



Bassam Chahine
Personne Resource
Projet de Formation Continue
CRDP/PDE - Banque Mondiale

Les travaux pratiques⁽¹⁾ Démarche scientifique et évaluation

" Toute connaissance est une réponse à une question. "
" S'il n'y a pas de question, il ne peut y avoir de connaissance. "
Gaston Bachelard, philosophe français 1884-1962

Comment évaluer les compétences expérimentales des élèves ? Comment communiquer les résultats de l'évaluation des compétences ? Comment s'assurer que la situation-problème choisie pour évaluer les compétences des élèves appartient à la classe de situations développées lors de l'apprentissage? Ces questions et d'autres sont sur toutes les lèvres. L'approche par les compétences plonge les enseignants dans de profondes interrogations liées à cette tâche délicate et inconfortable d'évaluer les compétences des élèves, pourtant inhérente à leur métier.

Les travaux actuels concernant l'approche par les compétences s'inspirent de Perrenoud, de Roegiers, en passant par Romainville, Paquay, Tardif et bien d'autres. Divers travaux ont été élaborés par le CRDP ces dernières années: des guides pour l'évaluation (pour tous les cycles) contenant des textes explicatifs sur les domaines des compétences (pour toutes les disciplines), des tableaux de compétences accompagnés d'exemples d'évaluation, d'exemples d'examens officiels et de lexiques spécifiques. Tout ceci amène à dégager des balises, des pistes, en vue d'évaluer les acquis des élèves, dans le cadre d'une pédagogie fondée sur l'approche par les compétences.

Des T. P : Comment ?

Toute séquence pédagogique, bâtie selon un scénario, comprend des objectifs et porte sur un thème.

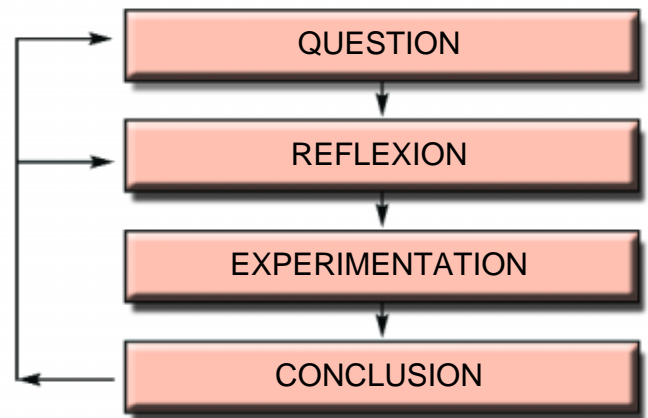
- Les thèmes et les objectifs généraux de l'enseignement de la chimie dans une classe donnée, sont imposés par le programme officiel.

- Il revient à l'enseignant de concevoir une séquence pédagogique portant sur un thème du programme avec ses objectifs particuliers.

Dans ce document, on se propose d'explorer quelques pistes permettant aux enseignants de tirer un meilleur parti des séances de travaux pratiques.

A - Radiographie de la démarche scientifique

L'analyse de la structure de résolution d'un problème scientifique peut conduire à distinguer quatre grandes étapes :



Puisqu'il s'agit d'une démarche scientifique, cette structure de raisonnement peut inspirer aussi des situations d'enseignement, aussi bien lors d'une leçon que lors d'une séance de travaux pratiques.

B - Déroulement d'une séance de T.P

Le déroulement d'une démarche expérimentale en T.P comporte un certain nombre d'activités qui peuvent être listées sous la forme d'un algorithme dans lequel on retrouve tous les ingrédients de la démarche scientifique.

1 - Elaboration d'un protocole expérimental:

- Conception du schéma de montage;
- Choix de la méthode de mesure;
- Choix des appareils de mesure en fonction de la nature des grandeurs à mesurer;
- Choix et dimensionnement des éléments de réglage.

2 - Réalisation du montage en appliquant:

- Les règles de sécurité ;
- Une méthodologie spécifique (respect de la topologie indiquée par le schéma, contrôle rigoureux du montage...).

3 - Vérification du fonctionnement et étude qualitative du phénomène

Cette étape fondamentale permet d'appréhender la globalité du phénomène, d'identifier et d'apprécier qualitativement l'influence des divers paramètres.

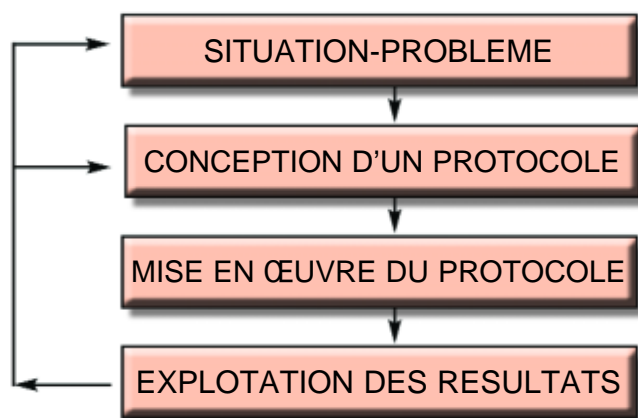
4 - Réalisation des mesures

Tableaux de mesure et leur traduction par des graphiques

5 - Exploitation des résultats expérimentaux

- Essai de modélisation ;
- Comparaison avec une courbe, résultat théorique;
- Critique de la méthode de mesure.

L'algorithme du déroulement d'une séance de travaux pratiques peut être traduit par l'organigramme simplifié suivant:



On peut classer les activités mises en œuvre au cours d'une séance de travaux pratiques en trois étapes relatives à des activités très différentes et facilement identifiables. Elles sont citées ci-dessous dans l'ordre chronologique de leur déroulement :

- Conception ;
- Mise en œuvre d'un protocole expérimental;
- Traitement des résultats expérimentaux.

Première étape: conception

- Décrire le protocole expérimental répondant à la situation-problème ;
- Identifier les éléments du dispositif expérimental.

Seconde étape: mise en œuvre d'un protocole expérimental

- Réaliser le dispositif expérimental;
- Acquérir les données expérimentales;
- Afficher les données expérimentales (au moyen de tableaux de mesures, de courbes,...)

Troisième étape: traitement des résultats expérimentaux

- Analyser les données expérimentales;
- Porter un jugement critique pour réfuter un modèle ou pour le valider, au moins partiellement en établissant ses limites.

Les différentes activités élémentaires décrites ci-dessus s'enchaînent de manière séquentielle dans un ordre immuable que l'on peut schématiser par un organigramme (voir annexe) mettant en évidence :

- L'interdépendance des activités: on ne pourra donc évaluer les acquis qu'au terme de la séquence pédagogique.
- La facilité de délimiter la situation dans laquelle on place l'élève, c'est-à-dire de définir une activité observable.

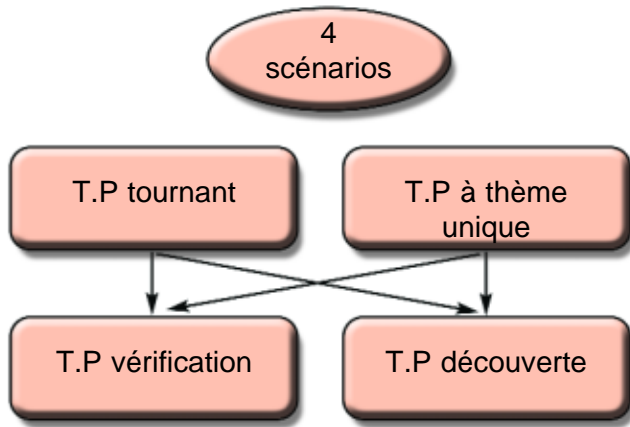
C -Typologie générale des séances de T.P

L'observation des différentes séances de travaux pratiques réalisées en classe conduit à les classer selon deux typologies différentes:

- Classement selon leur scénario;
- Classement selon leur objectif prioritaire.

1. Classement des séances de T.P selon leur scénario

On peut ainsi distinguer, d'une part, le " TP tournant " avec, par opposition, le " TP à thème unique", et, d'autre part, le " TP vérification " avec, par opposition, le "TP découverte".



Passons en revue ces grandes catégories en mettant en relief leurs mérites comparés.

Le " T.P tournant "

Déroulement: Les différentes équipes de la classe travaillent sur des thèmes différents ; plusieurs séances sont nécessaires pour que l'ensemble des thèmes soit traité par la classe.

Inconvénients :

- Aucune information intéressant l'ensemble de la classe ne peut être apportée ;
- Aucune mise en commun des résultats expérimentaux n'est possible, aucune synergie ne peut se créer en raison de la diversité des sujets;
- Aucune interprétation personnelle des élèves ne peut être raisonnablement exigée puisque le cours (le plus souvent) n'a pas été fait ;
- Il peut résulter de tout cela une perte de temps et une démotivation des élèves.

Remarque: le " T.P tournant " est adopté très souvent pour répondre à des difficultés matérielles.

Le " T.P à thème unique "

Déroulement: Les différentes équipes de la classe travaillent sur le même thème.

Avantages:

- Des informations intéressant l'ensemble de la classe peuvent être apportées ;
- Les mises en commun d'observations expérimentales sont possibles : chaque équipe peut connaître les résultats des

autres, ce qui permet de créer une synergie dans la classe (la comparaison des résultats est toujours très instructive, qu'elle conduise à une convergence ou à une divergence, car elle contribue à l'apprentissage de la démarche scientifique) ;

- Une interprétation personnelle de la part des élèves est exigible ;
- Ce scénario peut permettre d'entretenir la curiosité et donc la motivation des élèves.

Le " T.P vérification "

Déroulement: Le cours a déjà été fait et la loi, par exemple, a déjà été présentée, de manière théorique, ou à l'occasion d'une expérience magistrale effectuée par le professeur ; le modèle explicatif étant construit, on se propose d'en vérifier la validité et d'en préciser les limites. (On peut se trouver dans un cas particulier de TP à thème unique ou bien de TP tournant.)

Défauts:

- Ce scénario, rarement motivant, ennue souvent les élèves;
- Ce scénario, par son manque de suspense (il n'y a pas l'attrait de la découverte) est souvent décevant puisque l'on trouvera, au mieux, ce à quoi on s'attend. Il serait illusoire de laisser croire aux élèves qu'ils sont en train de découvrir ou d'établir une loi!

Remarques:

- Pour réduire les effets négatifs des mesures répétitives nécessaires à l'obtention d'un grand nombre de résultats, il faut :

- Utiliser une démarche collective : chaque équipe peut contribuer à la détermination d'un point (ou deux) d'une même courbe;
- Utiliser l'ordinateur ou à défaut utiliser une calculatrice programmable et graphique pour l'acquisition automatique des mesures et pour effectuer des calculs fastidieux;

- Pour enrichir ce scénario, il faut impérativement :

- Faire précéder l'expérimentation d'un travail de recherche du protocole expéri-

mental associé à un choix d'appareils de mesure,

● Faire suivre l'expérimentation d'un travail d'exploitation bien structuré comportant une détermination expérimentale des limites de validité du modèle, une évaluation des écarts entre le modèle théorique et la réalité, une discussion de la méthode de mesure et une analyse des causes des dispersions éventuelles des résultats expérimentaux ; ce travail doit déboucher sur une nouvelle problématique scientifique conduisant à une modification éventuelle du modèle et/ou de la méthode expérimentale employée.

- En conclusion, si l'on peut tout au plus dire que les résultats de l'expérience réalisée ne sont pas en contradiction avec la loi ou le principe considéré, cette activité est loin d'être négligeable quand il y a mise à l'épreuve des connaissances acquises en cours, par un va et vient entre la réflexion théorique et l'expérimentation.

Le " T.P-Cours "ou" T.P-Découverte "

Déroulement:

Le cours n'ayant pas encore été fait, on va aborder de façon totalement expérimentale le comportement d'un dispositif afin de construire un modèle explicatif.

Avantage:

Une démarche collective est envisageable (on retrouve ici l'avantage du " T.P à thème unique " décrit ci-dessus).

Difficulté:

Ce scénario impose un apprentissage préalable suffisant de Savoir-Faire Expérimentaux (S.F.E) utiles

Dérive à éviter:

La part de manipulation des élèves est parfois exagérément réduite : il ne faut pas confondre une leçon illustrée par une expérience effectuée par le professeur avec une séance de travaux pratiques où les activités expérimentales, en quantité substantielle, doivent être effectuées par les élèves. Il faut éviter de transformer le " T.P-Cours " en T.P ... court !!!

Remarques:

Pour l'amélioration du scénario, se reporter aux remarques concernant la réduction des effets négatifs de mesures répétitives du "T.P-Vérification".

Conclusion

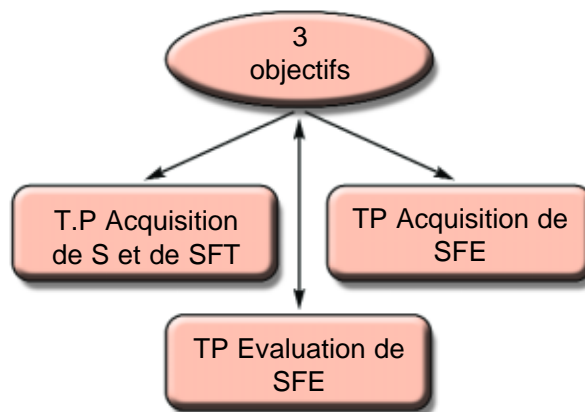
La classification ci-dessus, loin d'être exhaustive, n'est limitée que par l'imagination, que l'on sait débordante, des professeurs. Elle n'est pas non plus hiérarchisée: le scénario doit être adapté aux circonstances.

2. Classement des séances de T.P selon leur objectif prioritaire

*" Si vous n'êtes pas sûr de l'endroit où vous voulez aller
vous risquez de vous trouver ailleurs
et de ne pas le savoir ! "*

(Proverbe)

En prenant en compte l'objectif prioritaire assigné à une séance de travaux pratiques, on peut opérer le classement suivant selon trois grandes catégories:



Lexique :

S : savoirs ou connaissances

S.F.T: savoir-faire théoriques

S.F.E: savoir-faire expérimentaux

T.P pour l'acquisition de S.F.E

Objectif général

- Apprentissage d'un savoir-faire expérimental

tal (S.F.E) inscrit dans le programme officiel ;

- Réalisation d'un montage (mise en œuvre d'un protocole opératoire en chimie...) ;
- Pratique de la mesure et utilisation autonome des appareils.

Remarque

Afin de ne pas multiplier les difficultés, le thème choisi ne doit pas poser de problème de conceptualisation : par exemple, le cours correspondant au thème d'étude a déjà été fait et il ne peut s'agir que d'une révision.

" T.P pour l'acquisition de S et de S.F.T "

Objectif général

- Acquisition des connaissances (S) et apprentissage des savoir-faire théoriques (S.F.T) inscrits dans le programme officiel. Mais il ne s'agit évidemment pas de transformer les séances de Travaux Pratiques en séances de cours ou d'exercices ! Les situations réelles conduisent à des questions bien différentes de celles que génère la pratique d'une chimie qui se cantonnerait à des exercices purement théoriques.

Remarque

Quand le but essentiel d'un T.P est l'acquisition de connaissances, l'exploitation des résultats expérimentaux joue un rôle privilégié.

" T.P pour l'évaluation des S.F.E "

Objectif général

Evaluation d'un savoir-faire expérimental (S.F.E)

Remarque

L'acquisition de S.F.E nécessite un certain nombre de répétitions car certains apprentissages peuvent être difficiles : par exemple, l'élaboration d'un schéma de montage, sa réalisation, le relevé des mesures sont des activités complexes qui font intervenir de nombreuses règles. Par conséquent, l'évaluation des S.F.E ne pourra se faire que si la répétition a été suffisante.

Conclusion

Pour qu'une séquence pédagogique soit efficace, il faut définir correctement les objectifs de connaissance et de méthodologie que l'on se propose d'atteindre : il en est de même évidemment pour le cas particulier des séances de Travaux Pratiques.

La classification des séances de T.P ci-dessus, opérée selon leur objectif prioritaire, n'est pas hiérarchisée : le choix de la méthode, une fois encore, doit être adapté aux circonstances. Aucune méthode ne peut être présentée comme meilleure que les autres: comme elles sont complémentaires, il faudra les alterner toutes les trois au cours de l'année scolaire.

3. Conclusion générale

Pour un thème imposé par le programme, le professeur exerce sa liberté pédagogique en choisissant le scénario qui lui paraît le plus efficace pour faire acquérir à ses élèves les compétences cognitives et méthodologiques fixées par les instructions officielles.

Pour qu'une séance de Travaux Pratiques soit efficace, il faut:

- 1- Bien définir les objectifs que l'on se propose d'atteindre;
- 2- Choisir un scénario permettant d'atteindre le but fixé;
- 3- Choisir le thème le mieux adapté ainsi que le matériel correspondant.

Mais il ne faut jamais oublier que, quel que soit le scénario, quel que soit l'objectif fixé, l'essentiel est de faire réfléchir les élèves et de les rendre intellectuellement actifs (non de les mettre en situation de manipuler machinalement).

Le scénario devra donc toujours stimuler chez les élèves des qualités telles que :

- La curiosité : l'élève doit observer et se poser des questions ;

- L'esprit d'initiative et la ténacité : l'élève doit concevoir et réaliser des expériences
- Le sens critique : l'élève doit construire sa connaissance.

C'est à ce prix que les Travaux Pratiques pourront constituer une activité d'investigation et de réalisation servant de base à l'apprentissage de la démarche scientifique.

Annexe

Algorithme d'un T.P

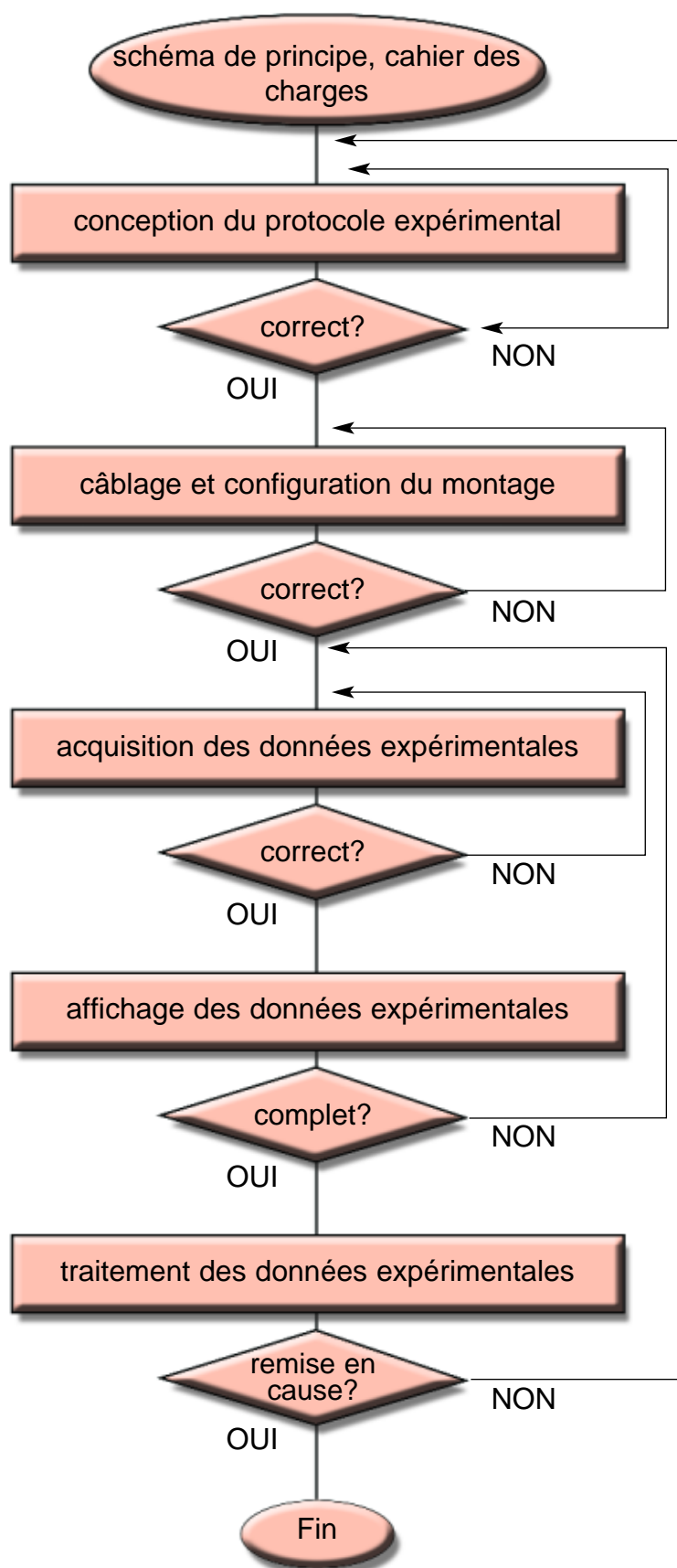
On donne:

- un schéma de principe et un cahier des charges
- conception d'un protocole expérimental
passer du schéma de principe au schéma de montage avec appareils de mesure
- câblage et configuration du montage
câbler et effectuer les réglages
- acquisition des données expérimentales
faire les mesures
- affichage des données expérimentales
produire les résultats expérimentaux sous forme de graphiques ou d'oscillogrammes
- traitement des données expérimentales
exploiter les résultats expérimentaux pour modéliser et critiquer ces résultats

Bibliographie

- Réflexion sur les T.P en sciences physiques et chimiques fondamentales et appliquées, octobre 2001, des T.P : comment ? par Joëlle Jacq, IA-IPR.
- Des pratiques expérimentales renouvelées, B.O.E.N n°45, 12 décembre 1996.
- T.P Top, Quand les sciences deviennent vraiment expérimentales, B.O.E.N n° 13, 31 mars 1994 ■

⁽¹⁾ Premier article d'une série sur le même thème.



ORGANIGRAMME D'UN T.P