

## Utilisation d'un système expert en T.P. de chimie

Pascal SCHWARTZ  
Lycée Lamartine, 71018 Mâcon

---

*En accord avec le programme de la classe de seconde, à la fin de la leçon «Tests d'identification des ions», les élèves peuvent réaliser une modeste recherche d'ions en travaux pratiques. Profitons de l'occasion pour leur faire toucher du doigt un système expert.*

### DÉROULEMENT POSSIBLE

On distribue préalablement une feuille indiquant le mode opératoire et les différents essais permettant d'identifier un ion ; on remet à chaque groupe d'élèves plusieurs flacons numérotés et on indique que chaque flacon renferme une solution aqueuse contenant un seul anion et un seul cation. Afin de familiariser les élèves avec la méthode proposée, une détermination complète est alors réalisée par le professeur dans des tubes à essais.

La consultation du système expert sur le micro-ordinateur installé au fond de la salle s'effectue ensuite. Aucune connaissance en informatique n'est nécessaire, il suffit de répondre aux questions posées en appuyant sur la touche «Entrée» pour sélectionner l'option où est situé le curseur (l'usage de la souris permet de se passer complètement du clavier).

A la fin, la sortie sur imprimante permet à l'élève de garder une trace des tests réalisés et du résultat obtenu. En cas de succès, il peut alors identifier une autre solution ; il lui reste également à écrire les équations des réactions chimiques mises en jeu.

## MATÉRIEL

### Élèves (par groupe) :

- dix tubes à essais,
- flacons de 100 ml contenant des solutions de NaOH, NH<sub>3</sub>, AgNO<sub>3</sub>, HCl, BaCl<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub> avec pipettes de prélèvement,
- pince pour le chauffage.

### Professeur :

- une vingtaine de flacons numérotés contenant par exemple des solutions de NaCl, AgNO<sub>3</sub>, CuSO<sub>4</sub>, FeCl<sub>3</sub>, Zn (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, FeSO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>Cl, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>S, ZnCl<sub>2</sub>, Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, BaCl<sub>2</sub>...
- ordinateur personnel IBM ou compatible,
- disquette programme VP-expert, générateur de système expert (en cours d'expérimentation pour étude de licences mixtes / DLC15),
- base de connaissance sur les ions (pour l'obtenir avec une documentation sur le T.P. adresser une disquette formatée et une enveloppe timbrée à l'auteur).

## APPORT DE L'INFORMATIQUE

Comme l'élève, le système ne commence pas ses investigations dans un ordre quelconque. Il suit le mode opératoire qui a été indiqué à la classe. D'autre part, il commence par une recherche générale des indices pouvant faire soupçonner tel ou tel ion, puis seulement ensuite en fonction des indices repérés, se focalise sur tel ou tel ion précis ; une confirmation du diagnostic peut s'ensuivre également. Par exemple, le système pose d'abord la question :

*«Quelle est la couleur de la solution ?»,*

ce qui est une observation immédiate à placer au début, puis si la réponse est «vert pâle» la focalisation sur le cation fer II amène le système à poser la question :

*«Qu'observez-vous si l'on ajoute une solution de soude dans la solution testée ?»*

Si l'on choisit dans le menu proposé «précipité verdâtre», le système est en mesure de conclure à la présence du cation fer II ; néanmoins il tente de confirmer son diagnostic en posant une dernière question :

*«Ce précipité prend-il une coloration rouille à l'air ?»*

Les questions posées sont des questions « intelligentes ». Le système décèle certaines erreurs, en particulier, il indique si les ions déterminés sont incompatibles ou s'il ne peut conclure.

Le temps passé par l'élève devant la console correspond en gros à celui qui serait nécessaire pour écrire les tests réalisés et ne le détourne donc pas de l'analyse qualitative expérimentale.

On peut penser que l'apport informatique accroît la motivation des élèves et les décharge de certaines tâches (en en créant d'autres), qu'un effort de mémorisation est nécessaire avant d'entrer les données et que les connaissances chimiques supposées et indispensables ont été mieux mises en évidence.

Si l'option informatique existe dans l'établissement, il serait probablement profitable, dans le cadre d'un projet d'élèves travaillant en équipe, d'étudier la base de connaissance et de chercher à l'améliorer.

## EXEMPLE DE CONSULTATION

Trace de l'écran : (l'écriture en caractère gras indique les choix effectués par l'élève).

...

Quelle est la référence de la solution ?

**A**

Quelle est la couleur de la solution ?

**incolore**

Qu'observez-vous si l'on ajoute une solution de soude dans la solution testée ?

**précipité blanc**

Qu'observez-vous si l'on ajoute une solution d'oxalate d'ammonium ?

**je ne sais pas** (ce test, qui permet de déterminer l'ion calcium, n'est pas effectué en T.P.)

Le précipité précédent se redissout si l'on verse de la soude  
**vrai**

Ce précipité est  
**soluble dans une solution d'ammoniac**  
→ Le cation est l'ion zinc.

Appuyer sur une touche pour rechercher l'anion.

Qu'observez-vous si l'on ajoute de l'acide chlorhydrique ?  
**pas de dégagement gazeux.**

Qu'observez-vous si l'on ajoute une solution de nitrate d'argent ?  
**précipité blanc**

Qu'observez-vous si l'on verse une solution de chlorure de baryum ?  
**précipité blanc**

Ce précipité est  
**insoluble dans l'acide nitrique**  
→ L'anion est l'ion sulfate.

Conclusion : la solution A est une solution de sulfate de zinc.  
Trace à l'imprimante :

Tests ayant permis d'identifier le cation :  
La solution est incolore.

Si l'on ajoute une solution de soude on observe un précipité blanc.  
Ce précipité se redissout si l'on verse de la soude.  
Ce précipité est soluble dans une solution d'ammoniac.  
→ Le cation est l'ion zinc.

Tests ayant permis d'identifier l'anion :  
Si l'on ajoute de l'acide chlorhydrique on n'observe pas de dégagement gazeux.

Si l'on ajoute une solution de nitrate d'argent on observe un précipité blanc.

Si l'on verse une solution de chlorure de baryum on observe un précipité blanc.

Ce précipité est insoluble dans l'acide nitrique.

→ L'anion est l'ion sulfate.

Conclusion : la solution A est une solution de sulfate de zinc.

### **BIBLIOGRAPHIE**

M. CHÂTELET, R. GUIHAUMÉ : «Chimie expérimentale. Chimie minérale» Armand Colin, 1972.

Collection J. LACOURT : «Sciences physiques. Seconde. Livre du professeur» Armand Colin, 1978.

J.P. DELAHAYE : «Systèmes experts : organisation et programmation des bases de connaissance en calcul propositionnel» Eyrolles, 1987.

Softissimo : «VP-expert, l'intelligence des chiffres et des données» Paperback Software, 1987.

P. SCHWARTZ : «Un système expert ÉLISE appliqué en chimie» Actes des Journées : Informatique et pédagogie des sciences physiques, mars 1988.