

Former et évaluer des enseignants du primaire à acquérir des savoir-faire expérimentaux en chimie

Janine Thibault, Dominique Davous, Vassilia Hatzinikita and Michèle Kastenbaum

Volume 20, Number 1, 1997

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1091388ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1091388ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

ADMEE-Canada - Université Laval

ISSN

0823-3993 (print)

2368-2000 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Thibault, J., Davous, D., Hatzinikita, V. & Kastenbaum, M. (1997). Former et évaluer des enseignants du primaire à acquérir des savoir-faire expérimentaux en chimie. *Mesure et évaluation en éducation*, 20(1), 91–107. <https://doi.org/10.7202/1091388ar>

Article abstract

University teachers organized a chemistry training course designed for teachers of children aged 6 to 11 (primary school in France). The aim of the course was to motivate the teachers and train them to conduct chemistry experiments in the classroom. A formative evaluation was designed to find out whether the teachers had acquired the necessary experimental knowhow. Detailed observation grids were elaborated. The results show that trainees made significant progress in acquiring experimental know-how. The results lead to organizing actions into a hierarchy and relating them to the required values of scientific work.

Former et évaluer des enseignants du primaire à acquérir des savoir-faire expérimentaux en chimie

Janine Thibault, Dominique Davous
Université Pierre et Marie Curie, Paris 6
Vassilia Hatzinikita
Université d'Egée, Rhodes
Michèle Kastenbaum
Université de Paris 8

Des universitaires ont organisé une formation de chimie destinée à des enseignants pour des élèves de 6 à 11 ans (école primaire française) et procédé à une évaluation formative. Cette formation avait pour but de motiver les enseignants et de les rendre capables d'organiser des manipulations en classe. Son évaluation a porté sur l'acquisition des savoir-faire expérimentaux. Des grilles détaillées d'observation ont été élaborées. Les résultats montrent une progression sur plusieurs points et l'acquis de savoir-faire. Ils conduisent à hiérarchiser les actions et à les relier aux valeurs impliquées dans le travail scientifique.

(formation des enseignants, école primaire, évaluation formative, grille d'observation, chimie, savoir-faire expérimentaux, enseignants)

University teachers organized a chemistry training course designed for teachers of children aged 6 to 11 (primary school in France). The aim of the course was to motivate the teachers and train them to conduct chemistry experiments in the classroom. A formative evaluation was designed to find out whether the teachers had acquired the necessary experimental know-how. Detailed observation grids were elaborated. The results show that trainees made significant progress in acquiring experimental know-how. The results lead to organizing actions into a hierarchy and relating them to the required values of scientific work.

(in-service teacher training, elementary school, formative evaluation, observation grid, chemistry, experimental know-how, teachers)

Introduction

Une équipe de recherche universitaire en didactique de la chimie mène une recherche-action basée sur l'initiation aux sciences expérimentales pour divers publics (Davous & Thibault, 1988; Thibault, Davous & Masson, 1993). Elle organise l'une des rares formations universitaires à la chimie destinée à

des enseignants de l'école primaire française (ayant en charge des enfants de 6 à 11 ans). Les sciences expérimentales tiennent peu de place dans l'enseignement primaire en France. L'équipe enseignante, animatrice des stages de formation en vue d'une initiation à la chimie, a choisi de privilégier la manipulation, et précisément de faire acquérir des savoir-faire expérimentaux. Ceci n'exclut pas pour autant la nécessité de cours traditionnels pour un apport de concepts théoriques. Cette approche a pour but de fournir aux enseignants des aides didactiques permettant d'organiser des activités originales destinées à leurs élèves.

Chaque formation, surtout s'il s'agit d'un contenu et d'un public originaux, pose le problème de son évaluation. Lors d'une formation en sciences expérimentales à laquelle participaient des enseignants de l'école primaire française, nous avons mené une évaluation formative, partie intégrante du processus pédagogique (De Ketele, 1987; Allal, 1994), visant à spécifier les savoir-faire expérimentaux réalisés et en cours d'acquisition. Nous avons élaboré à cette fin des grilles d'observation en situation expérimentale, se référant à des objectifs précisément définis.

Nous allons, dans un premier temps, préciser le cadre de cette étude, en référence à la documentation et aux modes d'évaluation existants. Puis nous présenterons le contexte et les résultats de cette recherche.

Cadre de l'étude

La formation des enseignants en sciences expérimentales auprès d'élèves de 6 à 11 ans (Dynam, 1983; Callis, Kirschner & Yankwich, 1984), et particulièrement en chimie (Seager & Swenson, 1987), a fait l'objet, dans les pays anglo-saxons, de quelques publications pour la plupart déjà anciennes; elles soulignent la nécessité de formation spécifique. De plus, le travail de Woodward (1985) montre que les programmes de cours théoriques sont insuffisants à rendre les enseignants capables, ou désireux, d'enseigner ces matières en classe.

En ce qui concerne l'évaluation de formations en sciences expérimentales d'enseignants ayant en charge de jeunes élèves, la plupart des travaux (Stronck & Koller, 1981; Lawrenz, 1984; Woodward, 1985), se centrent sur les modifications des attitudes des enseignants envers les sciences, attitudes examinées par le biais de questionnaires. Dans ce contexte de formation, l'acquisition des savoir-faire expérimentaux et leur évaluation ne sont, à notre connaissance, jamais envisagées comme objectif d'une

recherche. Hodson (1994) regrette également l'absence de travaux dans ce sens.

Nous avons choisi de prendre en considération ces savoir-faire, justifiant ce choix par le fait que la chimie est avant tout une science expérimentale : les manipulations en laboratoire sont au centre de la vie de nombreux chimistes et offrent dans l'enseignement une approche peu habituelle et attrayante qui permet aux participants de développer, outre le domaine cognitif, les domaines psycho-moteur et affectif. Elles amènent à appréhender des valeurs liées à la démarche scientifique, dont beaucoup sont transposables à la vie quotidienne. De plus, Johnstone, Reid et Percival (1981) montrent que les savoir-faire expérimentaux perdurent, alors que les contenus des cours de chimie sont plus volatils.

Ainsi, ne disposant dans la documentation que de très peu d'information sur des formations, et leurs évaluations, destinées à des enseignants ayant en charge de jeunes élèves, et centrées sur le travail expérimental, nous nous sommes référés, pour éclairer le cadre de cette étude, aux travaux concernant l'enseignement expérimental de la chimie auprès d'étudiants de l'enseignement supérieur.

Dumon (1987) a recensé les objectifs de l'enseignement expérimental de la chimie à partir des publications de plus de cinquante auteurs. Il a proposé une classification de ces objectifs, en référence à celle de Brice, McCall, Mc Gregor, Weston et Robertson (1983). L'une des catégories concerne les objectifs relatifs aux habiletés manipulatoires; ces objectifs représentent environ 9 % des objectifs annoncés lors des formations des étudiants et ne sont pas prioritaires, dans la plupart des cas. Seulement 3 % des travaux d'évaluation portent sur l'enseignement expérimental de la chimie et, parmi les évaluations pratiquées, le quart d'entre elles seulement sont formatives (Dumon, 1988).

Dans le cadre de l'évaluation de manipulations, la question se pose de savoir si cette évaluation sera focalisée sur les résultats du travail ou sur la manière de le faire. Ces deux tendances sont présentées dans un rapport synthétique établi par Dumon (1995). Cachapuz (1991) les nomme « modèle des produits et modèle des procédés » (p. 27). Meester et Maskill (1993), Montfort, Carretto, Rinaldy et Chastrette (1993) en particulier, soulignent que, habituellement, seuls les « produits » sont évalués (à savoir des données quantitatives telles que masse, volume, pureté du produit obtenu, courbes de titrage, etc.); dans ce cas, les résultats d'un travail expérimental constituent le seul critère pertinent de la réussite d'une manipulation. À l'opposé, ce sont

les démarches, les procédures, qui sont évaluées; ce n'est pas au résultat du travail de laboratoire qu'on juge de la qualité de l'expérimentateur, c'est à la manière de le faire. Le choix d'évaluer selon l'un ou l'autre des modèles (produits ou procédés) est d'autant plus important que, d'après Cachapuz (1991), « il n'existe pas toujours de corrélation entre les résultats obtenus et les procédures utilisées par les étudiants » (p. 27).

Les procédures de recueil des données, en vue de l'évaluation de l'activité des étudiants au laboratoire de chimie, sont de trois types : rédaction, interview, observation. L'observation directe des savoir-faire représente 20 % de ces procédures (Dumon, 1995). L'observation directe peut être libre (*open-ended*), systématique (*check-list*) ou intermédiaire. Eglen et Kempa (1974) décrivent ces trois systèmes. Le système du *check-list* opère à l'aide d'une grille détaillée d'observation; il consiste à établir une liste de critères spécifiques de réalisation correcte pour chacune des tâches. La tâche est donc décrite par une liste d'items; chaque item correspond à un critère de réalisation (par exemple : « isole le matériel propre du matériel sale »). La réalisation est jugée satisfaisante ou non et le codage est le plus souvent binaire. Le système *open-ended* est une méthode plus subjective d'observation directe; l'observateur transcrit son impression concernant la performance générale de l'étudiant, quelquefois à l'aide d'une échelle en cinq points. Dans le système intermédiaire, la liste détaillée du *check-list* est remplacée par une liste restreinte de rubriques regroupant les différents aspects observés (par exemple : rubrique « danger »); le sujet observé reçoit une appréciation sur chacune des rubriques.

Les grilles d'observation systématique peuvent être générales : elles contiennent un nombre réduit de performances à évaluer, qui sont observables dans n'importe quelle manipulation. Elles peuvent être spécifiques à une manipulation donnée : construites sur la base des grilles générales, les items sont établis en considérant les listes d'objectifs à atteindre pour la manipulation visée. Nous renvoyons en particulier aux grilles proposées par Montfort, Rebetez et Touyeras (1994) et par Cachapuz (1991); ce dernier précise que le modèle par objectifs convient bien à l'observation des savoir-faire expérimentaux mis en œuvre au cours de la manipulation.

Pour ce qui nous concerne, dans le cadre d'une évaluation formative d'enseignants amenés à former eux-mêmes de jeunes enfants, nous avons choisi de transmettre des habitudes de travail acceptables en laboratoire. Ce ne sont pas les résultats qui nous intéressent, mais la manière de faire. Nous avons utilisé deux systèmes d'observation : l'observation intermédiaire et l'observation systématique, à l'aide de grilles spécifiques.

Contexte de la formation

Les formations, assurées par les auteurs de cette étude, se déroulent aussi bien au sein d'une université que dans des lieux spécifiques de formation des enseignants, en formation initiale ou continue. L'enseignement de la chimie dure environ dix-huit heures, dont l'essentiel est consacré à des manipulations en laboratoire centrées sur un thème en relation avec la vie quotidienne, par exemple : la fabrication d'un shampooing, d'un dentifrice, d'une crème de beauté ou d'une pâte slime (Thibault, Davous et al., 1985, 1991, 1995, 1997). Au début de chaque manipulation, les participants reçoivent un texte appelé protocole comportant, d'une part un descriptif des produits et du matériel et, d'autre part, un mode opératoire : guide pratique pour la conduite de la manipulation. Quelques notes explicatives sont données en fin de manipulation. Elles apportent des connaissances conceptuelles sur la nature et le rôle des produits utilisés. Ces manipulations impliquent l'utilisation de matériel simple, de produits sans danger.

L'objectif terminal est de faire acquérir aux enseignants des savoir-faire expérimentaux. Les objectifs spécifiques à atteindre correspondent à des savoir-faire de base à mettre en œuvre dans toute activité en laboratoire de chimie : prélever un liquide ou un solide, transvaser, utiliser correctement une éprouvette, savoir se servir d'une cuillère à mesurer et d'un compte-gouttes, tenir, agiter et chauffer (savoir le faire en toute sécurité, en évitant des débordements et des projections), utiliser un thermomètre, effectuer une pesée, anticiper le suivi d'une manipulation en rangeant le matériel et les produits tout au long de la manipulation, lire et suivre le mode opératoire pendant la manipulation, organiser un poste de travail à partir d'un document, ranger à la fin de la manipulation (nettoyer le matériel et la paillasse, remettre en ordre sur la paillasse le matériel et les produits en vue de laisser un emplacement propre).

Diverses capacités sont requises pour atteindre ces objectifs. Sauf pour celles liées à des savoir-faire mettant en jeu du matériel spécifique au laboratoire (l'éprouvette, par exemple), elles ne sont généralement pas nouvelles; elles sont utilisées dans la vie quotidienne (transvaser, par exemple). Enseigner consiste à s'assurer que ces savoir-faire sont mis en œuvre de manière à satisfaire aux exigences du travail scientifique et, dans le cas contraire, pour apprendre à les effectuer conformément à ces exigences.

L'enseignement vise explicitement une double cible : les enseignants assistant à la formation et les élèves qui bénéficieront, ultérieurement, de cette initiation à la chimie.

L'évaluation formative des enseignants a été menée sur la base des objectifs précédemment énoncés.

Méthode

Population et méthode d'observation

L'observation directe a été menée par une équipe constituée de trois chimistes et d'une psychologue. Il s'est agi, ce qui est peu habituel, à la fois d'une évaluation interne et externe (De Ketele, 1987) : interne, puisque l'une des chimistes participait à la conception de la formation, externe, puisque les deux autres chimistes et la psychologue n'intervenaient pas dans la formation, ni dans sa conception.

Lors d'une étude pilote, avec un premier groupe d'enseignants de l'école primaire en formation continue à l'Institut universitaire de formation des maîtres (IUFM de Paris, anciennement École normale), nous avons utilisé une forme d'observation intermédiaire. Cette observation, moins lourde que celle de l'enregistrement par *check-list*, permet à la fois de moins gêner les enseignants et d'intervenir pour corriger des comportements jugés trop incorrects. Elle nous a permis, dans un premier temps, d'établir une liste des conduites possibles, canoniques ou non, au cours de manipulations. Dans un deuxième temps, cette liste nous a permis de retenir des items pertinents pour l'élaboration d'une grille standard d'évaluation pour l'observation systématique en situation expérimentale.

Après l'étude pilote, l'observation a porté sur un deuxième groupe d'enseignants également en formation continue au sein du même établissement (IUFM), la formation portant sur les sciences et comportant environ 18 heures de chimie. Il s'est agi de 24 sujets, observés par groupes de 12. Chaque observateur avait en charge au maximum trois sujets. Chacun de ces groupes a été observé à deux reprises (au cours de deux manipulations) : une première fois lors de la séance initiale de la formation, une deuxième fois lors de la séance finale. Rappelons que pour chaque type de manipulation, l'enseignant possédait un protocole qu'il devait suivre en utilisant les produits et le matériel à sa disposition. Un exemple de protocole pour la fabrication d'un shampoing est présenté à l'annexe 1.

Présentation d'une grille d'observation systématique

La construction d'une grille d'observation commence par une analyse systématique et exhaustive de la tâche à effectuer (Carretto, Chastrette, Cros

& Montfort, 1992). Ceci conduit, comme annoncé précédemment, à l'élaboration d'une grille standard comportant les items représentatifs de notre démarche expérimentale. Alors, chaque manipulation implique une sélection des items correspondant au protocole utilisé. À titre d'exemple, la figure 2 donne la grille détaillée, spécifique à la fabrication d'un shampoing (effectuée lors de l'une des séances de manipulation dans cette formation).

Dans ce type de grille, les items correspondant à la tâche à effectuer se présentent de manière chronologique. L'instrument est reproduit à l'annexe 2.

Traitement des données

Chaque manipulation a donné lieu à l'établissement d'une grille et à l'évaluation correspondante des items (annexe 2). À titre d'exemple, nous présentons un extrait de ces grilles mettant en évidence l'évolution des 24 sujets (tableau 1). Nous ne détaillons pas les données de toutes les grilles. Nous faisons porter la discussion sur la signification générale de ces résultats, tout en indiquant quelques éléments chiffrés d'appréciation.

Tableau 1

**Résultats de la compilation des grilles d'évaluation
lors des séances initiale et finale ¹**

| Item symbolisant la tâche | Séance initiale | | | Séance finale | | |
|---|-----------------|-----|---|---------------|-----|---|
| | Oui | non | ? | Oui | non | ? |
| Reboucher | 24 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 |
| Agiter en tenant lors du chauffage | 1 | 22 | 1 | 20 | 4 | 0 |
| Pesée correcte | 2 | 20 | 2 | 22 | 2 | 0 |
| Lire et suivre le mode opératoire ² | 0 | 24 | 0 | 0 | 22 | 2 |

¹ Rappelons qu'il s'agit de manipulations différentes.

² En fait, lire en entier avant de commencer la manipulation, et suivre le mode opératoire.

Analyse des résultats

Au moment de l'analyse des résultats, nous avons procédé à un regroupement des items des différentes grilles par rapport à des gestes ou des actions essentielles et à un classement selon un niveau croissant de complexité et de planification des tâches à effectuer. Nous avons établi un schéma qui distingue trois niveaux :

- le premier niveau concerne des tâches impliquant des gestes de base en laboratoire, nouveaux ou pas, spécifiques ou pas;
- le deuxième niveau vise des tâches impliquant un ensemble de gestes pilotés par des connaissances scientifiques de base;
- le troisième niveau vise des tâches dont chacune est constituée d'actions hiérarchisées et anticipées.

Le schéma établi en fin d'analyse (tableau 2) présente cette classification des tâches.

Ci-dessous, nous présentons le bilan de nos observations pour chacun des niveaux.

Pour le premier niveau

- *Prélever, transvaser, reboucher*: l'évaluation nous apprend que ces gestes sont corrects dès la séance initiale.
- *Étiqueter*: la majorité des sujets ne voient pas la nécessité d'étiqueter sans rappel de notre part et pourtant, dans toute situation, ce geste est indispensable et garant de la sécurité.
- *Tenir, agiter, chauffer*: tous les indices pris sur ces items montrent un niveau initial faible. On constate une progression spectaculaire pendant le stage (à la séance finale, seuls 4 sujets sur les 24 ne tiennent toujours pas le récipient lors du chauffage, comparativement à 22 à la séance initiale). Les enseignants en formation ont tenu compte de nos consignes insistantes justifiées par la sécurité.

Pour le deuxième niveau

- *Utiliser un thermomètre*: deux types d'erreurs apparaissent dans l'utilisation du thermomètre: des sujets sortent le thermomètre du bain-marie pour lire la température; d'autres sujets sortent le thermomètre du

bain-marie dès que la température indiquée dans le protocole est atteinte, alors que le bain-marie doit continuer d'être utilisé. Signalons qu'il est difficile d'observer des comportements de prise de mesure de la température, extrêmement fugitifs et intervenant à des moments différents selon les sujets au cours de la manipulation. L'observation a seulement permis de mettre en évidence des types d'erreur liées à l'utilisation du thermomètre et a pour conséquence d'aiguiser notre vigilance pour ce qui est de l'encadrement de l'apprentissage.

- *Effectuer une pesée* : une feuille d'instructions indiquant comment mener une pesée est distribuée à chaque sujet, en début de séance. Nous avons été étonnées du niveau catastrophique des performances initiales. Nous avons relevé des erreurs graves et cumulées chez tous quant à la procédure, à l'exactitude de la mesure et à l'hygiène. Lors des séances finales, les pesées sont correctes (pour 22 sujets sur 24). Il y a donc eu progrès.

Pour le troisième niveau

Les résultats sont plus difficiles à présenter. Il s'agit plus d'une attitude tout au long de la manipulation que de gestes faciles à répertorier.

- *Anticiper le suivi d'une manipulation en rangeant le matériel et les produits* : rangement et nettoyage sont des activités complexes, difficiles à résumer en quelques items. En analysant les situations dans lesquelles nous plaçons les stagiaires, et les situations habituelles de laboratoire, nous sommes arrivés à la conclusion que l'on doit distinguer deux types de rangement : le rangement mécanique et le rangement organisationnel.
- *Le rangement mécanique* implique, à la fin de la manipulation, nettoyer le matériel et la pailleasse, remettre en ordre sur la pailleasse le matériel et les produits en vue de laisser une place propre selon les critères de rangement et de propreté des laboratoires. Cette activité, correspondant à des gestes de base au laboratoire, a donc été insérée dans le premier niveau du schéma (voir le tableau 2).
- *Le rangement organisationnel* relève du troisième niveau, il peut être résumé en : isoler le propre du sale, mettre de côté au fur et à mesure les produits dont on s'est servi, organiser son espace pour garder une aire de manipulation libre et éviter de renverser. L'observation a permis d'envisager, pour une future évaluation, une procédure plus précise. On ajouterait aux items concernant le rangement mécanique (item : « Rangement de l'aire de manipulation », sur la grille de l'annexe 2), un

ou plusieurs nouveaux items spécifiques au rangement organisationnel, par exemple : « isole le matériel propre du matériel sale, tout au long de la manipulation », « organise son aire de manipulation de manière à éviter de renverser ».

- *Lire et suivre le mode opératoire* : de fait, tous les sujets lisent et suivent correctement le mode opératoire, mais ils le font pas à pas, sans anticipation. Or, une vue d'ensemble de la manipulation à effectuer est nécessaire pour la mener correctement. Nous avons considéré qu'ils n'ont pas les cadres de connaissances pour anticiper, et que la durée de la formation est insuffisante pour l'acquérir.
- *Organiser son poste de travail à partir d'un descriptif « pour soi-même comme si c'était pour quelqu'un d'autre »* : cette opération a été faite lors des dernières séances de manipulations. En effet, nous avons décidé de ne l'observer qu'après familiarisation des stagiaires avec le vocabulaire et le matériel de chimie. Nous n'avons donc pas de point de comparaison. Tous les sujets organisent correctement leur poste de travail pour le matériel, la plupart pour les produits (seuls 2 sujets ne repèrent pas les produits).

En résumé, dès le début, les items *prélever* et *transvaser* se sont révélés corrects. De même, dès le début, les items *lire et suivre le protocole* ont été également corrects, quoique pas à pas et sans anticipation. Pour les items *tenir, agiter, chauffer, et peser*, le niveau initial a été faible, et des progrès sensibles ont été observés. Pour l'item *organiser son poste de travail*, le niveau final a été bon. En ce qui concerne le *rangement*, le décompte des observations de rangement a été particulièrement délicat à réaliser.

Selon les trois niveaux d'analyse, nous pouvons dire que les gestes relevant du premier niveau sont souvent correctement effectués. Quand ils ne le sont pas, l'apprentissage conduit rapidement à des progrès spectaculaires. Pour les deuxième et troisième niveaux, l'observation a mis en évidence des erreurs dont nous n'avions pas initialement conscience, indiquant ainsi les points sur lesquels doit porter notre vigilance pour ce qui est de l'encadrement de l'apprentissage.

La mise en place d'un dispositif d'observation nous a donc permis de mettre au point des grilles d'évaluation, dont les items rendent compte d'une tâche à effectuer. Notre démarche, fondée sur l'enregistrement d'indices observables pris sur des actions, montre que là où les objectifs d'enseignement ont été explicitement spécifiés, des progrès ont été constatés.

Tableau 2
Classification des tâches

| | | DÉFINITION DE LA TÂCHE | valeurs mises en jeu |
|--|-----------------|--|--|
| T Â C H E S | niveau 1 | <ul style="list-style-type: none"> - prélever, transvaser - tenir, agiter, chauffer - reboucher - étiqueter - ranger de façon mécanique | PRÉCISION SOIN HYGIÈNE SÉCURITÉ |
| | niveau 2 | <ul style="list-style-type: none"> - utiliser un thermomètre - utiliser une balance | PRÉCISION SOIN |
| | niveau 3 | <ul style="list-style-type: none"> - transcrire les résultats, en faire la synthèse - lire et suivre un mode opératoire - organiser un poste de travail à partir d'un descriptif - anticiper le suivi d'une manipulation en rangeant le matériel et les produits | OBSERVATION SOUSSION aux FAITS |
| | | | AUTONOMIE et ORGANISATION |
| | | | PROJECTION dans L'AVENIR |

Discussion des résultats

Notre objectif de formation était d'enseigner des savoir-faire expérimentaux. Au-delà des aspects opérationnels de l'évaluation, nous désirons rendre compte de réflexions qui témoignent d'objectifs d'enseignement non explicités.

La réflexion issue de l'analyse des résultats nous fait affirmer la nécessité

La réflexion issue de l'analyse des résultats nous fait affirmer la nécessité de transmettre des méthodes générales de travail scientifique rigoureux, méthodes impliquées dans toute activité en laboratoire de chimie, à l'école ou ailleurs. Ces méthodes font appel à des valeurs liées aux contraintes du travail scientifique. Nous avons essayé de lister ces principales valeurs que nous aimerions transmettre aux stagiaires dans ce domaine : la rigueur scientifique, l'autonomie et l'organisation, la prise en compte des exigences de l'hygiène et de la sécurité.

Nous considérons la rigueur scientifique comme primordiale. Elle est définie essentiellement par l'objectivité et par la soumission aux faits observés. Il nous a alors fallu repérer comment cette soumission aux faits a l'occasion d'apparaître au cours des manipulations. Celle-ci est facilitée par deux éléments : en premier lieu, les faits à observer sont des faits attendus et explicites, soit par le protocole et les explications qui l'accompagnent, soit par une référence témoin. En second lieu, dans nos situations, l'absence de notation (évaluation sommative) devrait permettre aux stagiaires d'accomplir leurs tâches sans contrainte et de donner leurs résultats scrupuleusement et intégralement.

La précision et le soin, que nous rattachons également à la rigueur scientifique puisqu'il s'agit de procéder correctement à l'établissement des faits à observer, apparaissent clairement dans les activités proposées. Précision et soin figurent parmi nos préoccupations constantes et sont partie intégrante des actions (peser, verser, mesurer, ranger). Nous les avons exprimées dans notre enseignement comme dans nos grilles d'observation.

Autonomie et organisation sont essentielles, pour les chimistes en général et pour les enseignants en formation en particulier, puisque les enseignants ont en classe à concevoir et organiser des manipulations. Concernant plus spécifiquement l'organisation, nos manipulations veulent servir de référence à transposer dans les classes. C'est pourquoi nous les avons si soigneusement mises au point, pensant que les enseignants prendraient modèle sur notre organisation, minutieuse et précise. En réalité, seule une observation des enseignants, en situation dans les classes, nous permettrait d'en juger. Des évaluations sont en cours dans ce sens.

La prise en compte des exigences de la sécurité et de l'hygiène est présente tout au long des manipulations (peser, tenir, chauffer, etc.), et également dans nos observations, mais sécurité et hygiène ne sont pas traitées de la même manière dans notre enseignement. Pour la sécurité, les consignes

sont données de façon explicite, pour l'hygiène elles sont implicites : nous sommes en effet hésitants à donner des consignes d'hygiène à des adultes censés savoir spontanément respecter les règles d'hygiène. Pourtant, nous pensons maintenant que les unes comme les autres sont nécessaires sur le plan scientifique, et doivent être explicitement enseignées.

Au-delà de l'évaluation des savoir-faire proprement dits, cette étude nous a conduit à réfléchir aux valeurs essentielles que nous désirons transmettre à travers ces actions. Mener à bien ces actions devient alors un indice des valeurs sollicitées.

Conclusion

Cette étude apporte une contribution à l'évaluation des savoir-faire expérimentaux d'enseignants de l'école primaire française. Pour cette évaluation, nous avons été amenées à construire des outils, sous forme de grilles d'observation adaptables à d'autres situations expérimentales. Nous avons analysé les tâches à effectuer lors des manipulations, selon trois niveaux, croissants, de complexité et d'anticipation : habiletés gestuelles proprement dites, habiletés gestuelles pilotées par des connaissances scientifiques de base, actions plus complexes hiérarchisées et anticipées. Nous les avons mises en perspective par rapport aux valeurs liées à la démarche scientifique, parmi lesquelles nous plaçons la rigueur en premier plan.

Ainsi, la mise en place des dispositifs d'observation et l'analyse des données provenant de ces observations ont entraîné, selon une dynamique propre à l'évaluation formative, la révision de certains aspects du programme de formation. Sans dévier de notre but qui est de rendre les enseignants capables d'organiser des manipulations en classe, et de leur faire prendre conscience des valeurs liées aux contraintes et aux exigences d'un travail scientifique, nous avons été amenées à réajuster nos objectifs en les explicitant par rapport à la hiérarchisation des savoir-faire expérimentaux et des valeurs correspondantes. On pourra, par exemple, tolérer une aire de manipulation mal rangée en fin de manipulation. Mais on fera prendre conscience, à l'enseignant en formation, d'un geste ou d'une action qui mettraient en cause les règles de sécurité et d'hygiène. Une telle démarche implique, selon les formations et le public, de sélectionner des objectifs prioritaires : faire porter nos exigences sur le respect de l'hygiène et de la sécurité par exemple, pourrait conduire, dans un contexte donné, à ne pas

mettre l'accent sur d'autres aspects moins importants, comme la lecture anticipée du protocole. Cette évaluation nous conduit maintenant à travailler à l'explicitation d'un modèle d'apprentissage pour les enseignants en formation et, par extension, pour leurs élèves.

RÉFÉRENCES

- Allal, L. (1994). Vers une pratique de l'évaluation formative. Bruxelles : De Boeck.
- Brice, T., McCall, J., Mc Gregor, J., Weston, R. & Robertson, I. (1983). Practical skill objectives. Glasgow : T.A.P.S. Foundation Science.
- Cachapuz, A.F. (1991). Vers un modèle innovateur d'évaluation de l'enseignement expérimental de la chimie. Actes du séminaire international : évaluation enseignement expérimental chimie, Université de Pau, 22-47.
- Callis, C.S., Kirschner, S. & Yankwich, P.E. (1984). A boost for science education. Chemical and English News, 62(5), 31-36.
- Carretto, J., Chastrette, M., Cros, D. & Montfort, B. (1992). Réflexions sur la construction de la grille d'observation d'une séance au laboratoire de chimie. Actes des 1^{er} ECRICE. SFC/CIFEC, Université de Montpellier, 106-110.
- Davous, D. & Thibault, J. (1988). Questionner, concevoir et réaliser des formations en chimie : les sciences expérimentales à l'école primaire, approche méthodologique. Actes des 10^e Journées sur l'éducation scientifique, Chamonix, 97-100.
- De Ketele, J.M. (1987). Observer pour éduquer, (4^e éd.). Berne : Peter Lang.
- Dumon, A. (1987). Évaluer le travail des étudiants au laboratoire : quels problèmes? Actualité chimique, 3, 81-85.
- Dumon, A. (1988). Comment évaluer son enseignement expérimental de la chimie? Pédagogiques, 8(1), 117-137.
- Dumon, A. (1995). L'enseignement expérimental de la chimie dans le premier cycle universitaire : guide pour la conception et l'évaluation de séquences d'enseignement. Modules pour l'amélioration pédagogique des enseignements supérieurs (MAPES), SESDIC, laboratoire de chimie 13, Université de Poitiers.
- Dynan, M.B. (1983). Developing a model of inservice education for effective implementation of elementary science curricula. In P. Tamir, A. Hofstein & M. Ben Peretz (éd.), Preservice and inservice education of science teachers (pp. 371-377). Rohovot Philadelphia, PA : Balaban International Science Services.
- Eglen, J.R. & Kempa, R.F. (1974). Assessing manipulative skills in practical chemistry. School Science Review, 56(195), 261-273.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las ciencias, 12(3), 299-313.

- Johnstone, A.H., Reid, N. & Percival, F. (1981). Is knowledge enough? Studies in Higher Education, 6(1), 77-83.
- Lawrenz, F.P. (1984). An evaluation of effect of two different lengths of in-service training on teachers' attitudes. Journal of Research in Science Teacher, 21(5), 497-506.
- Meester, M.A. & Maskill, R. (1993). The practical side of chemistry. Education in Chemistry, 30, 156-159.
- Montfort, B., Carretto, J., Rinaldy, A. & Chastrette, M.(1993). Processus simultané d'évaluation et d'auto-évaluation dans le laboratoire de chimie. Mesure et évaluation en éducation, 15(4), 5-29.
- Montfort, B., Rebetez, M. & Touyeras, F. (1994). L'enseignement un problème de communication : emploi d'une grille d'observation pour mesurer l'efficacité de différents outils du discours pédagogique en travaux pratiques de chimie. Actes du 2^e colloque transfrontalier : communication. Université de Lausanne (Suisse), 417-425.
- Seager, L. & Swenson, T. (1987). Elementary school chemistry activities. Journal of Chemical Education, 64(2), 157-159.
- Stronck, D.R. & Koller, G.R. (1981). Evaluating the effectiveness of an inservice science program through the use of materials. Journal of Research in Science Teaching, 18(5), 407-408.
- Thibault, J., Davous, D. et al. (1985, 1991, 1995, 1997). Fascicules de méthodologie et de manipulations en chimie. Poitiers : Centre régional de documentation pédagogique.
- Thibault, J., Davous, D. & Masson, A. (1993). Une approche interactive de la chimie. Didaskalia, 2, 121-130.
- Woodward, L.M. (1985). Laboratory chemistry for elementary school teachers. Journal of Chemical Education, 62(6), 527-528.

Annexe 1

Exemple de protocole de manipulation : la fabrication d'un shampooing

Produits

minarol
eau déminéralisée
agent MT-40
phénonip
acide lactique
empilan

Matériel

1 cuillère à soupe
1 pot
1 éprouvette graduée de 50 cm³
1 abaisse-langue
1 éprouvette graduée de 10 cm³
1 récipient bouché de 60 cm³ pour stocker le shampooing

Mode opératoire

- Prélever une cuillère à soupe rase de minarol.
Les transvaser dans le pot.
- Mesurer 40 cm³ d'eau déminéralisée à l'aide de l'éprouvette de 50 cm³.
Les transvaser dans le pot.
- Mélanger à l'aide de l'abaisse-langue.
- Ajouter 1 cm³ d'agent MT-40 mesuré à l'aide de l'éprouvette de 10 cm³.
Attendre 20 secondes pour que le produit s'écoule dans le pot.
- Ajouter dans le pot :
 - 15 gouttes de phénonip
 - 10 gouttes d'acide lactique
 - 10 gouttes d'empilan
- Mélanger jusqu'à obtenir un mélange homogène.
- Transvaser le shampooing dans le récipient de stockage.
- Boucher.
- Étiqueter.

Annexe 2

**Exemple de grille d'évaluation des savoir-faire expérimentaux :
la fabrication d'un shampoing**

| <i>Date :</i> | | | |
|--|-----|-----|---|
| <i>Nom de l'observateur :</i> | | | |
| <i>Identification du sujet observé :</i> | | | |
| L'observateur indique son appréciation à l'aide de 3 codes inscrits à côté des items : oui, non, point d'interrogation (s'il hésite ou si l'item n'a pu être observé). | | | |
| | OUI | NON | ? |
| Lecture du protocole S lit le protocole en entier avant de commencer à manipuler | | | |
| Repérage du matériel et des produits S repère le matériel et les produits, en lisant le protocole | | | |
| Organisation de l'aire de travail pour manipuler S organise son aire de travail pour manipuler | | | |
| Mesure rase S effectue correctement la mesure | | | |
| Utilisation de la pissette d'eau déminéralisée S sait se servir d'une pissette | | | |
| Prélèvement à l'aide d'une éprouvette et transvasement S choisit l'éprouvette de bonne capacité S applique correctement la technique du prélèvement S mesure le volume avec exactitude S transvase correctement | | | |
| Mélange S mélange en tenant le pot S mélange sans projeter à l'extérieur S laisse l'abaisse-langue dans le pot | | | |
| Prélèvement à l'aide d'une éprouvette et transvasement S choisit l'éprouvette de bonne capacité S applique correctement la technique du prélèvement S mesure le volume avec exactitude S transvase correctement | | | |
| Prélèvement de gouttes à l'aide d'un compte-gouttes (pour chaque prélèvement) S est capable de faire un vrai goutte à goutte S met le nombre exact de gouttes | | | |
| Mélange S choisit l'éprouvette de bonne capacité S applique correctement la technique du prélèvement S mesure le volume avec exactitude S transvase correctement S vérifie que le produit est homogène | | | |
| Transvasement du produit fini S transvase correctement dans le pot de stockage S bouche le flacon S colle l'étiquette sur le pot S écrit le nom du produit sur l'étiquette | | | |
| Rangement de l'aire de manipulation S range le matériel et les produits S met de côté (ou jette) pot, abaisse-langue, papier pH | | | |
| Appréciation générale éventuelle | | | |