
PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

Sécurité en chimie : pour sensibiliser les futurs citoyens, formons les professeurs stagiaires !

par Anne GOUBE
IUFM - 38000 Grenoble

RÉSUMÉ

Nous montrerons comment la formation des professeurs stagiaires de sciences physiques de l'IUFM de Grenoble sur la sécurité en chimie peut contribuer à ce qu'à leur tour, ils forment des citoyens responsables, capables de prévenir les risques et de prendre des décisions rapides et efficaces en cas d'accident. Nous montrerons tout d'abord le lien entre les conceptions sur la réaction chimique et les réponses inadaptées des élèves et des professeurs stagiaires. Nous développerons ensuite la stratégie de formation basée sur l'analyse, la simulation et la prévention des accidents.

1. INTRODUCTION

Pour la formation à la sécurité en chimie, au laboratoire comme à la maison, les listes d'injonctions données et imposées donnent de piètres résultats : les accidents sont trop fréquents, et celui qui est concerné ne réagit ni de façon adaptée, ni assez vite.

Le futur citoyen, responsable, capable de s'impliquer dans les choix et les décisions ne pourra le faire que s'il comprend ce qui est en jeu.

L'exposé montrera en quoi l'explicitation des conceptions sur la réaction chimique permet de développer une meilleure compréhension, donc une attitude plus adaptée.

L'exposé présentera également la formation proposée à l'IUFM de Grenoble pour les professeurs stagiaires de sciences physiques : analyse et simulation d'accidents, collaboration avec le centre antipoison, et répercussions sur l'enseignement en classe avec les élèves.

PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

Tout ceci pour permettre aux professeurs stagiaires de comprendre l'enjeu éducatif de ce thème et de mettre en œuvre ensuite dans leurs classes des séquences sur la sécurité en chimie.

2. POURQUOI CETTE FORMATION ?

2.1. Le constat

De trop nombreux incidents ou accidents sont signalés par les professeurs stagiaires et par le centre antipoison. Lorsque les consignes de sécurité ressemblent à des ordres, elles sont souvent rejetées.

Les réponses des professeurs stagiaires sont souvent inadaptées lorsqu'on leur demande ce qu'il conviendrait de faire devant tel accident et comment l'éviter.

2.2. Le but

- Diminuer le nombre d'incidents et d'accidents ;
- Développer des réponses adaptées en cas d'accident et être capable de prévenir le risque ;
- Inciter les professeurs stagiaires à mettre en place des séances sur la sécurité en chimie avec leurs élèves, séances basées sur la compréhension du risque et de la prévention.

2.3. Les choix

Les nouveaux programmes de chimie des lycées et collèges insistent beaucoup sur l'éducation à la sécurité au laboratoire et à la maison. A Grenoble, les inspecteurs pédagogiques régionaux en ont fait une de leurs priorités, et ceci, en collaboration avec le centre antipoison.

Nous avons donc cherché d'où venaient ces réponses inadaptées. Nous avons utilisé les résultats des recherches en didactique de la chimie, en particulier celles portant sur les conceptions.

3. METTRE EN RELATION LES CONCEPTIONS ET LES RÉPONSES DES PROFESSEURS STAGIAIRES ET DES ÉLÈVES

3.1. Les conceptions

Beaucoup de bons étudiants en sciences, qui savent résoudre de complexes problèmes de chimie, confondent la réaction chimique et l'équation-bilan équilibrée de cette

PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

réaction chimique. L'équation-bilan est un modèle microscopique de la réaction chimique, il n'est pas la réalité macroscopique qui est autrement plus complexe ! On trouve chez les professeurs stagiaires les mêmes conceptions obstacles que celles que l'on trouve chez les élèves.

3.2. Première conséquence : non prise en compte de la cinétique des réactions

Cette dimension du problème leur paraît sans intérêt, alors que pour les questions de sécurité c'est un aspect déterminant.

Les réactions chimiques ont une vitesse, qui peut être très variable, d'une fraction de seconde à plusieurs années. Au départ, il n'y a que les réactifs, qui, progressivement se transforment en produits. Au cours du temps, il y a de moins en moins de réactifs et de plus en plus de produits. L'équation-bilan est un bilan final qui ignore le temps.

Pour augmenter la vitesse d'une réaction chimique, on peut augmenter la concentration d'un des réactifs, utiliser un réactif finement divisé, améliorer le contact entre les réactifs, ou modifier les conditions expérimentales, en particulier en chauffant.

La réaction chimique va s'arrêter soit par épuisement d'un des réactifs, soit par arrêt du contact entre les réactifs, soit par modification des conditions expérimentales, en particulier en refroidissant.

3.3. Deuxième conséquence : non prise en compte des différentes façons d'obtenir une réaction chimique

Pour obtenir une réaction chimique, les conditions expérimentales peuvent être très différentes. S'il n'y a qu'un seul réactif, on peut le chauffer, ou l'exposer à la lumière, ou apporter de l'énergie électrique... S'il y a plusieurs réactifs, il suffit parfois de les mettre en contact, ou après la mise en contact de chauffer, faire une étincelle, exposer à la lumière...

L'équation-bilan ne précise pas ces conditions expérimentales, et lorsqu'elle le fait, l'étudiant est souvent focalisé sur la stœchiométrie.

PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

3.4. Exemples : brûlure chimique et brûlure thermique

De l'acide nitrique concentré est renversé et un élève est éclaboussé sur la main et le pantalon. Que faire ?

Les professeurs stagiaires proposent de rincer un peu à l'eau, puis de mettre une pommade. Ils ne signalent pas qu'il faut agir vite, qu'il faut enlever le vêtement souillé et qu'il faut rester longtemps sous l'eau du robinet. Ce qui prouve qu'ils n'analysent pas la situation en terme de réaction chimique ayant une vitesse élevée. Si on veut préserver le réactif qu'est la peau, il va falloir arrêter cette réaction et pour cela : agir vite, rester sous l'eau longtemps pour éliminer le réactif et pour refroidir, enlever les vêtements qui sont un réservoir d'acide. La compréhension des aspects cinétiques de la réaction chimique est nécessaire pour pouvoir agir de façon appropriée. Ils ne s'imaginent pas non plus en classe, demandant à l'élève d'enlever son pantalon pour se mettre sous la douche ou dans l'évier sous l'eau !

La veste de survêtement d'un élève prend feu. Des gouttes enflammées tombent sur le bras et collent à la peau. Que faire ?

Les professeurs stagiaires proposent d'éteindre le feu avec la couverture antifeu puis de traiter la brûlure. Les avis divergent sur l'action à mener : ce qu'il convient de faire dépend-il de la gravité de la brûlure ? Faut-il garder ou non les vêtements ? Ils ne proposent pas de mettre sous l'eau du robinet, longtemps, et d'agir sans perdre de temps. Ils ne perçoivent pas qu'il y a ici deux réactions chimiques successives : la combustion du survêtement puis la brûlure de la peau. Ils arrêtent rapidement et efficacement la première réaction de combustion mais n'essayent pas d'arrêter la seconde. La brûlure de la peau est une réaction avec un seul réactif : la peau. Pour l'arrêter on ne peut jouer que sur les conditions expérimentales : ici, refroidir énergiquement, donc sous l'eau du robinet pendant quinze minutes. Les vêtements collés à la peau ne sont pas un réservoir de réactif, donc peuvent être laissés en place.

4. STRATÉGIE DE FORMATION

Pour que les professeurs stagiaires s'approprient les règles de sécurité et ensuite les travaillent avec leurs élèves, nous proposons la formation suivante :

- Une journée de six heures :

1 - analyse d'accidents qui sont arrivés soit à la préparation au CAPES, soit dans des classes (voir liste en annexe 1). Chaque groupe de stagiaires doit analyser un accident : que faire ? comment l'éviter ? et faire l'exposé de ses propositions qui sont discutées et mises en relation avec les conceptions sur la réaction chimique. Le débat permet de

PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

mettre à plat toutes les erreurs, toutes les craintes, toutes les hésitations. Pouvoir dire des choses fausses, accepter de se tromper, comprendre pourquoi on s'est trompé permet plus facilement ensuite de construire et de s'approprier la réponse correcte. Le formateur doit rester vigilant sur sa façon d'animer le débat et la façon dont il accueille les erreurs s'il veut atteindre son objectif. Le formateur distribue ensuite une synthèse. Les points qui restent à discuter sont notés, pour être soumis au médecin du centre antipoison qui viendra l'après-midi.

2 - ateliers tournants de simulation d'accidents. Chacun peut réaliser tous les accidents étudiés précédemment, de façon contrôlée et raisonnée (voir liste en annexe 2). Ceci permet de vaincre ses appréhensions et d'acquérir le geste approprié : si un accident se produit par la suite, le geste à accomplir aura déjà été réfléchi et sera disponible sous forme réflexe.

3 - débat avec le docteur Saviuc du centre antipoison de Grenoble.

- Une demi-journée, la semaine suivante : mise au point de séquences de classe sur la sécurité en chimie.
- Plus tard, lors des séances du module «réflexion de pratique de classe», analyse des séquences réalisées avec les élèves.

5. RÉSULTATS

Nous pouvons mesurer l'impact de cette formation en prenant des indices de trois façons différentes : tout d'abord en écoutant ce que les professeurs stagiaires racontent à l'IUFM, ensuite en analysant les séances auxquelles assistent les formateurs lorsqu'ils rendent visite aux stagiaires dans leurs classes, et enfin en lisant les bilans de formation (anonymes) que les stagiaires complètent en fin d'année.

A les écouter, les stagiaires, dans leur majorité, mettent en place des séances sur la sécurité en chimie. En cas d'incident, ils racontent la façon dont ils ont réagi, en se félicitant que le cas ait été discuté et simulé en formation. Ils sollicitent souvent l'avis du formateur. Ils accordent beaucoup d'importance à la prévention et disent essayer de responsabiliser leurs élèves par la compréhension des règles de sécurité à la maison et au laboratoire.

Lors des visites, les formateurs ont pu constater que les stagiaires mettent en place des séances sur la sécurité. Ils font systématiquement utiliser barrettes, lunettes. Ils font enlever les vêtements flottants, débarrasser les tables et les allées. Ils font rappeler les

PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

règles de sécurité lors de l'utilisation du bec bunsen ou des acides. En cas de brûlure thermique ou chimique sur les doigts, les élèves vont d'abord sous le robinet avant d'appeler le professeur. Les élèves utilisent correctement les becs bunsen et manipulent les acides avec précautions. Le fait que les élèves agissent en personnes responsables montre que l'action du professeur a été efficace.

Dans les bilans en fin d'année, cette formation à la sécurité en chimie fait l'unanimité auprès des professeurs stagiaires, et ce, depuis des années.

6. CONCLUSION

Ce module sur la sécurité en chimie est un moment privilégié de la formation à l'IUFM car il permet un travail sur les conceptions en chimie en liaison avec le concret des situations d'accidents. Il permet aussi d'établir un lien entre la formation et les pratiques de classe : formation à la prévention et aux gestes efficaces en cas d'accident puis construction de séquences de classe, mise en œuvre, et analyse critique. L'analyse des pratiques des professeurs stagiaires montre qu'ils contribuent à former les citoyens responsables de demain.

BIBLIOGRAPHIE

- R. BARLET et D. PLOUIN : *«L'équation-bilan en chimie, un concept intégrateur source de difficultés persistantes»* - Aster n° 18 - INRP (1994).
- J. CARRETTO et R. VIOVY : *«Relevé de quelques obstacles épistémologiques dans l'apprentissage du concept de réaction chimique»* - Aster n° 18 - INRP (1994).
- A. GOUBE : *«L'imagination au pouvoir : le concept de réaction chimique au collège»* - BUP n° 726 (1990).
- M. MARTINEZ : *«La chimie et ses dangers, un problème conceptuel»* - Mémoire PLC2 - IUFM de Grenoble (1995).
- M. MEHEUT : *«Des représentations des élèves au concept de réaction chimique, premières étapes»* - BUP n° 716 (1989).
- P. SAVIUC : *«Travaux pratiques de sciences physiques : éducation à la prévention des risques»* - Académie de Grenoble et centre antipoison de Grenoble - (février 1996).
- C. SOLOMONIDOU et H. STAVRIDOU : *«Les transformations de substances, enjeu de la réaction chimique»* - Aster n° 18 - INRP (1994).

PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

Annexe 1 : Accidents en chimie***Que faire quand cet accident arrive ?******Comment éviter cet accident ?***

-
- 1 - En enlevant brusquement son cartable, un élève fait tomber par terre une bouteille d'acide nitrique concentré qui était posée sur sa paillasse. Elle se brise et éclabousse plusieurs élèves.
 - 1 bis - Un étudiant saisit à mains nues une éprouvette contenant de l'acide sulfurique concentré qui avait débordé au remplissage.
 - 1 ter - Un élève se plaint de picotements à la main, après avoir nettoyé sa paillasse avec l'éponge.
 - 2 - En chauffant des cristaux de chlorure de sodium dans une coupelle, un cristal explose et un morceau arrive dans l'œil.
 - 3 - En allumant une allumette, un morceau enflammé tombe sur la veste de survêtement synthétique d'un élève. La veste prend feu et des gouttes enflammées tombent sur le bras et collent à la peau.
 - 3 bis - Un étudiant se brûle la main en la posant sur une plaque chauffante.
 - 4 - En ouvrant le mauvais robinet de gaz, qui ne conduit pas à un bec bunsen, une énorme flamme surgit au robinet et brûle les cheveux et le visage de l'étudiant.
 - 5 - Un élève avale «un produit» en pipetant à la bouche.
 - 6 - Un étudiant doit installer un tube en verre dans un bouchon en caoutchouc. Le tube résiste, l'étudiant force :
 - le tube se casse et coupe plusieurs doigts de la main qui tient le tube,
 - le tube traverse (enfin !) le bouchon et aussi la main qui tient le bouchon.
 - 6 bis - Un élève se coupe en ramassant à la main les morceaux de verre de son tube à essai qui s'était cassé.
 - 7 - Un élève glisse sur une flaque d'eau par terre ; il se cogne la cheville ; il est conscient mais ne peut pas se relever.
 - 8 - Une bouteille d'ammoniaque pleine se casse en tombant par terre.
 - 9 - Il y a un dégagement gazeux dans un tube. Pour que ce gaz ne s'échappe pas, l'étudiant bouche le tube avec un bouchon. Le tube explose.
 - 9 bis - En présentant une allumette à l'extrémité du tube effilé, tout explose à la figure du professeur.

PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

Annexe 2 : Ateliers sur la sécurité en chimie

- Préparer sa liste de matériel.
- Venir chercher le matériel nécessaire et le transporter dans une grande cuvette en plastique.
- Prendre une poubelle et un torchon.
- Après avoir réalisé les expériences d'un atelier, rapporter le matériel nettoyé, puis prendre le matériel nécessaire à l'atelier suivant.

Atelier 1 : Bec bunsen

- Allumer et éteindre le bec bunsen.
- Chauffer un tube contenant de l'eau (voir fiche dans le dossier).

Atelier 2 : Incendie

- Éteindre un papier enflammé avec une serpillière mouillée.
- Faire brûler des cheveux.
- Lire les notices des extincteurs.

Atelier 3 : Retour

- Faire l'expérience du retour contrôlée.
- Faire l'expérience de $CuO + C$.

Atelier 4 : Verre

- Couper du verre.
- Border du verre.
- Couder du verre.
- Fabriquer des pipettes.
- Enfiler des tubes dans les bouchons sans danger.

PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

Atelier 5 : Dihydrogène

- Fabriquer H_2 et le faire brûler sans risque.

Atelier 6 : Acides

- Utiliser un flacon rince œil.
- Neutraliser l'acide avec le carbonate de sodium.
- Mesurer proprement le pH avec le papier pH (voir fiche dans le dossier).
- Bien étudier le système de fermeture de la boîte, comment faire pour que les élèves les utilisent correctement ?

Atelier 7 : Documentation

- Regarder les documents disponibles.
- Que faire en classe avec ces documents ?