

# POINTS DE VUE DE PROFESSEURS ET DE FUTURS PROFESSEURS DE CHIMIE CONCERNANT L'ENSEIGNEMENT DE LA COMBUSTION

Onno de Jong

*Une des tâches importantes des professeurs de sciences devrait être de prendre en compte les (pré) conceptions et les difficultés des élèves ainsi que de négocier les significations de concepts scientifiques bien spécifiques. Dans ce contexte, la connaissance du contenu pédagogique chez les enseignants joue un rôle important.*

*Cet article présente une étude des points de vue qu'ont les futurs enseignants de chimie sur la manière d'enseigner le concept de la combustion. Sept futurs enseignants et sept professeurs confirmés ont été invités à préparer un premier cours sur la combustion (pour des élèves de 14-15 ans). Les entretiens enregistrés de façon semi-informelle avec les enseignants, la rédaction de leurs projets de séance ainsi que leurs réponses à un questionnaire joint constituent les données recueillies.*

*Les résultats révèlent nombre de caractéristiques importantes des points de vue de ces professeurs sur l'enseignement de la combustion. On a également trouvé des différences intéressantes entre les points de vue des futurs enseignants et ceux des professeurs confirmés. On présentera ici les implications de cette étude concernant la formation des professeurs de sciences.*

## 1. CONNAISSANCES DES PROFESSEURS DE SCIENCES

On a connu ces dernières années un intérêt grandissant pour les conceptions des professeurs de sciences sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences (Anderson et Mitchener, 1994). La recherche dans ce domaine a été stimulée par au moins deux notions importantes relatives à la réflexion des enseignants. La première est l'existence d'un lien étroit entre le mode de pensée des professeurs et la manière dont ils enseignent. Comme l'ont fait remarquer Clark et Peterson (1986), ce lien a une caractéristique de réciprocité : les conceptions des enseignants influencent l'organisation de leurs cours et de leur classe, et inversement, leurs pratiques d'enseignement influencent leurs conceptions. La deuxième notion est que les enseignants se devraient de connaître les représentations préexistantes des élèves sur les concepts et les règles. Comme Hewson et Thorley (1989) ainsi que Bromme (1987) l'ont remarqué, les

deux notions  
relatives  
à la réflexion  
des enseignants

professeurs devraient tenir compte de ces représentations préexistantes s'ils veulent créer des conditions d'apprentissage favorables à un changement conceptuel. En conclusion la connaissance des conceptions des professeurs de sciences est importante, car le savoir acquis peut contribuer à élucider des problèmes d'enseignement des sciences et à progresser dans la formation scientifique.

connaissances  
de contenu,  
connaissance  
pédagogique  
générale,  
connaissance  
du contenu  
pédagogique

Les connaissances des professeurs de sciences peuvent être classées en différentes catégories. La classification la plus courante, mise au point par Shulman (1987), peut se résumer ainsi : connaissance du contenu, connaissance pédagogique générale, et connaissance du contenu pédagogique. Dans le cas des professeurs de sciences, la connaissance du contenu renvoie à leurs connaissances des thèmes scientifiques, de la nature et de la structure des sciences, tandis que la connaissance pédagogique générale renvoie à leurs connaissances des principes et stratégies générales, par exemple les niveaux de développement de Piaget et la gestion d'une classe. Enfin, la connaissance du contenu pédagogique représente cet "*amalgame particulier de contenu et de pédagogie qui est du ressort des seuls enseignants*" (Shulman, 1987, p. 8). Elle a trait à la faculté de traduire et formuler des thèmes scientifiques de manière à les rendre intelligibles pour les élèves. Elle inclut aussi une compréhension de ce qui rend l'apprentissage d'un sujet spécifique facile ou difficile : par exemple les représentations préexistantes que les élèves vont mobiliser pour ce sujet.

Jusqu'à présent, si on s'est penché sur l'étude des connaissances des professeurs de sciences, c'est pour insister surtout sur deux principales catégories de savoirs : la connaissance du contenu, spécialement chez les maîtres du primaire, et la connaissance pédagogique générale. Or, la connaissance du contenu pédagogique est aussi très importante à examiner et sera une question centrale de cet article.

pour cette  
dernière  
connaissance,  
des différences  
importantes  
entre professeurs  
confirmés  
et futurs  
enseignants

Alors que les professeurs de sciences acquièrent la connaissance de leur matière essentiellement pendant leurs années d'études au niveau universitaire, ils ne développent vraiment leur connaissance du contenu pédagogique qu'à partir du moment où ils commencent à enseigner. C'est pour cette raison qu'il est important, dans ce domaine, de faire une distinction entre d'une part, les professeurs confirmés et d'autre part, les futurs enseignants. Les professeurs confirmés ont consolidé cette connaissance du contenu pédagogique au fil de leurs années d'enseignement. Leurs "*paradigmes fonctionnels*" (Lantz et Kass, 1987) sont influencés par une grande variété de facteurs, tels que leur développement personnel, leur connaissance des représentations préexistantes chez les élèves et des stratégies particulières d'enseignement. Mais les professeurs débutants, comme le sont les futurs enseignants, manquent considérablement d'expérience dans ce domaine. L'un des facteurs qui influence le plus leurs points de vue est leur bagage personnel, en particulier l'expérience qu'ils ont eue, eux-

mêmes, des cours de sciences suivis quand ils étaient élèves et étudiants (Huibregtse, Korthagen et Wubbels, 1994). En bref, les professeurs confirmés ont la faculté de donner à leur connaissance du contenu une forme qui puisse être transmise aux élèves, alors que les futurs enseignants ont encore à acquérir cette capacité.

de même pour  
la nature de leurs  
préoccupations  
d'enseignants

Une autre distinction intéressante entre professeurs confirmés et futurs enseignants a trait à la nature de leurs préoccupations en tant qu'enseignants. Fuller et Bown (1975) ont dressé un tableau des préoccupations des enseignants. Ces auteurs décrivent les changements de nature des préoccupations de l'enseignant comme des étapes de leur développement professionnel. Selon eux, la première étape concerne le souci de l'image de soi et les moyens de survie dans la classe : c'est le "doute de soi". La deuxième étape concerne la performance de l'enseignant et son adéquation par rapport à la connaissance du contenu : c'est la préoccupation centrée sur la tâche. L'étape finale concerne la connaissance des élèves et de leurs processus d'apprentissage : c'est la préoccupation centrée sur l'apprenant. Donc, selon ce schéma en étapes, les professeurs confirmés ont surtout la préoccupation de l'élève alors que les doutes des futurs enseignants portent surtout sur eux-mêmes.

La présente étude insiste sur la connaissance du contenu pédagogique et les préoccupations des deux groupes : professeurs confirmés et futurs enseignants. Dans le cadre de cette étude, on a choisi un sujet du programme considéré comme l'un des points les plus fascinants enseignés à des élèves de collège : la combustion. À première vue, ce sujet du programme semble facile à comprendre pour les élèves, ne serait-ce que parce qu'ils y sont familiarisés par des expériences personnelles telles que la combustion d'une bougie ou d'un morceau de bois. Pour les élèves de collège, cependant, ce sujet semble soulever de nombreuses difficultés conceptuelles (voir § 2). L'existence même de ces difficultés souligne la nécessité d'une réflexion appropriée chez le (futur) professeur qui enseigne ce sujet.

d'où les deux  
pôles de cette  
étude comparée  
à propos de  
l'enseignement  
de la combustion

Cette étude cherche à identifier :

- *quelles connaissances du contenu pédagogique ont les futurs enseignants et les professeurs confirmés en ce qui concerne l'enseignement de la combustion ;*
- *quelles préoccupations ont les futurs enseignants et les professeurs confirmés confrontés à l'enseignement de la combustion.*

Elle cherche aussi à explorer le domaine suivant :

*quelles différences y a-t-il entre les futurs enseignants et les professeurs confirmés concernant cet enseignement (contenu pédagogique et préoccupations) ?*

On a encore très peu publié d'études sur la façon dont les futurs enseignants et professeurs confirmés conçoivent l'enseignement de la combustion. L'objectif de la présente étude est d'explorer leurs conceptions et leurs préoccupations. Les

résultats de cette recherche peuvent être utiles à l'élaboration d'une formation basée sur le constructivisme, destinée aux professeurs de sciences, au cours de laquelle les formateurs des enseignants prennent en compte les points de vue des participants.

## 2. LE THÈME DE LA COMBUSTION À L'ÉCOLE

Dans les collèges la combustion est le plus souvent abordée en même temps que l'introduction et/ou l'application du thème de la réaction chimique. La combustion est alors souvent définie comme la transformation d'une substance par le biais de l'oxygène accompagnée d'un phénomène de flamme. La plupart des manuels usuels contiennent des descriptions d'expériences à réaliser en classe en faisant brûler une bougie, un morceau de bois ou de magnésium etc.

concernant la  
compréhension  
de ce concept

Plusieurs aspects de la combustion semblent poser beaucoup de problèmes de compréhension aux élèves comme l'indique un bon nombre de recherches émanant de plusieurs pays, relevées par Driver (1994) et Griffiths (1994). Les aspects qui causent ces difficultés conceptuelles peuvent être répertoriés comme suit.

quatre champs  
de difficultés

- Les phénomènes de lumière et de chaleur tels que l'incandescence dans le cas de la laine de fer chauffée (Haupt, 1984).
- Les conditions nécessaires à la combustion telles que le rôle de l'oxygène ou de l'air (Méheut et al., 1985).
- Les transformations de substances telles que l'absence de point commun entre la combustion et l'évaporation (Boujaoude, 1991 ; Pfundt, 1982), l'existence de produits gazeux de combustion (Hesse et Anderson, 1992) et la production de suie quand une bougie se consume (Abraham et al., 1994).
- Les effets quantitatifs comme ceux qui se produisent lorsqu'on fait brûler un morceau de carbone (Sumfleth et Todtenhaupt, 1995) et un morceau de laine de fer (Donnelly et Welford, 1988).

d'où, au collège,  
une  
compréhension  
souvent  
fragmentée

Les résultats globaux ont montré que la compréhension de la combustion chez les élèves de collège est souvent fragmentée, illogique et en désaccord avec les significations scientifiques. En ce qui concerne l'illogisme des explications des élèves relatives à la combustion, Watson et al. (1997) ont montré que cet illogisme pourrait être l'indication d'un changement conceptuel. Il se peut que les élèves soient dans un stade de transition, de passage entre la reconnaissance d'une théorie et une autre. Dans une autre recherche, les mêmes auteurs (Watson et al., 1995) montrent qu'un travail pratique fait en classe a peu d'effets sur la compréhension de la combustion chez les élèves. Il semble que ces derniers ne parviennent pas à utiliser les connaissances acquises par

les expérimentations pour modifier leurs formulations expliquant la combustion.

### **3. CONNAISSANCE DU CONTENU PÉDAGOGIQUE ET PRÉPARATION DE SÉANCES DE COURS**

On utilisera une classification tirée de Tamir (1988) pour définir le concept de contenu pédagogique chez les enseignants. Tamir a avancé une distinction entre quatre domaines différents : programme, élève, méthodes d'enseignement et évaluation. Dans notre étude, nous définirons ces domaines de la façon suivante.

quatre domaines de connaissances pour définir le concept de contenu pédagogique

- Par connaissances relatives au programme, on entendra les connaissances du sujet du programme que l'on enseigne ainsi que les connaissances des points traités avant et après dans le programme et qui sont en relation avec le sujet.
- Les connaissances relatives à l'élève signifient la connaissance des représentations préexistantes ainsi que des difficultés conceptuelles des élèves relatives au point spécifique du programme que l'on traite.
- Les connaissances des méthodes d'enseignement correspondent non seulement à la connaissance des différentes activités d'enseignement appropriées, comme le choix du matériel pédagogique spécifique et des expériences, mais également à la connaissance des méthodes d'organisation de la classe telles que la façon de répartir les élèves en petits groupes de travail.
- Les connaissances relatives à l'évaluation s'appliquent à la connaissance de tests portant sur un contenu spécifique et d'autres outils pouvant servir à estimer les connaissances et les compétences des élèves.

le contexte de l'étude : la préparation de cours

Les conceptions et les préoccupations des enseignants jouent un rôle important lors de la préparation des cours (Bromme et Brophy, 1986). Dans cette étude, nous examinerons les connaissances du contenu pédagogique et les préoccupations des professeurs de sciences dans le contexte de la préparation de leurs cours. Parmi les diverses activités pédagogiques, celle-ci met l'accent sur plusieurs aspects de la situation d'enseignement et d'apprentissage. Les principaux sont (de Cecco, 1968) : les objectifs d'enseignement, les connaissances de départ des élèves, les méthodes d'enseignement et l'évaluation des performances.

La préparation de ce qui va constituer un cours spécifique, pour un enseignant, peut être assimilée à ce que Tamir appelle l'élaboration du contexte pédagogique. Formuler des objectifs d'enseignement demande une connaissance du programme, définir les connaissances de départ des élèves s'appuie sur une connaissance du mode de pensée des élèves, établir des méthodes d'enseignement exige une connaissance des approches pédagogiques et enfin, mettre au point une évaluation des performances requiert une

connaissance de l'évaluation. En somme, la préparation d'un projet de séances de cours est donc une source d'information précieuse pour étudier les connaissances et les préoccupations des enseignants.

#### 4. PROJET DE LA RECHERCHE

En 1996, des recherches ont été entreprises dans le but d'étudier la façon dont des futurs enseignants et des professeurs confirmés hollandais envisageaient l'enseignement de sujets de chimie. Ces recherches ont été conçues comme une étude transversale. Comparée à l'alternative fort répandue, une étude longitudinale, la démarche choisie présente de nombreux avantages. Elle écarte le danger de perdre des participants en cours de route en raison de longs intervalles et celui de résultats faussés par des évaluations répétées effectuées sur chaque participant. Cependant une des difficultés méthodologiques liées aux études transversales réside dans le risque d'erreurs d'interprétation dû à la comparaison de groupes non équivalents. Ce qui fit pencher la balance, fut le fait qu'il est plus facile de réaliser des études transversales et que plusieurs recherches sur la compréhension conceptuelle se sont basées dessus (voir Abraham et al., 1994).

Les futurs enseignants hollandais qui désirent devenir professeurs confirmés du secondaire (en cycle terminal) doivent suivre une formation préparatoire à l'université. Cette formation comprend deux parties : un cursus qui va jusqu'à la maîtrise et un autre postérieur à l'obtention de ce diplôme. Le cursus précédant le diplôme (deux mois) peut être considéré comme une première orientation concernant l'éducation secondaire et le métier d'enseignant. Le cursus qui suit l'obtention du diplôme (un an) comprend à la fois des cours théoriques universitaires, des ateliers et des activités d'immersion professionnelle dans des établissements scolaires du secondaire. On trouve dans Wubbels (1992) une étude complète de la formation des enseignants dans l'université hollandaise. Sept futurs enseignants, appartenant tous au cursus pré-maîtrise, ont participé à cette recherche. Ces futurs enseignants avaient étudié la chimie à l'université d'Utrecht depuis environ quatre ans. Ils ont commencé à participer à cette recherche à la fin de leur formation d'orientation. Cette formation a pour but de donner aux étudiants l'occasion de passer en revue les perspectives traditionnelles et nouvelles de l'enseignement de la chimie et de voir vers lesquelles vont leurs préférences. Les étudiants avaient participé à divers ateliers concernant par exemple la nature des sciences, le curriculum de chimie, les représentations préexistantes chez les apprenants et les sujets abordés dans l'enseignement et l'apprentissage de la chimie. Ils avaient aussi passé deux semaines à observer l'enseigne-

une recherche  
conçue comme  
une étude  
transversale

ont participé  
sept futurs  
enseignants  
en fin de leur  
formation  
d'orientation...

ment de la chimie en classe et une semaine à l'enseigner eux-mêmes dans le secondaire, au niveau collège et lycée. Les futurs enseignants n'étaient pas familiarisés avec les représentations préexistantes des élèves concernant la combustion et n'avaient pas eu l'expérience préalable d'observer, de préparer ou de faire des cours sur ce sujet.

... ainsi que  
sept professeurs  
confirmés

Sept professeurs confirmés ont aussi participé à cette recherche. Ils avaient tous une ancienneté importante dans leur établissement et avaient enseigné la chimie dans le secondaire depuis environ 19 ans. Tous les professeurs utilisaient des manuels courants.

## 5. DÉROULEMENT DE LA RECHERCHE

Ils devaient faire  
un projet  
de séance  
de 40 mn sur  
la combustion...

On a demandé à tous les futurs enseignants de faire le projet d'une séance de 40 minutes sur la combustion. Cette séance devait s'adresser à des élèves de 9<sup>e</sup> (14-15 ans) de classes hétérogènes dans des établissements scolaires préparant au VWO (niveau pré-universitaire). Dans ces établissements, cette classe (9<sup>e</sup>) ouvre le premier cycle du niveau secondaire et c'est le plus souvent la première année où on étudie la chimie. On a dit aux futurs enseignants que les sujets habituels du programme avaient été traités avant la combustion : changement d'état, corps purs, mélanges, substances décomposables (ou non) et transformation d'une substance en une autre. Tous les futurs enseignants connaissaient bien cet enchaînement des sujets. Ils devaient supposer qu'ils disposeraient du matériel correspondant qu'on trouve dans une classe de chimie ou un laboratoire et n'avaient pas le droit d'utiliser de manuels pendant l'élaboration de leur projet de séance.

... répondre à  
un questionnaire  
et participer  
à un entretien

Après avoir rédigé ce projet, chaque futur enseignant devait remplir un questionnaire constitué uniquement de questions ouvertes. Ces questions concernaient principalement leurs attentes par rapport aux représentations préexistantes des élèves sur la combustion, les raisons qui leur avaient fait choisir les expériences qu'ils proposaient et la réflexion qui avait soutenu leur approche pédagogique. Enfin, lors d'un entretien, on a demandé à chaque futur enseignant d'explicitier la séance qu'il avait préparée ainsi que ses réponses au questionnaire. Ils pouvaient également faire part des difficultés conceptionnelles qu'ils s'attendaient à trouver chez les élèves ainsi que des difficultés relatives à l'enseignement de la combustion qu'ils s'attendaient à rencontrer eux-mêmes. Tous ces entretiens ont été enregistrés.

L'analyse des projets de séance, des réponses au questionnaire ainsi que de celles suscitées lors de l'entretien a été élaborée au moyen des catégories suivantes (voir aussi § 3) : connaissance des approches pédagogiques appropriées, connaissance des aspects conceptuels du sujet traité, connaissance des représentations préexistantes chez les

ces données  
analysées  
en fonction  
des quatre  
catégories de  
connaissances

élèves, connaissance des moyens et de l'intérêt des évaluations liées à l'enseignement de la combustion.

Les enregistrements des réponses des enseignants n'ont été transcrits en protocoles que lorsqu'ils pouvaient rentrer dans cette classification. Dans tous les autres cas, on a pris un grand nombre de notes pour étoffer les informations sur le contexte. Les résultats d'analyse des données provenant des trois sources d'information (projets de séance, questionnaires, entretiens) ont été comparés afin de confirmer autant que possible les résultats de chaque analyse (mode de triangulation des données).

## **6. CONNAISSANCES DES (FUTURS) ENSEIGNANTS CONCERNANT L'ENSEIGNEMENT DE LA COMBUSTION**

### **6.1. Connaissance de l'approche pédagogique appropriée**

structure plus ou  
moins identique  
des projets

Les futurs enseignants ainsi que les professeurs confirmés ont présenté leur projet de séance. Ces projets semblent adopter une structure plus ou moins identique qui peut être décrite comme suit. D'abord on instaure une discussion générale dans la classe où les élèves peuvent parler des substances qu'ils ont eux-mêmes vu brûler et où on passe rapidement en revue quelques représentations préexistantes adaptées à la situation. Ensuite on se consacre à la réalisation d'expériences concernant les caractéristiques de la combustion. Enfin on conclut par une dernière discussion générale et des exercices d'application dont certains sont faits en classe et d'autres donnés à faire à la maison.

L'analyse des séances proposées est aussi centrée sur les parties du projet qui concernent les expériences à réaliser en classe. On a observé quel profit les élèves pouvaient, en tant qu'apprenants, tirer des expériences, et, d'après ce critère, les projets de séance ont été regroupés en deux catégories (tableau 1).

concernant  
les expériences,  
deux types  
d'intentions  
pédagogiques

- La première catégorie rassemble les intentions pédagogiques liées aux expériences qu'on appellera "intentions de transmission". On retrouve cette tendance chez une majorité des futurs enseignants et une minorité de professeurs confirmés. La caractéristique principale est la suivante. Le professeur expose aux élèves les principaux concepts relatifs à la combustion en expliquant les expériences à faire en classe. Ensuite il réalise les expériences en question, il les commente et en fournit les interprétations. Les expériences, selon ce type d'intention pédagogique, sont envisagées comme illustration des caractéristiques de la combustion que l'on donne. Les expériences proposées par les futurs enseignants sont à peu près les mêmes que celles des pro-



fesseurs confirmés. La plupart consistent à faire brûler un ou deux objets tels qu'un morceau de bois, de papier, de carbone, de magnésium, de laine de fer, de l'alcool ou une bougie. Quelques expériences portent sur la combustion d'un morceau de bois ou de phosphore à l'intérieur d'un récipient clos.

l'intention  
de transmission  
domine chez  
les futurs  
enseignants

Cette "intention de transmission" des expériences à réaliser en classe va de pair avec l'idée que le professeur agit comme une personne qui transmet le savoir et les compétences aux élèves. Non seulement elle est perceptible dans les grandes lignes des projets de séance, mais elle est aussi formulée par les (futurs) enseignants eux-mêmes. Voici quelques exemples représentatifs de ce qu'ils ont avancé :

*"Le travail de l'enseignant est de réaliser des expériences démonstratives et de les expliquer aux élèves en mettant en relation observation et théorie. Il peut expliquer que (...) de nouvelles substances se sont formées pendant la combustion. Le professeur répond aux questions des élèves ou bien il répercute ces questions à l'ensemble de la classe."*

*"Il faut partir du savoir existant chez les élèves. En utilisant une succession graduée de démarches explicatives, on peut atteindre le niveau de connaissance requis d'après le manuel. Il faut avoir recours à des expériences réalisées en classe, de préférence nombreuses, dans un but d'éclaircissement..."*

**Tableau 1. Les deux sortes d'intentions pédagogiques qui sous-tendent les expériences à réaliser en classe**

Intentions émises	Nombres d'enseignants	
	futurs (n = 7)	confirmés (n = 7)
<b>Intentions de "transmission"</b>		
le professeur énonce les caractéristiques de la combustion	4	2
le professeur réalise en classe les expériences appropriées	4	2
le professeur décrit les observations	4	2
le professeur interprète les observations	4	2
<b>Intentions de "découverte guidée"</b>		
le professeur réalise en classe les expériences adéquates	2	2
le professeur fait réaliser les expériences par des élèves	1	3
le professeur décrit les observations	3	5
le professeur demande aux élèves d'interpréter les observations	3	5
le professeur discute des caractéristiques de la combustion	3	5

- La seconde catégorie correspond à une intention pédagogique relative aux expériences réalisées en classe que l'on a qualifiée de "découverte guidée". Cette intention se retrouve chez une minorité de futurs enseignants et une majorité de professeurs confirmés. Sa caractéristique principale est la suivante : le professeur réalise les expériences nécessaires ou les fait réaliser par des élèves eux-mêmes ; puis l'enseignant décrit les observations mais il demande aux élèves de les interpréter ; enfin il discute avec eux des principaux

concepts concernant la combustion. Les expériences, selon cette intention pédagogique, ont comme rôle d'orienter le cheminement des élèves vers le sujet traité. À nouveau les expériences proposées par les futurs enseignants diffèrent peu de celles des professeurs confirmés et correspondent en gros aux expériences traitées par le groupe intention de "transmission".

l'intention  
de découverte  
guidée domine  
chez les  
enseignants  
confirmés

L'intention de "découverte guidée" est liée à l'idée que le professeur est une personne qui non seulement transmet son savoir et ses compétences mais veille également à ce que les élèves bénéficient d'un rôle d'apprenant actif. Elle est non seulement décelable à travers les projets de cours mais également formulée par les (futurs) enseignants eux-mêmes. Voici un exemple :

*"A mon avis, les élèves doivent raisonner avec moi et être influencés par les expériences démonstratives. Si je leur dis que 20 % du volume de gaz a disparu après avoir fait brûler un morceau de phosphore dans un récipient clos, j'attends de leur part un bon raisonnement : le volume d'oxygène est dans l'air et son volume est de 20 %, donc l'oxygène rend la combustion possible. Ce que j'essaie de faire, c'est de ne pas suggérer l'idée que l'oxygène est nécessaire. À mon avis, c'est plus motivant lorsqu'ils le découvrent tout seuls à travers les expériences que je fais pour le démontrer."*

## 6.2. Connaissance du sujet du programme

trois types  
d'objectifs  
de connaissance

Les futurs enseignants et les professeurs confirmés ont fait part d'objectifs d'enseignement visant un gain de connaissance de la combustion qui comporte plusieurs aspects conceptuels. Leurs descriptions ont été classées en trois catégories.

conditions  
nécessaires  
à la combustion

- La première catégorie dont il faut parler concerne les conditions nécessaires à la combustion. Tous les futurs enseignants mentionnent la nécessité d'avoir à la fois une substance combustible et de l'oxygène. Trois d'entre eux mentionnent également la nécessité d'avoir une température supérieure à la température de début de combustion. Tous les professeurs confirmés mentionnent, eux, la nécessité de ces trois conditions.

définition  
de la combustion

- La deuxième catégorie concerne la définition de la combustion à retenir (voir tableau 2). Une majorité de futurs enseignants préfère utiliser la description suivante : la combustion est la transformation d'une substance par le biais de l'oxygène, tandis qu'une minorité préfère utiliser une description plus spécifique : transformation de substance associée au phénomène "flamme". Les futurs enseignants qui préfèrent la définition générale soulignent le fait qu'ils veulent la rapprocher de séances de biologie précédentes. Selon eux, lors de ces séances, la transformation (sans flamme) de la nourriture dans le corps humain est aussi définie comme un processus de combustion. L'argument avancé par les futurs enseignants en faveur de la définition spécifique est

la volonté de tenir compte des représentations habituelles qu'ont les élèves de la combustion. La préférence des professeurs confirmés est à l'opposé : une petite majorité veut utiliser seulement la définition spécifique. Dans les deux cas ils avancent les mêmes arguments que les futurs enseignants.

**Tableau 2. Définitions du concept de la combustion émises par les participants**

<b>Définitions émises</b>	<b>Nombres d'enseignants</b>	
	<b>futurs (n = 7)</b>	<b>confirmés (n = 7)</b>
<b>Définition générale</b> Transformation d'une substance par le biais de l'oxygène	5	3
<b>Définition spécifique</b> Transformation d'une substance par le biais de l'oxygène associé au phénomène "flamme"	2	4

ses implications  
en sciences,  
technologie  
et société

- La dernière catégorie concerne les implications de la combustion sur sciences, technologie et société. L'un des futurs enseignants ainsi que quatre des professeurs confirmés (la majorité) veulent prendre en compte la détermination de la quantité d'oxygène (volume 20 %) dans l'air. Un autre des futurs enseignants mentionne le moteur à combustion interne et la cuisson des aliments, tandis que le reste des futurs enseignants ne prennent pas du tout en compte les implications. Tous les professeurs confirmés évoquent, eux, au moins deux des implications concernant sciences, technologie et société. Ces implications couvrent un grand nombre de thèmes allant de la pollution de l'air, au travail des pompiers en passant par l'épuisement des réserves de charbon, de pétrole ou de gaz sur toute la planète.

### **6.3. Connaissance des représentations préexistantes des élèves**

Les représentations préexistantes des élèves auxquelles s'attendent les futurs enseignants et les professeurs confirmés sont classées selon les quatre mêmes catégories que l'on a déjà utilisées pour répertorier les conceptions d'élèves rapportées dans les articles de recherche parus déjà cités (voir § 2). Ces prévisions des professeurs ainsi classées sont données dans le tableau 3. Ce tableau mentionne seulement les représentations prévues par au moins deux enseignants. On a effectué une distinction entre les représentations préexistantes prévisibles qui sont susceptibles de faciliter la compréhension et celles qui peuvent au contraire créer des difficultés conceptuelles de compréhension.

Si on compare les futurs enseignants et les professeurs confirmés, on peut distinguer des correspondances ainsi

suivant les aspects de la combustion considérés, les prévisions des deux groupes d'enseignants sont proches ou divergentes

que des différences. Les connaissances des futurs enseignants sont à peu près les mêmes que chez les professeurs confirmés en ce qui concerne leurs prévisions des représentations préexistantes qu'auraient les élèves par rapport aux phénomènes de lumière et de chaleur, aux transformations de substances et aux effets quantitatifs.

Cependant il y a une différence importante en ce qui concerne les représentations des élèves quant aux conditions nécessaires à la combustion. Tous les professeurs confirmés s'attendent à ce que les élèves sachent que l'oxygène rend la combustion possible alors qu'une (petite) majorité de futurs enseignants s'attend à ce que les élèves pensent que l'oxygène n'intervient pas sur la combustion. Les professeurs confirmés justifient leurs prévisions en insistant sur le fait que les élèves ont acquis ce savoir parce qu'ils l'ont appris antérieurement en biologie ou à travers des émissions de télévision. Les futurs enseignants, quant à eux, justifient leur position en disant que les élèves ont peu de chance de faire attention à l'oxygène car c'est une substance gazeuse invisible.

**Tableau 3. Prévisions de professeurs au sujet des représentations préexistantes des élèves concernant la combustion**

<b>Représentations préexistantes prévues par les enseignants</b>	<b>Nombres d'enseignants</b>	
	<b>futurs (n = 7)</b>	<b>confirmés (n = 7)</b>
<b>Phénomènes de lumière et de chaleur</b>		
(+) les flammes en tant que phénomène marquant	6	5
(+) quand des substances brûlent, cela produit de la chaleur	4	3
(-) l'incandescence est une caractéristique insuffisante	0	2
(-) une bougie qui se consume est un processus endothermique	0	2
<b>Conditions nécessaires à la combustion</b>		
(+) il est nécessaire d'avoir à faire à des substances combustibles	7	7
(+) l'oxygène rend la combustion possible	2	7
(+) une température minimum est nécessaire	2	4
(-) une température minimum n'est pas nécessaire	2	3
(-) l'oxygène ne rend pas la combustion possible	4	0
<b>Transformations de substances</b>		
(+) la combustion est une transformation de substances	2	4
(+) il y a production de résidus solides noirs ou de cendres	3	2
(+) il y a production de gaz	0	2
(-) aucune nouvelle substance ne se forme pendant de combustion	3	3
<b>Effets quantitatifs</b>		
(-) quand un morceau de métal brûle, sa masse diminue	1	2

(+) : facilitant la compréhension conceptuelle

(-) : difficultés prévisibles à la compréhension

Les projets de séance des futurs enseignants qui mentionnent les difficultés conceptuelles des élèves ont été analysés pour voir s'ils suggèrent des expériences à réaliser en classe

qui tiennent compte de ces difficultés. Les résultats de cette analyse sont les suivants : trois sur quatre des futurs enseignants qui croyaient que les élèves pensaient que l'oxygène ne rendait pas la combustion possible n'ont pas proposé d'expériences adaptées à ce problème. Parmi les trois futurs enseignants qui s'attendaient à ce que les élèves pensent qu'aucune nouvelle substance ne se formait lors de la combustion, deux n'ont pas proposé d'expériences portant spécialement sur cette difficulté conceptuelle des élèves. Bien que deux futurs enseignants aient prévu que les élèves penseraient qu'une température minimum n'était pas nécessaire à la combustion, ils ont projeté des expériences qui ne tenaient pas compte de ces difficultés. Seul le futur enseignant qui avait prévu l'idée d'une perte de masse de magnésium qui brûle, a proposé une expérience destinée à clarifier le problème des changements de masse de ce métal lorsqu'il brûle. Pour récapituler, bien que tous les futurs enseignants aient fait part d'au moins une difficulté conceptuelle des élèves, la majorité n'a pas pris en compte toutes ces difficultés prévues dans les expériences qu'ils se proposent de faire en classe.

les projets de séances tiennent-ils compte des difficultés prévues ?

D'autre part, presque tous les professeurs confirmés qui avaient évoqué des difficultés conceptuelles prévisibles semblent avoir planifié des expériences qui prennent ces difficultés en compte. En proposant ces expériences, ils voulaient faire remarquer le rôle de la température de début de combustion, la formation de nouvelles substances, le changement de masse et la présence d'effets dus à la chaleur.

#### **6. 4. Connaissance des méthodes d'évaluation adéquates**

Les futurs enseignants ainsi que les professeurs confirmés ont affirmé ne pas souhaiter soumettre leurs élèves à un test de contrôle formel et écrit pour évaluer l'aboutissement de leurs acquisitions suite à une séance unique. Selon eux, ce genre d'évaluation présente peu d'intérêt. Ils souhaitent plutôt évaluer les acquisitions des élèves de plusieurs autres manières. L'une d'elles consiste à poser des questions orales aux élèves en cours ou en fin de séance. Une autre manière est de poser des questions orales et écrites au début de la séance suivante. Une troisième possibilité évoquée consiste à encourager les élèves à résoudre des problèmes de leur manuel et d'en discuter les solutions lors de cette séance ou de la suivante.

pas de contrôle formel écrit

mais une évaluation multiforme et répartie dans le temps

Selon la plupart des futurs enseignants, leurs questions porteront surtout sur les conditions nécessaires à la combustion. En outre ils établiront un rapport entre leurs questions et les expériences, et particulièrement les interprétations des phénomènes observés. Quelques professeurs (un futur enseignant et deux professeurs confirmés)

veulent également évaluer des rapports écrits rédigés par les élèves qui ont réalisé eux-mêmes des expériences en classe.

## 7. PRÉOCCUPATIONS DES ENSEIGNANTS CONFRONTÉS À L'ENSEIGNEMENT DE LA COMBUSTION

Tous les (futurs) enseignants prévoient de rencontrer plusieurs problèmes. Ceux-ci sont passés en revue dans le tableau 4.

**Tableau 4. Préoccupations émises par les enseignants confrontés à l'enseignement de la combustion**

<b>Difficultés prévues par les futurs enseignants</b>	<b>(n = 7)</b>
Manquer de connaissances suffisantes pour donner des explications appropriées	5
Avoir une connaissance trop limitée des expériences appropriées à faire en classe	4
Ne pas être capable de réaliser un projet de cours assez motivant	4
“Rater” les expériences à faire en classe	3
Ne pas bien guider les discussions générales	3
Ne pas avoir des conceptions assez claires sur les significations scientifiques de la combustion	2
Ne pas arriver à gérer correctement la durée de la séance	1
<b>Difficultés prévues par les professeurs confirmés</b>	<b>(n = 7)</b>
Que les élèves ne soient pas capables d'interpréter suffisamment les observations	4
Que les élèves comprennent mal la température de début de combustion	3
Que les explications données au sujet de la combustion ne semblent pas assez claires aux élèves	2
Ne pas trouver assez de problèmes motivants à soumettre aux élèves	2

origines des  
difficultés  
prévues...

Dans le cas des futurs enseignants, les difficultés dont ils parlent renvoient à plusieurs formes de connaissances de la part de l'enseignant. En ce qui concerne les connaissances relatives au contenu pédagogique, la difficulté la plus souvent évoquée porte sur un manque de connaissance des explications à donner par rapport à la combustion. Par exemple, les futurs enseignants disent ne pas bien connaître les descriptions relatives aux caractéristiques de la combustion ou les interprétations des observations pouvant être faites à partir des expériences. Une autre difficulté majeure concerne le manque de connaissances relatives aux expériences à faire. Par exemple, les futurs enseignants souhaitent connaître des expériences susceptibles de faire correspondre la théorie avec les phénomènes observés, ou bien connaître des expériences qui ne comporteraient aucun risque d'échec.

... plus variées  
chez les futurs  
enseignants...

En ce qui concerne les connaissances pédagogiques générales, la difficulté qui revient le plus souvent est le fait de ne pas savoir assez bien mettre au point des cours motivants, c'est-à-dire des cours qui ne soient pas seulement intéressants pour les élèves, mais aussi compréhensibles, variés et pas trop chargés. Autre difficulté majeure : ne pas savoir assez bien guider une discussion de groupe. Ainsi, des futurs enseignants avouent s'attendre à avoir du mal à répondre à certaines questions des élèves auxquelles ils n'auraient pas été préparés. En ce qui concerne la connaissance du contenu, on mentionne des conceptions peu claires des significations scientifiques de la combustion et des concepts qui s'y rattachent.

... que chez  
les professeurs  
confirmés

Dans le cas des professeurs confirmés, toutes les difficultés mentionnées concernent les connaissances du contenu pédagogique. Les deux difficultés majeures portent sur le fait qu'ils craignent que les élèves ne soient pas suffisamment à même d'interpréter les observations et de comprendre l'importance de la température de début de combustion.

Enfin on peut remarquer que la plupart des futurs enseignants indiquent que le projet de cette séance les a (ré) incités à réfléchir aux significations scientifiques de la combustion et aux façons d'aborder son enseignement. Les futurs enseignants précisent également qu'ils avaient oublié la plupart des expériences utilisées lorsqu'ils étaient eux-mêmes élèves du secondaire.

## 8. DISCUSSION DES RÉSULTATS

Cette recherche éclaire un certain nombre de caractéristiques intéressantes concernant la façon dont les futurs enseignants et les professeurs confirmés envisagent l'enseignement de la combustion. En comparant les résultats de deux groupes d'enseignants, il est possible de cerner les différences de points de vue dans chaque groupe, ce qui ne va pas cependant sans difficultés dans la mesure où beaucoup des différences entre les deux groupes sont à peu près aussi importantes que les différences observées à l'intérieur d'un même groupe. Certaines de ces différences sont toutefois éloquentes.

définition  
de la combustion  
différente suivant  
le groupe  
d'enseignants

- D'abord, les descriptions conceptuelles qu'ils veulent enseigner. La majorité des futurs enseignants souhaite proposer une définition qui englobe aussi le processus (sans flamme) de la combustion des aliments dans le corps humain. Cette définition générale peut être considérée comme la description standard du concept d'oxydation (voir par exemple Parker, 1989, p. 1350). En majorité les professeurs confirmés préfèrent, eux, utiliser une définition spécifique, incluant la nécessité d'avoir un phénomène "feu", qui

correspond aux descriptions que l'on trouve dans les manuels courants. Les professeurs confirmés disent préférer ce genre de définition parce qu'ils souhaitent tenir compte des représentations habituelles qu'ont les élèves de substances qui brûlent.

les "futurs"  
plus centrés  
sur le sujet,  
les "confirmés"  
sur l'apprenant

Pour conclure, la plupart des futurs enseignants se proposent de partir d'une signification scientifique de la combustion alors que la plupart des professeurs confirmés préfèrent développer cette signification en donnant aux élèves une description davantage basée sur leur expérience quotidienne. Autrement dit, ce résultat suggère le fait que les futurs enseignants sont en quelque sorte plus centrés sur le sujet lui-même, tandis que les professeurs confirmés sont plus centrés sur l'apprenant.

- Un deuxième point intéressant concerne les différences des connaissances relatives aux représentations préexistantes chez les élèves et les différences de points de vue concernant les expériences de clarification à faire en classe.

des différences  
aussi sur  
la connaissance  
des  
représentations  
des élèves et sur  
le recours aux  
expériences pour  
les faire évoluer

La première différence majeure entre futurs enseignants et professeurs confirmés concerne ce qu'ils attendent de leurs élèves comme représentations préexistantes sur le rôle de l'oxygène. Une majorité de futurs enseignants suppose que les élèves pensent que l'oxygène n'intervient pas dans la combustion. Au contraire, tous les professeurs confirmés pensent qu'ils savent que l'oxygène rend la combustion possible. Les professeurs confirmés justifient leur position en signalant que les élèves ont acquis les connaissances en question lors de leurs précédents cours en biologie ou par le biais d'émissions télévisées. Les futurs enseignants ne sont pas conscients de l'effet possible que peut avoir l'environnement d'apprentissage sur leurs élèves.

La deuxième différence fondamentale concerne la façon dont ils envisagent les expériences réalisées en classe dans un but de clarification. Les résultats montrent que la plupart des futurs enseignants ne sont pas très convaincus de l'importance de mettre en œuvre des expériences destinées spécialement à éclaircir les difficultés conceptuelles des élèves. Les résultats démontrent aussi que presque tous les professeurs confirmés souhaitent mettre en place des expériences qui tiennent vraiment compte de ces difficultés prévisibles. En conclusion, tous ces résultats montrent bien que la conception d'un projet de séance centré sur l'apprenant semble beaucoup moins évidente aux futurs enseignants qu'aux professeurs confirmés.

- Un troisième point intéressant concerne les différences des problèmes qui préoccupent les professeurs confrontés à l'enseignement de la combustion. Les préoccupations peuvent être interprétées selon le schéma des préoccupations de l'enseignant mis au point par Fuller et Bown (1975) (voir aussi § 1). Les résultats montrent que les futurs enseignants peuvent être classés en deux catégories : ceux qui sont centrés sur eux-mêmes et ceux qui sont centrés sur la



les  
préoccupations  
des futurs  
enseignants sont  
plus orientées  
vers eux-mêmes  
que vers la tâche

tâche. Les difficultés rencontrées par l'enseignant centré sur lui-même comprennent le fait de ne pas savoir assez bien donner les explications requises, mener à bien les expériences appropriées, créer un projet de séance motivant, et de ne pas posséder des conceptions assez claires des significations scientifiques de la combustion. Quant au professeur qui est centré sur la tâche, il rencontre les difficultés suivantes : il craint de ne pas savoir bien guider une discussion de groupe et de ne pas gérer correctement la durée du cours. Si l'on tient compte du nombre de fois où une difficulté spécifique a été citée, on voit que les difficultés rencontrées par les enseignants s'orientent davantage vers eux-mêmes que vers la tâche.

celles des  
professeurs  
confirmés, plus  
orientées vers  
l'apprenant  
que vers la tâche

Les préoccupations mentionnées par les professeurs confirmés peuvent être classées en deux catégories : celles centrées sur la tâche et celles centrées sur l'apprenant. Les difficultés portant sur la tâche comprennent la crainte de ne pas fournir aux élèves des problèmes assez motivants. Les difficultés de l'enseignant centrées sur l'apprenant incluent la crainte que celui-ci ne comprenne pas suffisamment l'importance de la température de début de combustion. On constate que les difficultés qui préoccupent les professeurs confirmés sont plus centrées sur l'apprenant que sur les tâches, si on tient compte du nombre de fois qu'une difficulté spécifique est mentionnée.

En conclusion les résultats démontrent que les problèmes préoccupant les futurs enseignants sont plus centrés sur le doute de soi que sur une préoccupation relative à la tâche et en cela ils diffèrent des préoccupations des professeurs confirmés qui sont plus centrées sur l'apprenant que sur la tâche.

opposition entre  
deux  
conceptions :  
transmission  
ou découverte  
guidée

- Un quatrième point d'intérêt porte sur les différentes façons d'envisager les projets de séances et le rôle de l'enseignant concerné. Les préférences de la majorité des futurs enseignants vont vers une conception de "transmission" tandis qu'une minorité penche pour un point de vue de "découverte guidée". Ainsi la majorité des futurs enseignants conçoit son projet de séance et son rôle d'enseignant d'un point de vue plutôt traditionnel, alors qu'une minorité conçoit ses cours et raisonne de façon plus proche de la "nouvelle norme". Les positions des professeurs confirmés semblent aller à l'inverse.

On peut également expliquer la prédominance de l'approche dite centrée sur soi-même chez les futurs enseignants et la prédominance dite centrée sur l'apprenant des professeurs confirmés, en observant les autres caractéristiques relevées relatives à la façon dont les (futurs) enseignants envisagent l'enseignement de la combustion. À cause de la prédominance du "doute de soi" chez les futurs enseignants, jointe à leur façon d'envisager l'enseignement de la combustion du point de vue de leur discipline, il se peut que les futurs enseignants aient un vif besoin de créer une situation d'en-

situations  
d'enseignement  
familières  
préférées  
par les uns...

... nouvelles,  
par les autres

mais des  
similitudes  
existent entre  
les deux groupes

les entretiens  
donnent  
le plus de  
renseignements

seignement familière au sein de laquelle ils se sentent sécurisés par le fait d'être experts en chimie ; ceci est ressenti comme une base plus sûre que leur connaissance des apprenants. Le point de vue des professeurs confirmés concernant l'enseignement de la combustion semble davantage centré sur les élèves et pour cette raison même, il se peut que les professeurs confirmés se sentent assez sûrs d'eux pour créer de nouvelles situations d'enseignement dans lesquelles ils laissent aux élèves une plus grande liberté d'apprentissage personnel.

Enfin, on peut remarquer qu'il est également possible d'établir des similitudes entre les futurs enseignants et les professeurs confirmés. La principale de ces similitudes concerne les caractéristiques des cours qui s'inscrivent dans une tendance très répandue dans l'enseignement de la chimie aux Pays Bas. Par exemple la structure générale de la séance qui consiste en une discussion d'introduction dans la classe, suivie d'une série d'expériences, puis par une discussion de conclusion à la suite de laquelle on donne le travail à faire à la maison. Autre exemple, les substances à brûler choisies pour les expériences et la préférence donnée aux questions orales destinées à évaluer les acquisitions des élèves.

La nature de cette recherche est donc une exploration d'un domaine assez mal connu ; la façon dont des futurs enseignants et des professeurs confirmés envisagent l'enseignement d'un point particulier du programme de chimie : la combustion. La méthodologie de cette recherche est intéressante en elle-même. Bien que l'exercice qui consiste à élaborer un projet de séance fournisse l'information contextuelle sur laquelle est focalisée la recherche, ce sont bien les entretiens qui, davantage que les questions écrites, se révèlent les éléments les plus instructifs. Il est évident que la valeur des résultats est limitée par le fait que les idées et les préoccupations des professeurs n'aient été étudiées que dans le contexte d'une seule séance. À cause du nombre restreint des professeurs impliqués et de la brièveté du temps de préparation qui leur était accordé, on ne peut généraliser ces résultats de façon incontestable. Cependant, grâce à la variété des moyens utilisés (rédaction des projets, questionnaires, entretiens) il semble possible de relever un certain nombre de données intéressantes. C'est la raison pour laquelle il serait souhaitable d'entreprendre des recherches concernant les points de vue des enseignants sur des thèmes autres que la combustion.

## 9. IMPLICATIONS CONCERNANT LA FORMATION DES PROFESSEURS DE SCIENCES

dans la formation, consacrer plus de temps aux élaboratoires de projet de séance

Cette étude peut présenter des implications importantes pour la formation des professeurs de sciences, que ce soit dans le domaine de leur formation initiale ou continue. Une partie importante de cette formation devrait être consacrée à l'élaboration de projets de séance. Comme l'indique cette recherche, cette élaboration semble bien être un outil très utile aux enseignants pour susciter chez eux des réflexions personnelles concernant leur approche de tel ou tel sujet scientifique. La réflexion devrait être ciblée sur leurs propres connaissances des aspects conceptuels d'un sujet particulier du programme, sur les éventuelles représentations préexistantes des élèves, sur les difficultés prévisibles et sur les alternatives de projets de séance qui pourraient aussi être envisageables. Nous passerons rapidement en revue ces thèmes de réflexion.

prendre conscience de ses propres conceptions sur les concepts scientifiques et les faire évoluer

### • **Amélioration des connaissances des enseignants en ce qui concerne les sujets scientifiques abordés à l'école**

La description des concepts scientifiques abordés à l'école varie selon les enseignants, même quand il s'agit d'un concept relativement simple comme la combustion. Les enseignants devraient donc être amenés à réfléchir sur leurs propres conceptions des sujets du programme, tout particulièrement dans le cas de sujets qui présentent des difficultés de compréhension pour l'enseignant lui-même. Pour les y aider, on pourrait les faire travailler en petits groupes, comparer et analyser les descriptions de concepts scientifiques dans les manuels scolaires et universitaires. Les résultats de ces comparaisons pourraient être discutés entre collègues afin de développer chez les enseignants des conceptions plus solidement fondées.

connaître l'importance des représentations des élèves...

### • **Amélioration des connaissances des enseignants sur les représentations préexistantes des élèves par rapport à des sujets scientifiques**

Il est important que l'enseignant prenne en considération les conceptions avant enseignement que peuvent avoir les élèves quand il élabore son cours. Pour cela, la première étape est une connaissance solide du penser de l'apprenant. Pour aider les enseignants à acquérir et élargir cette connaissance, on pourrait leur conseiller de lire et discuter des articles issus de recherches sur les représentations préexistantes les plus courantes chez les élèves. Ils pourraient alors utiliser les résultats pour élaborer des questions destinées aux apprenants. Une partie de ces questions pourrait servir à pré-tester les connaissances des élèves sur un sujet donné. D'autres pourraient s'ajouter aux tâches à effectuer en relation avec les expériences faites en classe. Ces questions devraient avoir pour but d'éclaircir des difficultés conceptuelles des élèves, ce qui implique que leurs réponses soient impérativement discutées en classe.

... et savoir les recueillir

s'entraîner  
à surmonter  
les difficultés

• **Amélioration des connaissances des enseignants sur les difficultés liées à l'enseignement des sujets scientifiques**

Pendant l'élaboration d'un projet de séance il est important que les enseignants focalisent leur attention sur les difficultés prévisibles qu'ils vont rencontrer en enseignant des thèmes scientifiques. Dans ce cas, ils peuvent en effet trouver des façons d'éviter que ces difficultés apparaissent. Pour aider les futurs enseignants à moins douter d'eux-mêmes, ils pourraient être invités à prendre part à des situations d'enseignement simulées incluant discussions de groupe à guider, réalisation d'expériences en classe etc. Pour aider les professeurs confirmés à avoir moins de préoccupations dues à leur centration sur l'apprenant, ils pourraient être invités à évaluer leurs cours en rédigeant les expériences principales et en discutant leurs notes ensuite avec des collègues.

• **Amélioration des connaissances des enseignants sur des alternatives des projets de séance concernant des sujets scientifiques**

Les enseignants devraient porter davantage attention à leurs propres conceptions des projets de séance. Pour les aider à y réfléchir, on pourrait leur demander de rédiger un projet de séance et de le discuter ensuite avec les collègues. Lorsqu'il s'agit de formation professionnelle initiale, on pourrait élargir la discussion en proposant aux futurs enseignants un projet de séance émanant d'un professeur confirmé et leur demander de faire une étude comparative. Lorsqu'il s'agit au contraire de formation continue, on pourrait soumettre à un professeur confirmé le projet d'un futur enseignant. Dans les deux cas, les (futurs) enseignants auraient ainsi l'occasion de développer des idées nouvelles à propos de l'élaboration d'un projet. Pour y parvenir, il est également important de commencer avec des sujets du programme faciles à comprendre et à enseigner. Autrement, il n'y aurait pas grand intérêt à chercher des projets différents, comme par exemple axés sur l'intention dite de "découverte guidée".

améliorer ses  
conceptions  
de projet de  
séance à travers  
des études  
comparatives

Ces quatre lignes directrices peuvent être utiles pour une formation professionnelle initiale ou continue de l'enseignant de sciences basée sur le constructivisme et comprenant l'élaboration de cours non seulement sur le sujet de la combustion mais aussi sur un vaste échantillonnage de sujets variés. Les parties du programme qui traitent de l'élaboration de projets pourraient être structurées en quatre étapes suggérées ci-dessous.

pour une  
formation  
de l'enseignant  
scientifique  
basée sur le  
constructivisme  
et s'articulant  
sur des projets  
de cours

1. Discussions sur les propositions de projets
2. Réflexions sur les propres connaissances de l'enseignant relatives au contenu pédagogique
3. Intentions motivant le recours à des activités d'apprentissage spécifiques
4. Expériences personnelles relatives à l'enseignement des thèmes spécifiques

Les expériences acquises par les formés pourraient être utilisées dans le contexte de l'élaboration de nouveaux projets de séance, qui pourraient susciter de nouvelles réflexions sur leurs propres connaissances de l'enseignement, et également de nouveaux objectifs d'apprentissage et ainsi de suite. Ce processus implique que la structure de la partie de la formation concernée soit envisagée sous forme de cycles répétés (spirale). En suivant une formation qui comprendrait ce genre d'activités cycliques, les professeurs de sciences pourraient améliorer leurs connaissances du contenu pédagogique, contribuer à rendre leurs préoccupations professionnelles moins aiguës et devenir plus compétents quant à l'élaboration de leur projet de séance.

Afin de confirmer ces hypothèses, il faudrait continuer à effectuer des recherches dans le domaine des connaissances des professeurs de sciences comme par exemple étudier les pratiques des futurs enseignants en relation avec leurs conceptions. Cette double approche est un outil précieux pour faire évoluer avec profit la formation actuelle de professeurs de sciences (de Jong et al., 1995).

Onrio de JONG  
CSME, département d'enseignement  
de la chimie,  
Université d'Utrecht

## BIBLIOGRAPHIE

- ABRAHAM, M. R., WILLIAMSON, V. M. & WESTBROOK, S. L. (1994). "A cross-age study of the understanding of five chemistry concepts". *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 147-165.
- ANDERSON, R. D. & MITCHENER, C. P. (1994). "Research on science teacher education". In D. L., Gabel, (Ed.). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp. 3-44). New York : MacMillan.
- BOUJAOUDE, S. B. (1991). "A study of the nature of students' understanding about the concept of burning". *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 689-704.
- BROMME, R. (1987). "Teachers' assessments of students' difficulties and progress in understanding in the classroom". In J., Calderhead, (Ed.). *Exploring Teachers' Thinking* (pp. 125-146). London : Cassell.
- BROMME, R. & BROPHY J. (1986). "Teachers' cognitive activities". In B., Christiansen, A. G., Howson & M., Otte, (Eds.). *Perspectives in Mathematics Education* (pp. 99-139). Reidel : Dordrecht.
- CECCO, J. P. de (1968). *The Psychology of Learning and Instruction : Educational Psychology*. Englewood Cliffs : Prentice Hall.

- CLARK, C. M. & PETERSON, P. L. (1986). "Teachers' thought processes". In M. C., Witrock, (Ed.). *Handbook of Research on Teaching* (3rd ed.) (pp. 255-295). New York : Macmillan.
- DONNELLY, J. F. & WELFORD, A. G. (1988). "Children's performance in chemistry". *Education in Chemistry*, 25, 7-10.
- DRIVER, R. (1994). "Children's ideas about materials". In R., Driver, A., Squires, P., Rushworth & V., Wood-Robinson. *Making Sense of Secondary Science : Research into Children's Ideas* (pp. 87-88). London : Routledge.
- FULLER, F. F. & BOWN, O. H. (1975). "Becoming a teacher". In K., Ryan, (Ed.). *Teacher Education : the 47 th Yearbook of the NSSE, Part II* (pp. 25-52). Chicago : Rand McNally.
- GRIFFITHS, A. K. (1994). "A critical analysis and synthesis of research on students' chemistry misconceptions". In H. J., Schmidt, (Ed.). *Problem Solving and Misconceptions in Chemistry and Physics* (pp. 70-99). Hong Kong : ICASE.
- HAUPT, P. (1984). *Verbrennungs und Oxidationsvorgänge im Verständnis von Schülern*. Köln : Aulis.
- HESSE, J. J. & ANDERSON, C. W. (1992). "Students' conceptions of chemical change". *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 277-299.
- HEWSON, P. W. & THORLEY, R. (1989). "The conditions of conceptual change in the classroom". *International Journal of Science Education*, 14, 65-78.
- HUIBREGTSE, I., KORTHAGEN, F. A. J. & WUBBELS, T. (1994). "Physics teachers' conceptions of learning, teaching and professional development". *International Journal of Science Education*, 16, 539-561.
- JONG, O. de, ACAMPO, J. & VERDONK, A.H. (1995). "Problems in teaching the topic of redox reactions : actions and conceptions of chemistry teachers". *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 1097-1110.
- LANTZ, O & KASS, H. (1987). "Chemistry teachers' functional paradigms". *Science Education*, 71, 117-134.
- MÉHEUT, M., SALTIEL, E. & TIBERGHIE, A. (1985). "Pupils' (11-12 year olds) conceptions of combustion". *European Journal of Science Education*, 7, 83-93.
- PARKER, S. P. (1989). *McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms*. New York : McGraw-Hill.
- PFUNDT, H. (1982). "Vorunterrichtliche Vorstellungen von stofflicher Veränderung". *Chimica Didactica*, 8, 161-180.

SHULMAN, L.S. (1987). "Knowledge and teaching : foundations of the new reform". *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.

SUMFLETH, E. & TODTENHAUPT, S. (1995). "Learning processes in chemistry, an interaction of students' preconceptions and chemical contents". In O., de Jong, P.H., van Roon & W., de Vos, (Eds.). *Perspectives on Research in Chemical Education* (pp. 117-127). Utrecht : CDB-Press.

TAMIR, P. (1988). "Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education". *Teaching and Teacher Education*, 4, 99-110.

VOS, W. de & VERDONK, A. H. (1986). "A new road to reactions". *Journal of Chemical Education*, 63, 972-974.

WATSON, R., PRIETO, T. & DILLON, J. S. (1995). "The effect of practical work on students' understanding of combustion". *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 487-502.

WATSON, R., PRIETO, T. & DILLON, J. S. (1997). "Consistency of students' explanations about combustion". *Science Education*, 81, 425-443.

WUBBELS, T. (1992). "Teacher education and the universities in the Netherlands". *European Journal of Teacher Education*, 15, 157-172.