

La classe laboratoire en chimie au L.E.P.

- I. Quelques données psychologiques concernant l'élève de L.E.P.
 - II. Une suggestion pour le déroulement d'une classe laboratoire en cinq séquences ; justification des différentes phases.
 - III. Exemple de déroulement de classe laboratoire : les indicateurs colorés.
 - IV. Progression de chimie 2^{me} année C.A.P. électrotechnique.
 - V. Un des plans possibles pour la disposition d'une classe laboratoire.
 - VI. Quatre exemples de leçon.
 - VII. Conclusions.
-

I. QUELQUES DONNEES PSYCHOLOGIQUES CONCERNANT L'ELEVE DE L.E.P.

Le but de l'enseignement des sciences au L.E.P. est double ; il s'agit :

- de faire acquérir par les élèves les connaissances indispensables à la compréhension des phénomènes scientifiques qui entrent dans la pratique du métier d'une part, et à la vie sociale d'autre part ;
- de donner le maximum de culture compatible avec les aptitudes des élèves et leur développement ultérieur.

Lorsque l'élève entre en première année C.A.P., il est capable d'effectuer des « opérations » logiques portant sur des données concrètes ; il se décentre peu à peu de l'action individuelle et progresse vers une pensée opératoire formelle. C'est essentiellement une forme d'intelligence « concrète intuitive » qui l'a orienté selon ses goûts et intérêts vers le L.E.P. : le sujet a surtout tendance à résoudre les problèmes qu'il rencontre par une expérimentation active, par un essai des solutions découvertes par intuition. Cet adolescent ne procède donc pas par tous les détours de l'intelligence logique, mais à partir de l'observation et par

une réorganisation des données perçues, il met les solutions au point de façon progressive en gardant le contact avec la réalité.

Les méthodes utilisées doivent tenir compte de ces données psychologiques et de l'intérêt pour l'expérimentation active si l'on veut que l'élève de L.E.P. apprenne à organiser son savoir et prenne confiance en ses possibilités. La classe laboratoire constitue une solution propre à une invitation à la démarche scientifique s'appuyant sur une expérimentation active.

II. UNE SUGGESTION POUR LE DEROULEMENT D'UNE CLASSE LABORATOIRE EN CINQ SEQUENCES ; JUSTIFICATION DES DIFFERENTES PHASES.

1) Motivation :

Son but est de poser un problème.

Cette phase est importante non seulement pour soulever l'intérêt mais aussi parce qu'elle invite :

- à se méfier des connaissances toutes faites et qu'on ne remet plus en question ;
- à faire un choix judicieux et conscient entre les nombreuses informations fournies par le milieu et surtout les « média », l'élève sera ainsi amené à mobiliser ses connaissances acquises.

2) Expérimentation :

Elle se fait par groupes, aussi diversifiée que possible.

* INTÉRÊT PÉDAGOGIQUE : souci de mettre l'élève devant un problème *particulier* à résoudre ;

* INTÉRÊT SCIENTIFIQUE : dans une méthode inductive, les faits doivent être diversifiés pour les organiser, les rendre intelligibles dans une loi aussi générale que possible.

3) Synthèse - Interprétation :

Au niveau du groupe, puis au niveau de la classe :

- 1^{re} phase* : chaque groupe d'élèves donne ses résultats de recherche que l'on peut faire noter au tableau ;
- 2^{me} phase* : l'observation des résultats suscite chez les élèves des remarques et lance une discussion pour essayer de régler les désaccords éventuels (le maître en reste l'animateur) ;
- 3^{me} phase* : on essaie de dégager une loi en limitant souvent l'étude à l'aspect qualitatif au niveau L.E.P.

4) Exercice expérimental :

But :

- Vérifier l'assimilation des connaissances et des méthodes par confrontation avec des réalisations ou des objets techniques

de la vie familiale et professionnelle ; en sciences, un fait isolé est inconnu et ce n'est que lorsque des liens sont établis avec des connaissances antérieures qu'il devient connu : la coordination facilite l'adaptation.

5) Conclusion :

L'objectif est-il atteint ?

- au stade de la leçon, il l'est si l'élève peut résoudre le problème posé lors de la motivation à travers l'exercice expérimental ;
- à long terme : choix de la méthode la mieux adaptée à une situation donnée (ce qui suppose la connaissance de plusieurs méthodes).

III. EXEMPLE DE DEROULEMENT D'UNE CLASSE DE LABORATOIRE.

LES INDICATEURS COLORÉS : On peut présenter la leçon de 2 manières différentes pour atteindre le même objectif.

A

1) Motivation (15 mn) :

On présente aux élèves un alcootest et on leur pose les questions suivantes :

Questions :

- A quoi sert-il ?
- Comment sait-on si l'haleine d'une personne contient de l'alcool ? (on fait l'expérience en introduisant quelques goutte d'alcool dans l'alcootest et quelques gouttes d'eau dans un autre).
- Que remarquez-vous ?
- Quel est le rôle du produit ? (indique... couleur) sont les mots-clefs à faire prononcer par les élèves pour introduire alors le titre de la leçon.

Réponses du genre...

- A savoir si l'on a bu de l'alcool.
- Le produit devient vert.
- Avec l'eau, le produit reste orange, avec l'alcool il devient vert.
- Il change de couleur s'il y a de l'alcool. Il indique qu'il y a de l'alcool par un changement de couleur.

En chimie, on utilise d'autres indicateurs colorés qui servent à reconnaître si une solution aqueuse est un milieu *acide*, *basique* ou *neutre*.

On présente alors aux élèves 3 indicateurs : du bleu de bromothymol, de la phénolphtaléine et de l'indicateur universel, et des flacons portant les indications : acide sulfurique, acide chlorhydrique, eau pure, soude, potasse, eau salée.

On pose alors le problème suivant : quelle couleur va prendre chaque indicateur suivant le milieu dans lequel on le verse ? Pouvez-vous classer les produits proposés en 3 milieux ?

2) Expérimentation :

Chaque groupe de 2 élèves vient chercher le matériel qui lui paraît nécessaire et manipule comme bon lui semble en notant sur un brouillon ses observations (25 mn). Pendant cette phase, le maître joue un rôle de conseiller au niveau du groupe.

3) Synthèse et interprétation (25 mn) :

Elle se fait au niveau de la classe où le maître joue le rôle d'animateur.

— Dans une première phase, chaque groupe fait part de ses résultats en les inscrivant au tableau.

— Une discussion prend alors naissance car il y a des désaccords.

Certains groupes ont mal rincé les tubes à essais et leurs résultats sont modifiés (surtout pour l'eau et l'eau salée).

— On se met finalement d'accord sur les trois groupes :

- | | | |
|------------------------|----------|-----------|
| 1) acide chlorhydrique | 2) soude | 3) eau |
| acide sulfurique | potasse | eau salée |

Avec la phénolphtaléine, l'eau pouvait se classer avec les acides mais pas avec le B.B.T... etc.

Le professeur propose alors le nom des trois milieux :

- | | | |
|-----------------|-------------------|------------------|
| 1) milieu acide | 2) milieu basique | 3) milieu neutre |
|-----------------|-------------------|------------------|

On demande alors aux élèves d'essayer de faire un tableau à double entrée pour rassembler les résultats. Il est possible d'arriver à obtenir un tableau du type :

indicateurs	milieu		
	acide	neutre	basique
B.B.T.			
phénolphtaléine			
universel			

4) Problèmes :

1° L'eau de chou rouge peut-elle servir d'indicateur coloré pour un milieu acide, basique ou neutre ?

Les élèves ont l'initiative de fabriquer l'eau de chou rouge et d'organiser des essais pour répondre à la question.

2° On donne aux élèves des tubes numérotés et ils doivent déterminer la nature du milieu.

5) Conclusion :

L'exercice expérimental a permis de généraliser la notion d'indicateurs colorés (indicateurs acide-base, d'oxydo-réduction, complexation...).

B

On pourrait trouver le choix de l'alcootest gênant (il s'y produit une réaction rédox) alors que le but de la leçon est de classer les solutions en milieu acide, basique et neutre. On peut donc faire le choix suivant :

1) Motivation :

A la télévision, on fait de la publicité sur certains shampoings ; certains font changer de couleur un papier test, d'autres non...

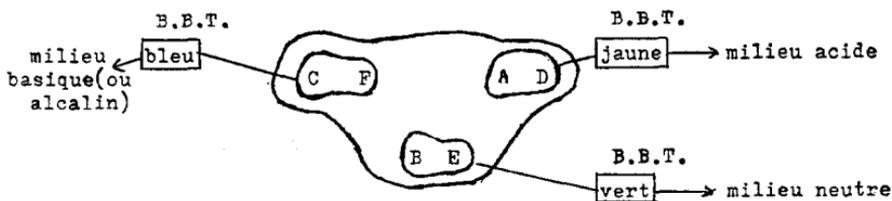
2) Expérimentation :

Les élèves ont à leur disposition un ensemble de solutions = (A, B, C, D, E, F) et du B.B.T.

* *Question* : Etudiez l'action du B.B.T. sur ces différentes solutions.

3) Interprétation et synthèse :

Faire apparaître ensemble et sous-ensembles.

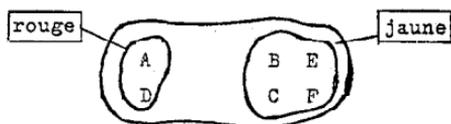
**4) Problème :**

Y a-t-il d'autres indicateurs colorés que le B.B.T. ? Permettent-ils d'arriver au même classement ?

On propose aux élèves la phénolphthaléine, l'indicateur universel, l'hélianthine, l'eau de chou rouge, l'extrait de fruit de sureau.

L'étude permet d'arriver à une discussion à partir des résultats, exemple : hélianthine.

Comparer avec les sous-ensembles au B.B.T. Conclusions.



5) **Conclusion :**

Voir 5 A.

IV. PROPOSITION DE PROGRESSION EN CHIMIE 2^{me} ANNEE C.A.P.

N.B. : On suppose étudiées les notions élémentaires d'atomes et de molécules en 1^{re} année C.A.P.

16 classes laboratoires de durée d'une heure et demie :

- 1) les molécules d'hydrogène, d'eau, de chlore, de chlorure d'hydrogène,
- 2) les indicateurs colorés,
- 3) les ions : existence et reconnaissance,
- 4) l'acide chlorhydrique ; l'ion H^{+}_{aq} ,
- 5) la soude ; l'ion OH^{-} ,
- 6) acide-base : neutralisation,
- 7) action des acides sur les métaux,
- 8) oxydo-réduction (notion),
- 9) exemples d'oxydo-réduction,
- 10) classification des métaux par déplacement d'ions,
- 11) l'électrolyse,
- 12) les piles,
- 13) retour à la classification des métaux par la méthode des piles,
- 14) les accumulateurs,
- 15) la corrosion des métaux, fer, cuivre, aluminium,
- 16) protection des métaux.

V. UN DES PLANS POSSIBLES POUR LA DISPOSITION D'UNE CLASSE LABORATOIRE.

A	A
---	---

B	B
---	---

C	C
---	---

B	B
---	---

C	C
---	---

B	B
---	---

C	C
---	---

B	B
---	---

C	C
---	---

- Table « A » : autour de cette table a lieu l'expérience :
- de motivation quand elle est faite par le professeur,
 - de synthèse dans certains cas.

Tables « B » : occupées par les élèves pendant la motivation s'ils ne sont pas autour de la table « A », pendant l'expérimentation et l'exercice expérimental.

Tables « C » : occupées par les élèves pendant la synthèse et l'interprétation.

Cette disposition a des avantages :

- le professeur peut s'adresser à toute la section (synthèse, modélisation...) en ayant tous les élèves du même côté « C »,
- l'interrogation collective et individuelle d'une part, le contrôle d'autre part en sont facilités,
- le professeur peut conseiller chaque groupe pendant les phases expérimentales en « B »,
- progressivement, les élèves passent d'une manière très souple de « B » vers « C » et vice versa.

VI. QUATRE EXEMPLES DE LEÇONS.

TITRE	MOTIVATION	EXPERIMENTATION	SYNTHESE ET INTERPRETATION	EXERCICE EXPERIMENTAL	CONCLUSION
La soude.	<p>* Quand un évier est bouché, que fait-on ? - on démonte le siphon. - on utilise « destop ».</p> <p>* Qu'y a-t-il dans destop ? de la soude.</p> <p>* Qu'y a-t-il dans un lavabo bouché ? des cheveux.</p> <p>* Qu'y a-t-il dans un évier bouché ? de la graisse, de l'huile.</p> <p>* Quel est le matériau qui a servi à faire le siphon ?</p>	<p>Problèmes : il y en a trois ici :</p> <p>1^o Quel est le rôle de la soude sur les cheveux ?</p> <p>2^o Quelle est l'action de la soude sur l'huile ?</p> <p>3^o Y a-t-il un risque pour les joints et les tuyaux ?</p> <p>On peut ici confier l'étude d'un problème différent à chaque groupe (diversification).</p> <p>Matériel à la disposition des élèves :</p> <ul style="list-style-type: none"> - soude concentrée, - cheveux, - soude + huile avec bec bunsen, - métaux : fer, aluminium, zinc, cuivre, caoutchouc. 	<p>1^{re} phase :</p> <p>1) les cheveux sont détruits ainsi que le caoutchouc,</p> <p>2) un mélange d'huile et de soude donne du savon,</p> <p>3) l'aluminium et le zinc sont attaqués, pas le cuivre ni le fer.</p> <p>2^{me} phase : si les cheveux sont dissous, le lavabo est débouché, mais les joints peuvent être attaqués.</p> <p>La soude transforme les huiles en savon, mais le savon est soluble dans l'eau, donc l'évier est débouché.</p> <p>Certains tuyaux d'évacuation sont en fer donc ils ne sont pas attaqués.</p> <p>3^{me} phase : la soude est un produit caustique, elle sert à fabriquer du savon, elle attaque l'aluminium et le zinc.</p>	<p>Les feuilles mortes ont bouché le tuyau d'écoulement des eaux de pluie. Peut-on utiliser la soude pour le déboucher ? Les élèves possèdent un petit cornet en zinc avec des feuilles mortes, ils mettent de la soude et chauffent l'ensemble dans un bécier. Les feuilles ramollissent, le tuyau se débouche mais il est attaqué : ce tuyau est en zinc.</p>	<p>La soude est un produit corrosif, il ne faut pas conserver de la soude dans des récipients en aluminium. Il faut éviter le contact de la soude avec le zinc. Eviter le contact avec la peau, les vêtements.</p>
Les piles.	<p>→ « pH » d'une pomme de terre : 6 ⇒ excès d'ions H_3O^+ ; on présente aux élèves 3 pommes de terre ; on a introduit dans chacune d'entre elles 2 lames de cuivre, 1 lame de cuivre et 1 lame de verre, 1 lame de cuivre et 1 lame de zinc, puis 1 lame de cuivre, 1 lame de zinc, pas de pomme</p>	<p>* Réalisation de toutes les piles avec Zn, Cu, Fe, C. * différents électrolytes dont le chlorure d'ammonium.</p> <p>* Noter tension et courants initiaux.</p> <p>* Chute de tension et temps de fonctionnement corrélativement avec certains phénomènes chimiques (formation de bulles...).</p>	<p>1^{re} phase : * les polarités peuvent varier * la tension diminue * attaque au pôle (-) * bulles au pôle (+).</p> <p>2^{me} phase : * identification du gaz formé au pôle +. * devenir du métal attaqué au pôle -. * mise en évidence des ions.</p> <p>3^{me} phase : * $Zn \rightleftharpoons Zn^{2+} + 2e^-$ (-) Zn.</p>	<p>La pile Leclanché.</p> <p>* à partir d'une pile usagée, reconnaître les différents éléments et définir leur rôle. * Carbone et Zinc et ions Zn^{2+}. * électrolyte. * rôle de la « poudre noire » dans pile neuve et pile usagée. comparaison avec pile « longue durée ». * aspect énergétique : la</p>	<p>* pour réaliser une pile : 2 conducteurs différents et un électrolyte et plus généralement une dissymétrie. * l'attaque a lieu à l'anode, siège de l'oxydation, c'est le pôle - ; l'attaque est irréversible. Les ions formés passent dans l'électrolyte.</p>

TITRE	MOTIVATION	EXPERIMENTATION	SYNTHESE ET INTERPRETATION	EXERCICE EXPERIMENTAL	CONCLUSION																														
	<p>de terre. On note successivement, et dans l'ordre * la tension à vide à l'aide d'un bon voltmètre * le courant (s'il existe) et son sens.</p> <p>Questions : à quoi ce courant est-il dû ? Quelle est l'origine de la tension ?</p> <p>Quel est le rôle de la pomme de terre ? * nous avons construit une pile (historique de l'empilement avec Volta et Galvani).</p>		$2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2 (+) C.$ <p>L'hydrogène forme un film isolant au pôle +, qui augmente la résistance de l'électrolyte : diminution de $I \rightarrow$ chute de tension.</p>	<p>réaction chimique peut être directe entre le Zinc et un acide. Quelle différence y a-t-il ici ?</p> <p>* énergie chimique, * énergie électrique.</p>																															
<p>Action des acides sur les métaux.</p> <p>Pouvoir détartrant d'un acide.</p>	<p>On demande à un élève de lire l'étiquette d'Ajax W.C. (acide cours précédent) * ne pas utiliser sur une cuvette en métal. * pouvoir détartrant.</p> <p>Pourquoi ne peut-on pas verser un produit acide sur un métal ?</p> <p>Qu'est-ce que le pouvoir détartrant ?</p> <p>Ce sont les deux questions que se posent alors les élèves.</p>	<p>Problème : que se passe-t-il quand on verse un acide sur un métal ? Que faut-il pour réaliser cette expérience ?</p> <p>* des métaux : Al, Fe, Cu, Zn, Pb. * des acides : chlorhydrique, sulfurique, vinaigre (acétique) * on propose alors aux élèves de remplir le tableau suivant :</p> <table border="1" data-bbox="538 663 864 859"> <thead> <tr> <th>acide</th> <th colspan="5">métal</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Al</th> <th>Cu</th> <th>Fe</th> <th>Zn</th> <th>Pb</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>chlor.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>sulf.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>acét.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>* indiquer s'il y a réaction ou non. Noter toutes autres observations. (Attention à la concentration des acides utilisés).</p>	acide	métal						Al	Cu	Fe	Zn	Pb	chlor.						sulf.						acét.						<p>1^{re} phase : le cuivre n'est pas attaqué - avec les autres ; il y a des bulles, il y en a beaucoup plus avec l'aluminium qu'avec le fer...</p> <p>2^{me} phase : chez certains, tout l'aluminium a « disparu », chez d'autres il en reste (problème d'excès d'un réactif). Qu'est-il devenu ? (expérience de reconnaissance des ions Al^{3+}). Quel est le gaz obtenu ? (on caractérise l'hydrogène sauf si un élève y a pensé pendant l'expérimentation).</p> <p>3^{me} phase : les métaux ne sont pas tous attaqués par les acides dilués ; s'ils le sont, on obtient de l'hydrogène et l'ion correspondant au métal.</p>	<p>On propose aux élèves des morceaux de tuyaux entartrés (récupérés à la casse) et on leur demande d'étudier l'effet de l'acide. Résultats : le calcaire disparaît mais le fer est attaqué, il faut le rincer pour arrêter l'attaque de l'acide sur le métal.</p>	<p>Il faut éviter les contacts acides dilués métaux. On peut détartrer une cafetière électrique avec du vinaigre mais il faut bien rincer ensuite pour enlever tout l'acide.</p>
acide	métal																																		
	Al	Cu	Fe	Zn	Pb																														
chlor.																																			
sulf.																																			
acét.																																			

TITRE	MOTIVATION	EXPERIMENTATION	SYNTHESE ET INTERPRETATION	EXERCICE EXPERIMENTAL	CONCLUSION
Neutralisation.	<p>* Comment se lavait-on les cheveux autrefois ?</p> <p>* avec du savon de Marseille.</p> <p>* Comment les rinçait-on ? * avec de l'eau vinaigrée.</p> <p>Dans le cas 2, on dit qu'on a réalisé une neutralisation.</p> <p>* Quel est le rôle de l'eau vinaigrée ?</p> <p>* Neutraliser l'effet basique du savon.</p>	<p>* Problème : réaliser une neutralisation, identifier les produits obtenus et les comparer aux réactifs initiaux.</p> <p>* à la disposition des élèves :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des flacons marqués « acide », - des flacons marqués « base », - de l'eau distillée, - des seringues, - des béchers, - du B.B.T., - tubes à essais, - bec bunsen, - soucoupes à évaporation. <p>* (à partir du problème posé et compte tenu du matériel, on laisse aux élèves toute initiative pour obtenir un milieu « neutre » à partir de deux solutions non neutres.</p>	<p>1re phase : j'ai obtenu la neutralisation quand le B.B.T. est vert, j'ai évaporé l'eau, j'ai obtenu un dépôt blanc.</p> <p>2me phase : pendant l'évaporation, le B.B.T. est devenu bleu (décomposition) excès d'acide, etc.</p> <p>3me phase : mettez votre doigt sur le produit blanc et portez-le sur votre langue.</p> <p>* réaction des élèves : « c'est du sel ».</p> <p>Comme confirmation, le professeur aura un flacon étiqueté « eau salée ».</p> <p>* peut-on reconstituer le produit précédent ? (eau salée).</p> <p>* les élèves proposent de remettre de l'eau dans le tube.</p> <p>* peut-on obtenir les réactifs initiaux ?</p> <p>* on ne peut réobtenir l'acide et la base initiaux.</p> <p>* conclusions.</p>	<p>* Est-il recommandé de mélanger « Ajax W.C. » avec « Ajax ammoniaqué » ?</p> <ul style="list-style-type: none"> - chacun de ces produits est à la disposition des élèves. <p>* ce que l'on peut attendre des élèves :</p> <ul style="list-style-type: none"> - caractérisation du milieu par le B.B.T. - mélanger les produits et constater que dans certaines proportions il y a neutralisation. 	<p>Différents aspects de la neutralisation selon les buts recherchés.</p> <p>Aspects négatifs : en général, il n'est pas recommandé de mélanger un milieu acide et un milieu basique, car on peut dans certains cas avoir des effets :</p> <ul style="list-style-type: none"> - néfastes (réactions de destruction surfacique), - nocifs, annihilant l'objectif recherché par attaque d'un autre réactif que celui souhaité, - postifs : aigreurs d'estomac neutralisées par médicaments basiques. <p>* initiation au dosage sur échantillon (passage de l'aspect qualitatif à l'aspect quantitatif).</p>

VII. CONCLUSION.

La classe laboratoire vise donc à faire découvrir par les élèves les connaissances indispensables pour qu'ils puissent accéder à un degré d'autonomie suffisant.

C'est un mode d'action pédagogique où les méthodes utilisées contribueront au *choix* des critères déterminant les décisions à prendre dans le groupe social futur, au sein de l'entreprise.

Mais il est certain que l'on ne peut prétendre aux mêmes ambitions, quant aux objectifs finaux de la formation, pour les élèves de L.E.P. et pour les étudiants des grandes écoles ! Pas plus d'ailleurs qu'on ne peut tout (re)découvrir en trois ans de préparation au C.A.P. alors qu'il a fallu des siècles pour en arriver au stade actuel de l'évolution scientifique : les T.P. - cours et classe-labo ont toujours leur place au L.E.P.

La science construit méthodiquement en s'appuyant sur des modèles qui s'emboîtent les uns dans les autres ; elle progresse ; une pédagogie s'appuyant sur une telle démarche scientifique ne peut, elle même, que progresser.

Est-ce un pas vers les ateliers scientifiques ? Peut-on espérer qu'en fonction de ses propres intérêts, utilisant les ressources de la technologie et profitant des conseils de son professeur, l'élève contribue encore plus fructueusement à la construction de ses « savoir » et « savoir-faire » ?

« Une longue marche sur une longue route » où la classe laboratoire qui ne prétend pas être la panacée pédagogique, en sciences, n'est sans nul doute qu'une étape.

Daniel SCACHE,

Joseph PATOUILLARD,

(Villeneuve-d'Ascq).