partagée tant par les partisans d'un enseignement explicite que par ceux des pédagogies centrées sur l'élève. Cependant, tout en affirmant que l'élève joue un rôle actif, dans la construction de ses apprentissages, les moyens préconisés pour réaliser lesdits apprentissages divergent.

Afin, dans un premier temps, de réaliser quels sont les avantages et les apports de l'enseignement explicite, il convient de se référer aux recherches en psychologie cognitive. En effet, c'est dans les conclusions de celles-ci que les partisans de la pédagogie explicite trouvent leurs justifications.

A propos des connaissances antérieures :

Les travaux de psychologie cognitive ont apporté quelques éclairages sur le fonctionnement de la mémoire. Les connaissances sont classées en trois catégories : les connaissances déclaratives, procédurales et stratégiques. Les connaissances déclaratives sont stockées dans la mémoire à long terme dont la structure est en réseau. Trois constatations sont fondamentales. La première est que les connaissances les plus fréquemment utilisées sont les plus accessibles. La seconde est qu'une signification est donnée aux nouvelles informations à travers la mise en relation avec d'anciennes connaissances. Enfin, la troisième est que les compétences dans un domaine dépendent de la quantité et de l'organisation des connaissances.⁷ Ces premiers apports de la psychologie cognitive

⁶ 24 Heures, 2 mars 2005, Opinions approche pédagogique, L'invité: Jacques André Haury, député libéral

⁷ Foulin, J.-N., Toczek, M.-C. (2006). *Psychologie de l'enseignement*. Paris: Armand Colin.

permettent de trouver des justifications à certaines des démarches préconisées par l'enseignement explicite.

En effet, les démarches d'enseignement explicite soulignent notamment la nécessité de rappeler les connaissances antérieures qui sont en lien avec une nouvelle matière et l'explicitation desdits liens. Cette nécessité s'explique, donc, par le fait que la signification donnée à une information nouvelle dépend des liens établis avec les connaissances antérieures. En ce sens, les informations sont interprétées à travers l'expérience de l'élève et les connaissances déjà acquises.

De plus, « [...] des connaissances et des relations nouvelles sont aussi élaborées à partir des seules connaissances déjà acquises par la formation d'associations nouvelles dans, et entre, les réseaux [...] »⁸. La réorganisation de connaissances antérieures permet la construction de nouvelles connaissances. En mathématiques, par exemple, une procédure de résolution nouvelle peut être le fruit d'une association entre diverses connaissances déjà acquises. La nouveauté réside, donc, dans ce cas, dans l'association de ces connaissances et leur mise en lien. Ainsi, à titre illustratif, l'étude de fonction est simplement l'assemblage de la recherche de l'ensemble de définition de la fonction, de la détermination de la parité de la fonction, de l'étude du signe de la fonction, de la détermination de ses asymptotes et de l'étude de sa croissance et de sa courbure. Les connaissances antérieures sont assemblées et cet assemblage constitue un bagage nouveau.

L'importance du rôle joué par les connaissances antérieures ayant été mis en lumière par la psychologie cognitive, la pertinence de leur rappel et de l'explicitation des liens avec la nouvelle matière semble justifiée.

A propos de la présentation fractionnée de la nouvelle matière :

La psychologie cognitive affirme que pour intégrer une nouvelle matière, il est nécessaire d'être attentif aux informations reçues. Aussi, la quantité d'informations données aux élèves lors d'une leçon doit être conforme à leurs capacités afin d'éviter la surcharge cognitive. En effet, fournir une quantité d'informations trop importante engendre la perte d'attention de leur part et, ainsi, leur incapacité à apprendre. Le conseil consistant à présenter la matière de façon fractionnée et hiérarchisée trouve, donc, des justifications théoriques.

A propos du modelage, de la pratique guidée et de la pratique autonome :

Il a déjà été question de la phase de la pratique guidée, mais il mérite d'être relevé qu'elle trouve également ses fondements dans la psychologie cognitive.

Lorsqu'il s'agit d'apprendre des procédures, Anderson (1983) suggère qu'il existe les trois étapes suivantes.

- I. Apprentissage des instructions verbales (connaissances déclaratives) contenant les instructions et les actions à réaliser.
- II. Réalisation des actions apprises avec l'appui explicite des instructions verbales.
- III. Réalisation autonome de la procédure, soit automatisation.

Considérant ces trois étapes, un lien peut être fait avec les trois phases de l'expérience d'apprentissage. En effet, le modelage n'est autre qu'une phase d'apprentissage de connaissances déclaratives ; la pratique guidée permet la mise en exécution et la pratique autonome vise l'automatisation.

La psychologie cognitive insiste, par ailleurs, sur la nécessité d'évacuer les fausses conceptions et les connaissances erronées des élèves. Cet élément cautionne l'existence d'une phase de pratique guidée durant laquelle les causes des erreurs sont explicitées.

En ce qui concerne la pratique autonome et l'accent mis sur la répétition des activités par les élèves dans l'enseignement explicite, elle trouve également des justifications théoriques. En effet, « Les connaissances qui demandent une restitution rapide et parfaite exigent même un sur-apprentissage par le biais d'une pratique répétée ».⁹ La répétition rend les connaissances plus accessibles et, par conséquent, plus facilement récupérable. En d'autres termes, la répétition permet l'automatisation qui

⁸ Foulin, J.-N., Toczek, M.-C. (2006). Psychologie de l'enseignement. Paris: Armand Colin, p.22.

⁹ Ibid, p.21.

présente l'avantage de réduire l'espace occupé en mémoire laissant d'avantage de place à une nouvelle matière.

La psychologie cognitive apporte, donc, un certain appui aux démarches préconisées par un enseignement explicite. Il est, dès lors, question de s'interroger sur les limites d'un tel enseignement.

3.3.2 Les limites de cette pédagogie

Après avoir cherché quelques fondements théoriques à la pédagogie explicite, il est intéressant de relever ses limites.

S'il a été aisé de trouver des justifications théoriques aux phases de pratique guidée et de pratique autonome, il n'en est pas autant pour la phase de modelage. En effet, lors de cette phase, l'enseignant doit présenter la nouvelle matière et modéliser toutes les procédures utilisées pour effectuer une tâche. Ainsi, il détient le rôle principal. La critique qui peut être apportée à cette démarche est la passivité qui peut résulter chez les élèves. En effet, quelle garantie existe-t-il à ce qu'ils écoutent attentivement la démonstration du professeur ? Les partisans de l'enseignement explicite arguent que les recherches en sciences de la cognition ont démontré que les élèves ont une attention optimale d'une durée variant entre 8 et 15 minutes selon leur âge. Cependant, la question qui se pose est de savoir ce qu'il adviendrait, par exemple, de l'attention d'un élève qui ne comprendrait pas la première étape de la modélisation de l'enseignant. Un tel élève perdrait vraisemblablement le fil de la démonstration si ce n'est qu'il « dérangerait » son voisin pour essayer de comprendre. Il est essentiel de rappeler que certains auteurs précisent qu'aucune question n'est admise lors de la phase de modelage. Ainsi, la question de l'efficacité de cette phase de modelage est bien posée.

L'enseignement explicite est fortement basé sur la notion de répétition. Lorsque celle-ci vise l'automatisation, elle se trouve justifiée. Mais il faut relever le risque engendré, par contre, par la répétition des mêmes explications. En effet, si pour répondre aux incompréhensions des élèves ou pour rétroagir sur leurs erreurs, l'enseignant se réfère systématiquement à la phase de modelage, le risque encouru est que l'élève ne trouvant pas de réponse à ses incompréhensions baisse les bras. La répétition des mêmes explications ne permet, très souvent, pas aux élèves de comprendre leurs erreurs.

Outre les questions de l'attention et de la répétition des mêmes explications se pose celle de la réflexion. En effet, en dévoilant aux élèves, dès le départ, toutes les connaissances et les procédures, quelle est la place accordée à la réflexion ? En ce sens, l'enseignement explicite n'entre-t-il pas dans le cadre du processus dénoncé par Brousseau « [...] qui consiste à transformer le savoir en algorithmes utilisables par des robots ou des humains sous-employés et à diminuer la part de réflexion noble dans toutes les activités humaines pour en faire dévolution à quelques-uns »¹⁰ ? Les élèves sont réduits à écouter l'enseignant professer des connaissances, puis à les mettre en pratique. Ce type d'enseignement peut trouver sa raison d'être dans le cadre d'apprentissage de base comme la lecture à condition qu'il soit effectué dès le plus jeune âge ou dans d'autres contextes particuliers. Parmi ceux-ci, il peut être fait mention de l'apprentissage de techniques mathématiques. Dans un tel cas de figure, l'enseignement explicite peut permettre un certain gain de temps et s'agissant de technique pure, il n'engendre, à priori, pas de pertes dommageables au niveau de la réflexion. Mais la généralisation de ce type d'enseignement ne laisserait que peu de place à la réflexion des élèves, à leur prise d'initiative ou encore leur créativité. Par ailleurs, en leur fournissant systématiquement une solution aux problèmes rencontrés, cela empêche une étape de remise en question. En effet, c'est en étant confronté à des difficultés, que les élèves peuvent apprendre à remettre en question leur manière d'aborder un problème, activer des recherches et explorer d'autres pistes.

Cette question de la réflexion de l'élève mène notamment sur le terrain du constructivisme. Selon lui, c'est en agissant que l'élève apprend. Aussi, l'élève doit-il passer par une phase de déséquilibre afin d'atteindre un nouvel équilibre. Cette phase de déséquilibre consiste, en fait, à provoquer un conflit cognitif chez l'élève en le plaçant dans une situation où il prendra conscience de l'insuffisance de ses connaissances et la nécessité d'en établir de nouvelles. Cet enseignement requiert un énorme travail de préparation et une connaissance approfondie des capacités des élèves. Par ailleurs, une des difficultés fondamentales consiste à trouver des situations-problèmes adéquates. La difficulté de trouver de telles situations ainsi que le temps que requiert ce type d'enseignement rend sa mise en pratique systématique laborieuse.

¹⁰ Brousseau G. (1989). *Utilité et intérêt de la didactique pour un professeur de collège*. Petit x, 21, 48-68.

Une solution qui pourrait être appliquée est de ne pas opter pour une pédagogie particulière, mais de choisir le type d'enseignement en fonction du sujet abordé. Cependant, dans le cadre de ce travail, une autre alternative sera étudiée : celle de la possibilité d'un enseignement à mi-chemin entre le constructivisme et la pédagogie explicite.

Enfin, pour revenir à l'enseignement explicite, une autre question qui peut être soulevée est de savoir si l'addition de critères décrétés comme efficaces a pour résultat un enseignement efficace.

Toutes ces réflexions permettent d'affirmer que l'enseignement explicite constitue une voie différente de l'enseignement traditionnel et des pédagogies constructivistes. S'il peut se révéler efficace pour l'apprentissage de certains savoirs particuliers, notamment pour acquérir des connaissances de base, il ne semble pas pertinent de le généraliser étant donné les limites qui ont pu être relevées.

Si l'intérêt est porté plus particulièrement aux mathématiques enseignées au gymnase, force est de constater qu'étant souvent dotées d'un certain niveau d'abstraction, les enseignants ont tendance à reproduire un schéma d'enseignement traditionnel. Il est, dès lors, intéressant de se demander si l'enseignement explicite ne fournirait pas une piste vers une voie d'enseignement « médiane ».

3. A propos de l'enseignement des mathématiques au gymnase

3.1. A la recherche d'un compromis pour les mathématiques

Les mathématiques comportent principalement deux volets. Le premier aspect des mathématiques est d'être un langage à l'aide duquel une question scientifique peut être posée et résolue. En d'autres termes, elles permettent la modélisation et la résolution de problèmes. En ce sens, les mathématiques sont comme un outil au service des sciences et, plus généralement, des problèmes rencontrés dans la vie quotidienne. C'est d'ailleurs principalement à travers ce premier volet que les mathématiques se sont développées. En effet, des traces de celles-ci datant de plusieurs siècles avant Jésus-Christ montrent que leur développement était lié à des problèmes concrets de commerce, de gestion de récolte, de mesure de surface ou encore d'astronomie. Ainsi, l'aspect utilitaire des mathématiques est fortement marqué. Mais peu à peu, le deuxième volet des mathématiques a pris de l'ampleur. Il s'agit d'un côté plus abstrait formé d'un ensemble de concepts, de méthodes et de raisonnements « autoféconds ». Les deux volets sont intimement liés ; l'un alimentant l'autre. En ce sens, les problèmes de la vie demandent des développements théoriques et, inversement, des théories permettent de résoudre certains problèmes.

Le programme de mathématiques du gymnase décrit leur enseignement comme suit ; il « *doit faciliter l'approche des mathématiques en exposant la théorie et ses applications* ». Ainsi, les deux aspects des mathématiques transparaissent dans le plan d'étude.

L'application des mathématiques au niveau du gymnase se réduit souvent à la résolution de problèmes. En ce sens, un problème est donné aux élèves et il s'agit de le résoudre à l'aide des outils mathématiques qu'ils ont à disposition. Ces problèmes apparaissent notamment en géométrie, en algèbre dans le cadre des exponentielles et des logarithmes ou encore en analyse dans le cadre de l'optimisation.

Certains pourraient croire que soumettre les élèves à ce type de problèmes (prévus dans le plan d'étude) est équivalent à fournir une situation-problème aux élèves et que, par conséquent, lorsque ces thèmes sont abordés l'enseignement est de type constructiviste par la force des choses. Cependant, le parallèle n'est pas si évident qu'il le semble. En effet, le but d'une situation-problème est de permettre la construction de nouvelles connaissances, et, plus particulièrement, la connaissance principale qui doit être acquise par les élèves doit être celle qui permet le mieux de résoudre le problème donné. Or, en exposant des problèmes mathématiques aux élèves (dans le cadre précité), il ne s'agit pas de découvrir une nouvelle connaissance à proprement dit, mais d'utiliser les connaissances acquises pour résoudre un nouveau problème. La difficulté ne réside pas dans la recherche d'une nouvelle connaissance, mais dans la recherche des connaissances qui doivent être utilisées à ce moment-là et de leur ordre d'utilisation. Ces problèmes, bien que nécessitant des connaissances antérieures, posent souvent de nombreuses difficultés aux élèves et constituent les thèmes les plus durs pour eux. Leur réflexion est fortement stimulée dans ce genre de situation. La résolution de problèmes constitue, en fait, en soi une connaissance (non pas purement mathématique) : elle requiert, entre autres, une stratégie et l'activation de la mémoire à court terme comme celle de la mémoire à long terme. Les élèves sont clairement les principaux acteurs dans de telles situations.

Afin de mieux réaliser la complexité de l'enseignement des mathématiques, il s'agit de prendre l'exemple d'un exercice particulier. Un des problèmes figurant dans un manuel d'algèbre destiné aux deuxièmes années voie maturité est le suivant.¹¹

« *La concentration d'un médicament dans l'organisme dépend du temps écoulé depuis l'ingestion. Si $Q(t)$ représente la quantité de médicament présente dans l'organisme au temps t (mesuré en heures) et si Q_0 représente la quantité de médicament ingérée, alors $Q(t) = Q_0 e^{-kt}$. Une heure après l'ingestion de 50 mg d'un médicament, il en reste 30 mg dans l'organisme. Quelle quantité en restera-t-il après une heure¹² ? Quelle quantité en restera-t-il après 24 heures ?* ».

Pour résoudre ce problème, les élèves doivent se rendre compte qu'ils ont à disposition dans l'énoncé la fonction donnant la quantité de médicament restant dans l'organisme en fonction du temps, soit

¹¹ Bovet H. (2001). *Algèbre*. Polymaths

¹² C'est-à-dire deux heures après l'ingestion.

Q(t). Ainsi pour répondre aux questions, il suffit de calculer Q(2) pour obtenir la quantité restant après une heure et Q(25) pour celle qui reste après 24 heures. Tout élève arrivant à ce stade se rendra alors compte qu'il y a une inconnue dans la fonction, soit k. Ainsi, il doit, à l'aide des informations contenues dans l'énoncé, déterminer la valeur de k.¹³ Pour ce faire, il est nécessaire de poser une équation dont l'inconnue est k. L'équation est $30 = Q(1)$. Elle correspond au fait qu'une heure suite à l'ingestion, il reste 30 mg de médicament. Or, d'après l'énoncé, $Q(1) = 50 e^{k \cdot 1}$. Donc l'équation à résoudre pour obtenir k est $30 = 50 e^k$.

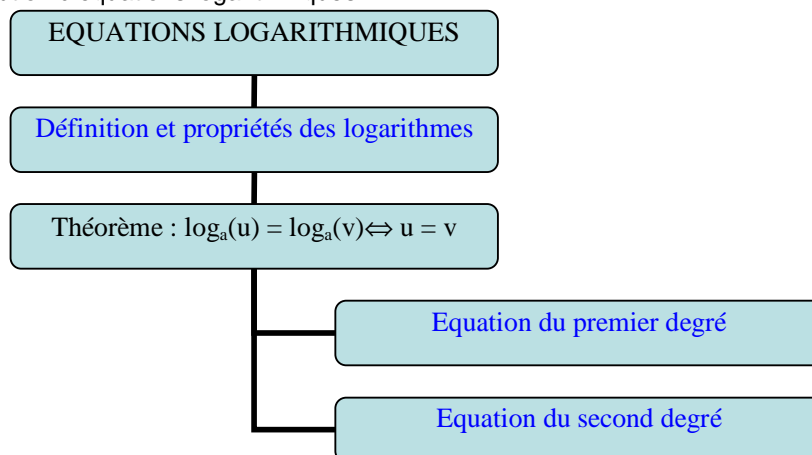
Résoudre ce problème demande, tout d'abord, un effort de compréhension, puis un effort de réflexion quant à la stratégie à employer (notamment penser à poser une équation pour obtenir la valeur de l'inconnue). Outre ces habiletés, des connaissances purement mathématiques sont requises. En premier lieu, il s'agit de comprendre et de connaître la notion de fonction. Ensuite, il est nécessaire de savoir résoudre des équations logarithmiques. Ces connaissances mathématiques constituent des pré-requis indispensables à la résolution du problème. Il serait invraisemblable de demander aux élèves de résoudre un tel problème sans qu'ils n'aient acquis ces connaissances. Ainsi, la question de savoir comment enseigner aux élèves la théorie nécessaire à la résolution de problèmes se pose. En effet, comme il a été souligné, pour pouvoir résoudre les problèmes, les élèves ont besoin de connaissances théoriques préalables. Celles-ci sont souvent abstraites ou techniques. Il est, dès lors, pertinent de se demander si ces connaissances doivent être enseignées sous une forme explicite ou si une autre forme d'enseignement serait plus adéquate.

Afin de tenter de répondre à cette question, analysons, à propos, l'apprentissage de la résolution d'équations logarithmiques.

3.2. L'objet d'apprentissage : les équations logarithmiques

Les équations logarithmiques sont d'abord étudiées comme étant un concept : elles constituent une catégorie particulière d'équations et ont, donc, une définition particulière. Il s'agit d'équations dans lesquelles l'inconnue se trouve en argument dans un logarithme (exemple : $\log_3(x+4) = \log_3(2x)$). Puis il est question de l'apprentissage de leur résolution, laquelle constitue une connaissance procédurale. Cet apprentissage, comme il a été montré, est utile dans la résolution de problèmes.

Lorsque les équations logarithmiques sont abordées, la seule connaissance qui ne leur est pas antérieure est un théorème qui permet leur résolution. Ainsi, l'apprentissage de la résolution d'équations logarithmiques va nécessiter, selon la terminologie d'Anderson, une capacité de transfert. En effet, cet objet d'apprentissage nécessite l'utilisation, dans une nouvelle situation, de connaissances acquises antérieurement : les logarithmes et leurs propriétés, les équations du premier et deuxième degré. D'un point de vue Vygotskien, l'apprentissage des équations logarithmiques entraînera une réorganisation des fonctions psychiques. Une étude plus précise des habiletés cognitives qui portent sur cet objet d'apprentissage permet de mieux saisir ces aspects de transfert et de réorganisation. Avant de préciser ces habiletés, voici la décomposition schématique de la résolution d'équations logarithmiques.¹⁴



¹³ Il est à préciser que le fait que toutes les informations contenues dans un énoncé ont une raison d'être fait partie du contrat didactique. Ainsi, les élèves devraient se rappeler que la précision donnée dans l'énoncé quant au fait qu'après l'ingestion de 50 mg de médicament, il en reste 30 une heure plus tard, n'est pas vaine et qu'il faut l'exploiter.

¹⁴ L'écriture bleue correspond à des pré-requis tandis que la noire correspond aux nouvelles connaissances.

Pour résoudre une équation logarithmique, la première habileté nécessaire est bien entendu de reconnaître qu'il s'agit d'une équation (se souvenir), puis de la classer dans la catégorie des équations logarithmiques (comprendre) ; cette étape ne contient généralement pas d'obstacle.

Dans un deuxième temps, il est nécessaire de se souvenir que la résolution nécessite l'utilisation d'un théorème dont il faut être capable de se rappeler (se souvenir).

Pour pouvoir utiliser le théorème, il faut se souvenir des propriétés des logarithmes, d'où la nécessité de la maîtrise des pré-requis. En effet, c'est l'application de ces propriétés qui permet de transformer l'équation pour rendre le théorème applicable. L'habileté d'appliquer est, dès lors, à nouveau mise à contribution dans l'application du théorème.

Dans un troisième temps, il s'agit de résoudre l'équation du premier ou deuxième degré qui découle de l'utilisation du théorème. Il s'agit de se souvenir des méthodes de résolution et de les mettre en œuvre (appliquer) dans ce nouveau contexte.

Ainsi, la résolution d'équations logarithmiques requiert la mise en œuvre d'une procédure qui, elle-même, est en majeure partie une composition de connaissances acquises antérieurement ; ces connaissances s'articulent autour de l'utilisation d'un théorème (nouveau) permettant leur résolution.

3.3. Enseignement explicite des équations logarithmiques

Le plan d'une leçon explicite sur les équations logarithmiques est donné ci-après. Pour le préparer, l'étude de l'objet d'apprentissage est fondamentale afin notamment de connaître les pré-requis et les objectifs.

Mise en situation :

- Donner l'objectif de la leçon : connaître et apprendre à résoudre les équations logarithmiques ; pour ce faire un nouveau théorème sera appris.
- Mentionner les connaissances utilisées : les propriétés des logarithmes et les équations du premier et deuxième degré.¹⁵
- Mentionner l'utilité de l'apprentissage des équations logarithmiques : résoudre des problèmes ultérieurement.

Modelage :

- Dire qu'une équation logarithmique est une équation où l'inconnue se trouve en argument dans un logarithme.¹⁶
- Ecrire au tableau, en tant qu'exemples, les équations logarithmiques suivantes : $\log_3(2x) = \log_3(x+4)$ et $\ln(3x-4) + \ln(10x-4) = 2 \ln(5x-2)$. Dire qu'on reconnaît que ce sont des équations logarithmiques par la présence de l'inconnue à l'intérieur du logarithme.
- Annoncer aux élèves que pour résoudre de telles équations, il est nécessaire de connaître le théorème suivant : $\log_a(u) = \log_a(v) \Leftrightarrow u=v$. En d'autres termes, l'égalité entre deux logarithmes de même base est équivalente à l'égalité entre leurs arguments.
- Donner aux élèves la procédure à appliquer pour résoudre une telle équation¹⁷ :
 - 1) Reconnaître qu'il s'agit d'une équation logarithmique.
 - 2) Si nécessaire, transformer l'équation à l'aide des propriétés des logarithmes afin de rendre le théorème applicable.
 - 3) Appliquer le théorème.
 - 4) Résoudre l'équation du premier ou deuxième degré qui en découle.
- Résoudre la première équation donnée en exemple, soit $\log_3(2x) = \log_3(x+4)$. Pour ce faire, dire qu'en voyant cette équation, la première chose est de reconnaître qu'il

¹⁵ Ces pré-requis n'ont normalement pas besoin d'être rappelés. En effet, les propriétés des logarithmes sont le sujet précédent les équations logarithmiques alors que les équations du premier et deuxième degré sont des connaissances disponibles pour des élèves de deuxième année maturité.

¹⁶ Les élèves connaissent la définition d'équation, la définition d'inconnue ainsi que la définition de logarithme.

¹⁷ Il n'est pas fait mention ici de la nécessité de vérifier si le logarithme est bien défini pour les solutions trouvées.

s'agit d'une équation logarithmique vu que l'inconnue est en argument dans un logarithme. S'agissant d'une telle équation, il faut faire usage du théorème. La question à se poser est de savoir s'il est directement applicable. Etant donné qu'il y a bien une égalité entre deux logarithmes de même base, le théorème est directement applicable ; on obtient donc une égalité entre les arguments, soit $2x = x+4$. Il s'agit d'une équation du premier degré à une inconnue à résoudre avec la méthode habituelle : en soustrayant x de chaque côté, on obtient $x = 4$.

- Résoudre la seconde équation donnée, soit $\ln(3x-4) + \ln(10x-4) = 2 \ln(5x-2)$. Pour ce faire, dire qu'en voyant cette équation, la première chose est, à nouveau, de reconnaître qu'il s'agit d'une équation logarithmique vu que l'inconnue est en argument dans un logarithme. S'agissant d'une telle équation, il faut pouvoir utiliser le théorème. Est-il directement applicable ? Non, car il n'y a pas une simple égalité entre deux logarithmes. En effet, il y a une somme de logarithmes à gauche et un produit à droite. Pour pouvoir appliquer le théorème, il faut transformer cette égalité. Pour ce faire, il s'agit d'utiliser les propriétés des logarithmes. Ainsi, pour le membre de gauche, il s'agit d'utiliser la propriété connue qui stipule qu'une somme de logarithmes est égale au logarithme du produit. Ainsi, $\ln(3x-4) + \ln(10x-4)$ se transforme en $\ln((3x-4)(10x-4))$. Pour le membre de droite, il s'agit de se souvenir qu'un logarithme multiplié par un nombre est égal au logarithme de la puissance. Ainsi, $2 \ln(5x-2)$ devient $\ln((5x-2)^2)$. L'équation donnée au départ se réécrit, donc, comme $\ln((3x-4)(10x-4)) = \ln((5x-2)^2)$. Le théorème s'applique et on obtient l'égalité entre les arguments, soit $(3x-4)(10x-4) = (5x-2)^2$. Il s'agit d'une équation de deuxième degré à résoudre avec les méthodes bien connues.
- Eventuellement faire un troisième exemple suivant le même procédé.
- Récapituler la démarche de résolution.

Pratique guidée :

Donner aux élèves une liste de six équations à résoudre. Ces équations sont du même type que celles qui ont servi d'exemples. Les élèves peuvent les résoudre par groupe de 2. L'enseignant circule dans les rangs en répondant aux questions des élèves et en regardant leur résolution. Des commentaires sont faits pour toute la classe si la nécessité se fait sentir.

Pratique autonome :

Donner aux élèves une liste de quatre équations à résoudre à la maison si au terme de la leçon, le niveau de compréhension semble adéquat. Sinon prolonger la pratique guidée.

3.4. Un autre type d'enseignement

Etant donné les limites qui ont pu être relevées concernant l'enseignement explicite, un autre type d'enseignement de la même leçon est proposé ci-après. En effet, comme il a été souligné précédemment, s'il s'avère difficile de trouver des situations-problèmes pour enseigner les mathématiques du niveau gymnasial, il n'est pas, pour autant, recommandé de recourir à un modelage systématique des connaissances par l'enseignant, et ce, pour des questions d'attention notamment et de stimulation de la réflexion. Ainsi, si les phases de pratiques guidée et de pratique autonome trouvent des justifications théoriques qui sont, de plus, pertinentes pour les mathématiques, il n'en est pas autant pour la phase de modelage. La proposition de leçon suivante s'inspire, donc, de la pédagogie explicite, mais en est différente.

4.4.1 La leçon

Mise en situation :

- Donner l'objectif de la leçon : connaître et apprendre à résoudre les équations logarithmiques ; pour ce faire un nouveau théorème sera appris.
- Mentionner l'utilité de l'apprentissage des équations logarithmiques : résoudre des problèmes ultérieurement.

Transmission-découverte des connaissances :

- Dire qu'une équation logarithmique est une équation où l'inconnue se trouve en argument dans un logarithme.
- Ecrire au tableau, en tant qu'exemples, les équations logarithmiques suivantes : $\log_3(2x) = \log_3(x+4)$ et $\ln(3x-4) + \ln(10x-4) = 2 \ln(5x-2)$. Dire qu'on reconnaît que ce sont des équations logarithmiques par la présence de l'inconnue à l'intérieure du logarithme.
- Annoncer aux élèves que pour résoudre de telles équations, il est nécessaire de connaître le théorème suivant : $\log_a(u) = \log_a(v) \Leftrightarrow u=v$. En d'autres termes, l'égalité entre deux logarithmes de même base est équivalente à l'égalité entre leurs arguments.
- Demander aux élèves comment s'y prendre pour résoudre la première équation donnée en exemple, soit : $\log_3(2x) = \log_3(x+4)$. Désigner un élève pour qu'il donne sa réponse.
- Demander aux élèves comment s'y prendre pour résoudre la première équation donnée en exemple, soit : $\ln(3x-4) + \ln(10x-4) = 2 \ln(5x-2)$.
- Les élèves vont certainement commettre l'erreur consistant à appliquer directement le théorème (alors que ce n'est pas possible étant donné qu'il n'y a pas un unique logarithme de chaque côté). Il s'agit alors de leur demander si les conditions d'application du théorème sont remplies. En d'autres termes, n'y a-t-il qu'un seul logarithme de chaque côté? Une fois que les élèves comprennent qu'il n'est pas possible d'appliquer directement le théorème, il s'agit de leur demander ce qu'il est possible de faire pour pouvoir l'appliquer. S'il le faut, préciser qu'il s'agit d'utiliser une connaissance récente. Une fois que les élèves ont déduit qu'il est nécessaire d'utiliser les propriétés des logarithmes qu'ils connaissent, leur demander quelles sont les propriétés à utiliser. Demander à un élève de donner le résultat. Une fois ces propriétés appliquées, faire constater aux élèves que le théorème est applicable. Demander à un élève le résultat de son application. Demander ce qu'il reste à faire après application.
- Demander aux élèves d'énoncer une procédure générale d'application.

Pratique guidée :

Donner aux élèves une liste de six équations à résoudre. Ces équations sont du même type que celles qui ont servi d'exemples. Les élèves peuvent les résoudre par groupe de 2. L'enseignant circule dans les rangs en répondant aux questions des élèves et en regardant leur résolution. Des commentaires sont faits pour toute la classe si la nécessité se fait sentir.

Pratique autonome :

Donner aux élèves une liste de quatre équations à résoudre à la maison si au terme de la leçon, le niveau de compréhension semble adéquat. Sinon prolonger la pratique guidée.

4.4.2 Les différences avec la leçon explicite

La leçon proposée en alternative à un enseignement explicite s'inspire tout de même de ce dernier et reprend le même schéma.

La première étape, tout comme dans l'enseignement explicite, est une mise en situation. L'objectif de la leçon est donné ainsi que ses utilisations ultérieures. Cependant, les connaissances antérieures à utiliser ne sont pas mentionnées ; le but étant justement de les faire découvrir à l'élève lors de l'étape suivante et d'engager, ainsi, sa réflexion ainsi que l'activation de sa mémoire.

Le modelage de l'enseignement explicite est remplacé par une phase de transmission-découverte au cours de laquelle une part des informations sont explicitées par l'enseignant et une autre part découvertes par les élèves par le biais des sollicitations de l'enseignant. Ainsi la définition d'équation logarithmique et le théorème sont donnés par l'enseignant. Ce choix permet un gain de temps et il se justifie par le fait qu'il n'y a pas de réel intérêt à faire découvrir aux élèves ce qu'est une équation logarithmique ou l'énoncé du théorème. Par contre, l'enseignant ne montre pas d'emblée comment

une équation logarithmique se résout. Etant donné que les élèves ont tous les outils à disposition, il est légitime de leur demander un effort de réflexion. Cette manière de procéder permet également l'émergence de pré-conceptions notamment la tendance qu'ont les élèves à vouloir directement appliquer le théorème même si les conditions ne sont pas remplies. De plus, amener les élèves à penser à utiliser la connaissance antérieure (dans ce cas : les propriétés des logarithmes), plutôt que de le leur dire, leur permet de s'approprier ce réflexe et il viendra, dès lors, plus spontanément lorsque les élèves se trouveront seuls face à leur exercice. Enfin, faire énoncer la procédure de résolution par les élèves, engage également leur action et limite leur passivité.

Les étapes de pratique guidée et de pratique autonome ne sont pas modifiées. Il s'agit de deux étapes dont les justifications théoriques ont déjà été mentionnées et semblent évidentes et, ce, particulièrement pour les mathématiques où l'exercice et la répétition sont fondamentaux.

4.4.3 Conclusions à tirer de la leçon sur le terrain

La leçon telle que proposée dans la section précédente a été donnée dans une classe.

Lors de la phase de transmission-découverte, les élèves ont bel et bien commis l'erreur de vouloir directement appliquer le théorème même lorsque ce n'était pas possible. Ainsi, un avantage de ce type d'enseignement est de permettre l'émergence de leurs pré-conceptions et non pas de les ignorer. Laisser les élèves effectuer cette erreur et les conduire à la rectifier immédiatement empêche sa cristallisation tout en ne l'évitant pas. Certains pourraient rétorquer que la phase de pratique guidée est dédiée à déceler les erreurs des élèves. Cette constatation n'est pas remise en cause, mais s'agissant d'une erreur prévisible et à laquelle pratiquement l'unanimité des élèves sont susceptibles d'être confrontés, son émergence lors de la phase commune se justifie.

Les élèves ont, par ailleurs, été capables de retrouver eux-mêmes quelle était la connaissance à utiliser dans ce contexte. Ainsi, il peut être conclu qu'il serait dommage d'explicitier des procédures ou des connaissances que les élèves sont eux-mêmes capables de trouver. Cela permet d'engager leur réflexion et d'empêcher leur passivité.

La phase de pratique guidée a, quant à elle, permis, entre autres, de remettre sur la bonne voie les élèves ayant une compréhension erronée. En effet, certains élèves ne se rendent compte de la difficulté qu'une fois confrontés seuls aux exercices. Enfin, cette phase permet aussi à l'enseignant de faire pointer les élèves vers les bonnes connaissances à utiliser lorsqu'ils sont bloqués.

L'exemple traité dans ce chapitre permet de constater qu'avant de pouvoir confronter les élèves à des problèmes mathématiques, il est nécessaire, pour eux, d'acquérir un certain bagage théorique et technique. Ce bagage mathématique ne se prête que rarement à des situations-problèmes adéquates au gymnase. Ainsi, l'enseignement de cette base théorique a tendance à être transmissif. Cependant, comme il a été montré, plutôt que d'opter pour une transmission explicite de toutes les connaissances et procédures, il est possible de trouver un certain compromis permettant la réflexion de l'élève. Cette option ne prétend pas être la forme d'enseignement à suivre dans tous les cas. En effet, celle-ci doit être toujours choisie en fonction du public et du thème abordé. En ce sens, l'adaptation est une qualité majeure que doit posséder l'enseignant pour ne pas s'enfermer dans une seule et unique approche pédagogique qui risque de se révéler inefficace dans certains contextes.

4. Conclusion

Il est devenu clair, de nos jours, que l'expertise dans une matière ne suffit pas à savoir l'enseigner d'une manière adéquate. Ainsi, chaque enseignant se doit de réfléchir non seulement à sa matière, mais également à son approche pédagogique. Cette réflexion doit se faire au niveau de la planification des leçons, du déroulement de celles-ci, mais également des suites à y donner.

Les recherches ont permis la proposition de nombreuses méthodes d'enseignement et elles ont permis de mettre en lumière leurs avantages et leurs limites. Ainsi, tout enseignant, a la capacité de prendre connaissance des résultats de ces recherches et d'alimenter sa propre réflexion afin choisir, ensuite, ses propres interventions.

Ce travail a permis de traiter plus particulièrement la pédagogie explicite qui est certainement une voie différente de celles qui l'ont précédée. Tout comme les autres méthodes, elle a été conçue dans l'espoir de combler les carences relevées dans les autres approches. S'il a pu être montré qu'elle permettait d'atteindre ses fins sous certains égards, il n'en est pas moins qu'elle n'est, elle-même, pas dépourvue de carences. Cette constatation confirme que la méthode miracle n'existe pas, mais qu'un bon enseignement est celui qui est adapté au sujet, au public et au temps imparti. Ainsi, il est du devoir de chacun de connaître les avantages et les limites de chaque méthode afin d'en tirer profit au mieux et de ne pas s'enfermer dans une approche unique.

Par ailleurs, il a également pu être montré que les méthodes existantes peuvent servir de base et être, elles-mêmes modifiées pour les rendre adaptées aux besoins réels sur le terrain.

Pour ce qui est de l'enseignement des mathématiques au gymnase, leur côté abstrait, ne doit pas être une raison pour perpétuer un enseignement purement transmissif. Comme il a été proposé, il est possible d'opter pour d'autres formes d'enseignement. La pédagogie explicite qui repose sur des fondements théoriques logiques est source de nombreuses pistes à découvrir. Et il est bénéfique d'en exploiter les avantages tout en limitant ses inconvénients en introduisant éventuellement des modifications.

Le mot d'ordre principal doit rester l'adaptation. Cette faculté d'adaptation présuppose la connaissance des nombreuses alternatives ainsi que la capacité d'évaluer la situation d'apprentissage à laquelle l'enseignant est confronté. Ainsi, l'enseignant tout comme l'élève ne doit pas rester assis sur ses connaissances ; il doit toujours être prêt à évoluer.

Bibliographie

Appy Françoise. (2008). *Les trois voies d'enseignement. "La 3^e voie..."*.
<http://3e.voie.free.fr/appy/fran28.pdf>

Bissonnette Steve, Gauthier Clermont, Richard Mario. (2005). *Echec scolaire et réforme éducative. Quand les solutions proposées deviennent la source du problème*. Québec : Les presses de l'Université Laval.

Bissonnette Steve, Gauthier Clermont, Richard Mario. *L'enseignement explicite*.
<http://3e.voie.free.fr/canada/gauthier2007c.pdf>

Brousseau G. (1989). *Utilité et intérêt de la didactique pour un professeur de collège*. Petit x, 21, 48-68.

Bru M., Donnay J. (2002). *Recherches, pratiques et savoirs en éducation*. Québec : De Boeck.

Foulin, J.-N., Toczek, M.-C. (2006). *Psychologie de l'enseignement*. Paris: Armand Colin.

Gauthier. C. (1997). *Pour une théorie de la pédagogie. Recherches contemporaines sur le savoir des enseignants*. Québec : De Boeck.

Gauthier Clermont. *Qu'est-ce qu'un bon prof ?*. Article de la rubrique « L'école en questions ». Sciences humaines N° spécial N° 5.

Lieury, A. (1996). Mémoire et apprentissage scolaire. In A. Lieury et coll. *Manuel de psychologie de l'éducation et de la formation*. Paris : Dunod.

Rosenshine B. *Vers un enseignement efficace des matières structurées. Un modèle d'action inspiré par le bilan des recherches processus-produit*. <http://3e.voie.free.fr/usa/rosenshine1986b.pdf>

24 Heures, 2 mars 2005, Opinions approche pédagogique, L'invité: Jacques André Haury, député libéral.

Remerciements

Je remercie Mme Lydie Ramasco-Paslier d'avoir dirigé mon travail de mémoire, et, de m'avoir enseigné de nombreuses connaissances relatives à la pédagogie dans le cadre d'un séminaire lesquelles ont enrichi ma réflexion professionnelle.

Mes remerciements s'adressent également à Mme Danièle Marmillon qui a accepté d'être membre du jury pour la soutenance de mon travail et qui a contribué à ma formation tout au long de l'année.

Enfin, j'adresse mes remerciements à tous les proches, collègues ou formateurs qui par leurs conseils, remarques ou réflexions ont permis de faire évoluer ma conception de l'enseignement.

Résumé

L'impact de l'enseignant sur la réussite des élèves est un élément non négligeable. A partir de ce constat, la nécessité d'une réflexion sur la méthode d'enseignement employée s'impose.

Suite notamment aux approches traditionnelles, behavioristes et constructivistes, les recherches sur les pratiques d'enseignement efficaces et les développements en psychologie cognitive ont mis en lumière l'efficacité d'une pédagogie : la pédagogie explicite.

L'enseignement explicite se déroule en trois phases. La première, la mise en situation, consiste à présenter les objectifs d'apprentissage et effectuer les rappels nécessaires au nouvel apprentissage. La seconde phase, l'expérience d'apprentissage, se découpe, elle-même, en trois étapes. Le modelage constitue la première de ces trois étapes et consiste à ce que l'enseignant présente l'objet d'apprentissage en explicitant tout ce qui se déroule dans sa tête. Durant la seconde étape, intitulée pratique guidée, les élèves effectuent des exercices du même genre que ceux qui ont été présentés lors de la phase de modelage. Ils travaillent idéalement par groupe de deux et le rôle de l'enseignant consiste à évaluer la qualité de leur compréhension. Enfin, la pratique autonome prend place. La dernière phase de l'enseignement explicite est l'objectivation qui consiste à faire émerger l'essentiel à retenir.

De nombreuses démarches de l'enseignement explicite trouvent leurs justifications dans les sciences cognitives qui ont développé des notions telles que la surcharge cognitive, le sur-apprentissage ou encore l'importance des connexions entre les réseaux dans le cerveau.

Cependant deux limites principales à ce modèle d'enseignement peuvent être relevées. La première concerne l'attention des élèves et la seconde leur réflexion qui risque d'être peu utilisée.

Pour ce qui est de l'enseignement des mathématiques au gymnase, il peut être conclu que les phases de pratique guidée et de pratique autonome sont indispensables. L'étape de modelage pourrait, quant à elle, être remplacée par une étape où les connaissances et les habiletés seraient explicitées, mais par le biais d'un questionnement des élèves qui permettrait, ainsi, de susciter leur réflexion.

Mots-clés

Pédagogie - Explicite - Mathématiques - Cognitif- Apprentissage - Modelage