

**DIDACTIQUE DE LA CHIMIE :
LES ETAPES D'UN TRAVAIL COLLECTIF**

Par

**Philippe Arnould et Jacques Furnémont, Inspecteurs
Pierre Collette, Formateur CAF Tihange**

1.1. Les étapes d'un travail collectif

Quels sont les savoirs, les savoir-faire, les habiletés et attitudes à développer dans le cadre d'un cours de chimie ? Comment évaluer les acquis des élèves à l'issue du deuxième et du troisième degré de l'enseignement secondaire général ? Quelles sont les performances et les obstacles constatés lors d'épreuves standardisées ? Quelles remédiations ou directives didactiques s'imposent-elles ?

Telles sont les questions auxquelles nous nous efforçons de répondre succinctement dans ce document qu'il y a lieu de considérer comme une synthèse d'un travail collectif réalisé essentiellement au cours de ces cinq dernières années scolaires, de 1992/93 à 1996/97, grâce au concours de diverses commissions ou groupes de professeurs des établissements de l'enseignement de la Communauté française, de l'appui logistique du Centre d'auto-formation de Tihange (C.A.F.) et du Centre technique de Frameries, de l'expertise scientifique de services universitaires de l'ULg.¹

Les phases successives de nos travaux peuvent être regroupés en trois étapes: les radioscopies de l'enseignement de la chimie, les programmes et les documents d'accompagnement, les séquences de leçons.

1. Les radioscopies de l'enseignement de la chimie:²

1992-1993

Deuxième degré: Radioscopie de l'enseignement de la chimie.

Troisième degré: Radioscopie de l'enseignement de la chimie (Prétest).

1994-1995

Troisième degré: Radioscopie de l'enseignement de la chimie (Test définitif).

2. Les programmes et les documents d'accompagnement.

1993-1994

Deuxième degré: Programme de chimie - Banque de questions.

1995-1996

Troisième degré: Programme de chimie - Banque de questions.

¹

- Nicole DELTOUR et Marc DEMEUSE, *Projet pilotage : Contrôle de la qualité de l'enseignement des Sciences - Deuxième année de l'enseignement secondaire - Rapport final*, SEDEP/M.E.R.F., 1991.
- *Les élèves au laboratoire : Styles préférentiels d'apprentissage - Représentations, démarches et performances (projet ISALEM 96)*. Convention de recherche avec la Communauté française de Belgique n° 240/96, du 1er septembre 1996 au 31 août 1997, ULg. LEM.

² *Inspecteurs* : P. ARNOULD - J. FURNEMONT - *Animateur C.A.F.* : P. COLLETTE - *Professeurs*: E. DEKEUSTER, IESPCF Nivelles - A. DELVAUX, AR Fleurus - C. DESTREE, AR Marchienne - au - Pont - M. LIMBOURG, AR Nivelles - L. MERCINY, AR Huy - F. QUINET, AR Châtelet I - M. SCHELLING, AR Uccle II

3. Les séquences de leçons.

1996-1997

4 G: Construction de séquences de leçons.

5G-6 G: Construction de séquences de leçons.

4G -5 G - 6 G: Les fiches du conseiller.

1.2. Radioscopies

Au cours de l'année scolaire 1992-1993, un test d'évaluation semi-externe a été appliqué au terme du deuxième degré dans une trentaine d'établissements de l'enseignement organisé par la Communauté française. Il a concerné près de 500 élèves du cours de chimie de niveau A. Les résultats enregistrés ont permis de dresser un bilan des acquis sur le plan des savoirs et des savoir-faire. Les conclusions, publiées par l'Organisation des Études³ et par l'Association Belge des Professeurs de Physique et de Chimie⁴, ont débouché sur la réalisation d'une banque de questions étalonnées, classées selon les types de capacités et les notions (chapitres du programme). Ce travail s'inscrit dans le cadre de la promotion d'un enseignement fonctionnel centré sur le développement de capacités de démarche scientifique.

Dans un souci de continuité, cette étude a été poursuivie au troisième degré durant les années scolaires 93-94 et 94-95. Toutes les écoles du réseau de la Communauté française ont été invitées à y participer sur base du volontariat. Quarante-deux établissements ont fourni des données exploitables. Cette étude constitue l'objet de la présente publication. Comme au deuxième degré, cette étude a conduit à la production d'une banque de questions étalonnées.

Conclusions de la radioscopie réalisée en 6^e

- ◇ Globalement, les résultats obtenus nous indiquent que seulement un élève sur deux du niveau A réussit le test au terme de l'enseignement secondaire.
- ◇ L'exécution et la compréhension obtiennent des scores suffisants contrairement à la résolution de problèmes. En effet 56% des élèves réussissent les questions d'exécution et de compréhension alors que 38% seulement satisfont au minimum requis en résolution de problèmes.

³ *Radioscopie de l'enseignement de la chimie en 4G niv.A*, Organisation des Etudes - CAF, 1994.

⁴ *Bulletin de l'A.B.P.P.C. (A.S.B.L.)* n°120, fév. 1994, pp. 51-62.

⁵ *Chimie troisième degré de l'enseignement général - Radioscopie - Banque de questions*, Philippe ARNOULD, Pierre COLLETTE et Jacques FURNEMONT, Direction générale de l'Organisation des Etudes - CAF, 1996.

- ◇ Les objectifs dont le score moyen est
- supérieur ou égal à 50%, sont:
 1. Calculer la valeur d'une grandeur physique à partir d'une relation.
 2. Interpréter des données complémentaires d'un tableau et d'un graphique.
 3. Interpréter les données d'un (de) graphique(s).
 4. Prédire l'effet de changements de divers facteurs.
 5. Appliquer un principe, une loi, une règle.
 - inférieur à 50%, sont:
 6. Interpréter les données d'un tableau.
 7. Interpréter les données d'un texte.
 8. Justifier des faits à l'aide d'un principe, d'une loi, d'une règle.
 9. Résoudre un problème numérique dirigé.
 10. Résoudre un problème numérique ouvert .

Ces constatations nous encouragent à mettre en oeuvre, sur la base de problèmes dirigés, une méthodologie de résolution prenant en compte la diversité des situations, leur caractère significatif pour l'élève, les schémas logiques possibles de résolution, les procédures de décryptage à acquérir...

Par ailleurs, Il est regrettable que toutes les notions liées à la réactivité des substances tant en chimie minérale qu'en chimie organique ne soient pas acquises. Pourtant, elles constituent un des buts principaux du cours.

Les nouvelles dispositions en matière de programme ont tenu compte de ces observations. Elles privilégient une approche plus fonctionnelle - moins descriptive - et axée principalement sur les grands types de réactions.

- ◇ Les questions jugées pertinentes, tant sur le plan de l'évaluation formative que de l'évaluation certificative, ont été regroupées dans une banque de questions étalonnées, classées par notion et par type de capacité.
- ◇ Tel qu'il a été conçu et appliqué, ce test reproduit les conditions d'une évaluation semi-externe. Il a mis en évidence un écart significatif entre les résultats du test et les résultats scolaires. L'interprétation de cet écart peut conduire à l'hypothèse que les professeurs évaluent leurs élèves de manière normative, c'est-à-dire en se référant à la cote moyenne de la classe. Cette façon d'évaluer ne constitue pas un critère objectif; elle débouche souvent sur une surévaluation des aptitudes réelles des élèves.

Si l'on recourt à une évaluation externe, l'hétérogénéité des écoles apparaît; elle résulte du fait que tous les élèves sont évalués « *en valeur absolue* » sur la base d'un test standardisé et identique pour tous.

1.3. Évolution de la didactique de la chimie

Programme de chimie au degré d'orientation⁶

Le programme de chimie du deuxième degré de transition s'inscrit dans le contexte d'évolution de notre enseignement: échec à l'échec, priorité au développement des capacités et importance accrue de l'évaluation formative.

Les contenus notionnels ont été remaniés pour améliorer le développement de capacités transférables. Selon une méthodologie axée sur la démarche scientifique, l'accent a été mis sur *la compréhension des phénomènes* et *la construction progressive des outils notionnels* à connaître et à utiliser.

Rappelons que toute activité doit s'articuler sur un ancrage expérimental et puiser autant que possible sa motivation dans des situations de la vie courante.

Il convient d'insister sur le caractère toujours provisoire et évolutif d'un modèle, qu'il s'agit de considérer comme une représentation simple mais satisfaisante de la réalité à un moment donné de l'apprentissage. Associer l'élève à la construction de ses outils constitue une condition indispensable au développement de capacités et d'attitudes essentielles, telles que facultés d'analyse et de synthèse, sens critique et créativité.

Les deux volets de l'évaluation ont été également pris en considération: aspect certificatif, sur la base des compétences minimales, et aspect formatif, en cours d'apprentissage. Ce programme et les documents qui l'accompagnent ont pour objet d'aider les professeurs en leur fournissant un outil susceptible de contribuer à surmonter les difficultés auxquelles ils sont confrontés dans leur classe. Ils reprennent les notions à faire acquérir et indiquent les objectifs de méthode et de savoir-faire techniques.

Un des buts de la formulation des objectifs est d'obliger enseignants et apprenants à préciser à quel niveau ils se situent : ne pas formuler ses objectifs se traduit inéluctablement par une priorité des savoirs sur les savoir-faire. Or, des savoirs qui ne débouchent pas sur des savoir-faire sont mal assimilés, car rarement mobilisés.

Les activités proposées relèvent de ce qu'on a coutume d'appeler " activités intégrées " : elles contribuent à la progression, liant ainsi évaluation et acquisition. Évidemment, l'importance des exercices de contrôle de type bilan, donc sommatifs, n'est pas remise en question.

⁶ *Enseignement secondaire général et technique de transition, 2e degré. Programme de chimie et de pratique de laboratoire. Réf. 7/5569, 1994, M.E.R.F. Dir. gén. Org. des Etudes.*

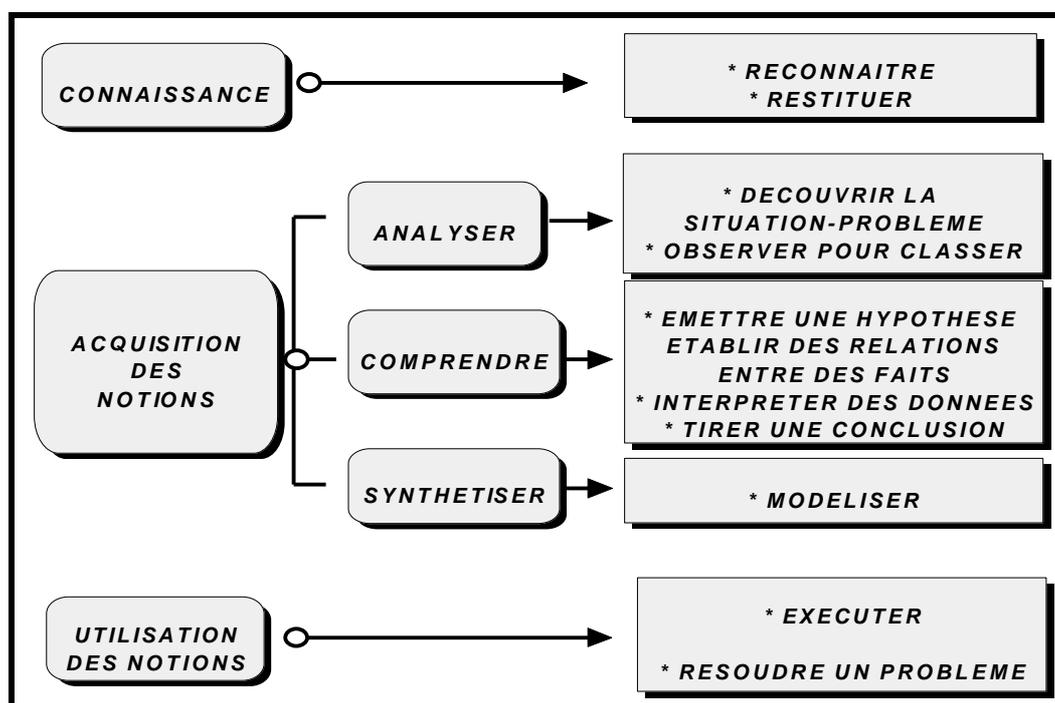
Ce programme s'inscrit dans la perspective d'une pédagogie moderne, alliant harmonieusement méthodes de pensée et savoirs structurés.

Une expérimentation nous a permis de dégager les capacités minimales qui constituent notre socle de compétences disciplinaires pour le deuxième degré.

Nous avons voulu clarifier les orientations fondamentales de l'enseignement de la chimie compte tenu des impératifs actuels. La filiation entre les capacités spécifiques et les capacités générales ou transversales propres aux disciplines expérimentales constitue la base même de ce programme.

Programme de chimie au degré de détermination ⁷

Comme au deuxième degré, la méthodologie de l'enseignement de la chimie au troisième degré est basée sur la démarche scientifique. Celle-ci implique une complémentarité constante entre l'expérimentation et la théorisation. Dans la mesure du possible, l'ancrage expérimental précédera la modélisation. Cette approche fonctionnelle favorise l'implication active de l'élève dans les processus d'apprentissage. Il est en effet important d'assurer le développement des capacités centrées sur la démarche scientifique telles qu'elles sont répertoriées ci-dessous:



⁷ Enseignement secondaire général, 3e degré. Programme de chimie (niveaux A et B) et de pratique de laboratoire. Réf. 7/5648, 1995, M.E.R.F. Dir. gén. Org. des Etudes.

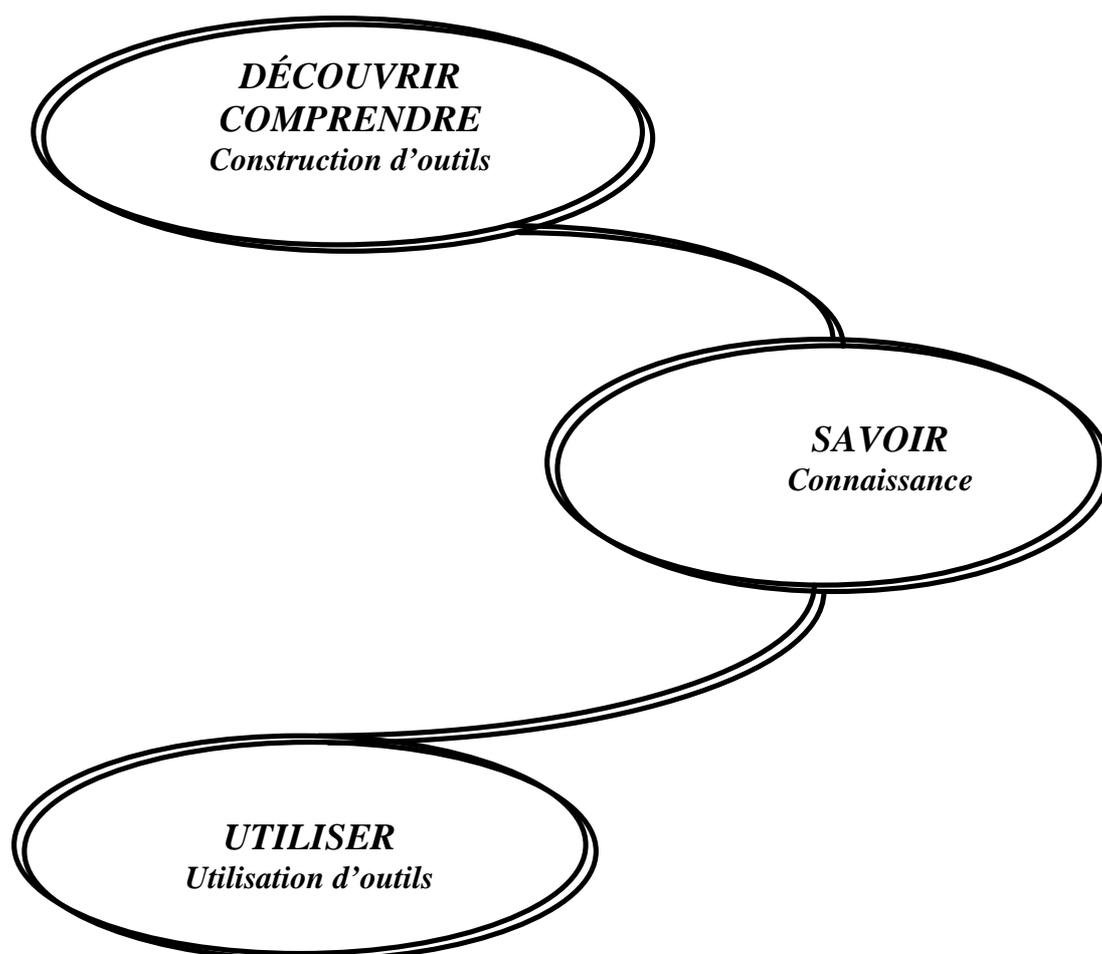
Toutes les composantes didactiques inhérentes à l'apprentissage - contexte d'intérêt, construction de la leçon, évaluation - devraient dès lors s'imprégner de cette conception moderne de plus en plus partagée en pédagogie.

Cette volonté de privilégier un apprentissage fonctionnel nous a amenés à abandonner une vision essentiellement descriptive de la chimie au profit d'une intégration des propriétés des substances dans des notions plus générales telles que les grands types de réactions, les équilibres ... Nous répondons ainsi au souhait largement exprimé par les professeurs eux-mêmes.

Par sa conception même, le programme de 5-6 G vise à assurer un compromis équilibré entre les diverses finalités de l'enseignement de chimie dans le secondaire: applications pratiques, approche documentaire, développement de projets expérimentaux, travaux de laboratoire, excursions et visites, préparation à l'enseignement supérieur, psychologie de l'apprentissage, acquisition de compétences spécifiques (résolution de problèmes, ...), histoire des sciences et culture scientifique, mathématisation, ...

1.4. Compétences à développer: un cadre théorique ⁸

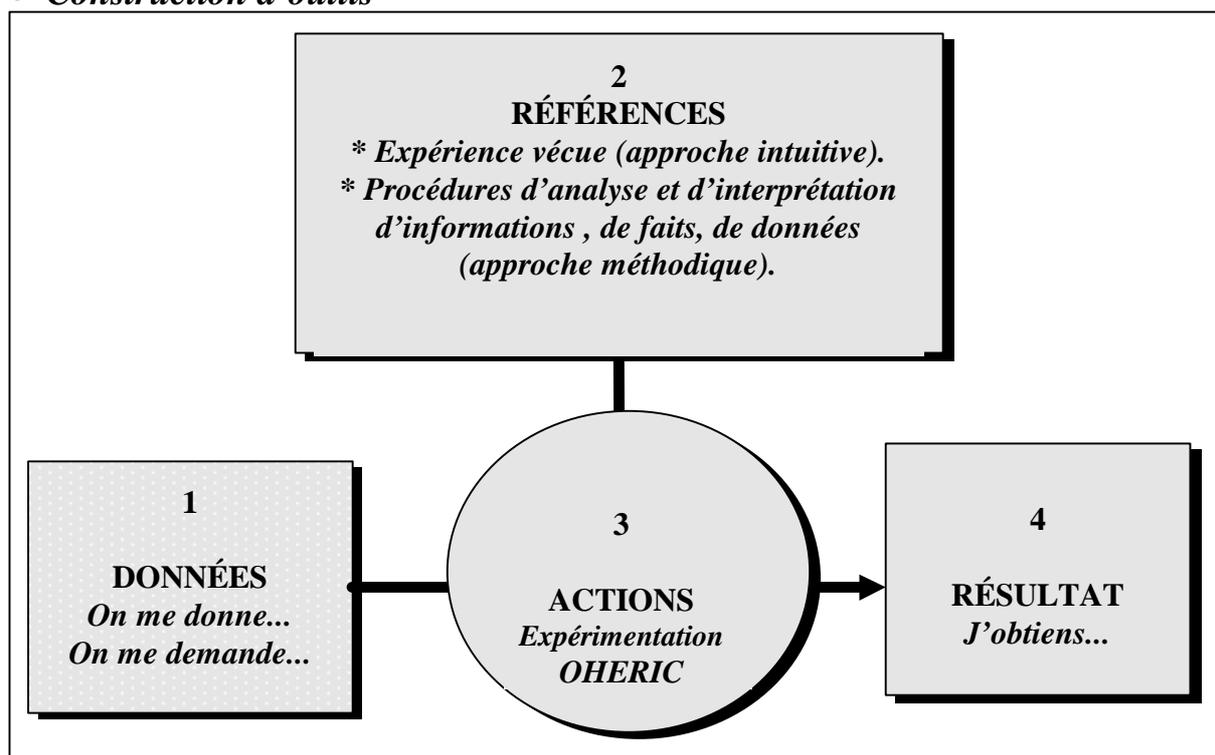
Trois faisceaux de capacités...
...pour développer la démarche de résolution de problème



Centrés sur l'expérimentation, les problèmes de chimie peuvent être groupés en deux familles : d'une part, les problèmes de construction d'outils notionnels (définitions de concepts, règles, lois, principes, conventions, représentations...); d'autre part, les problèmes d'utilisation d'outils (application des notions).

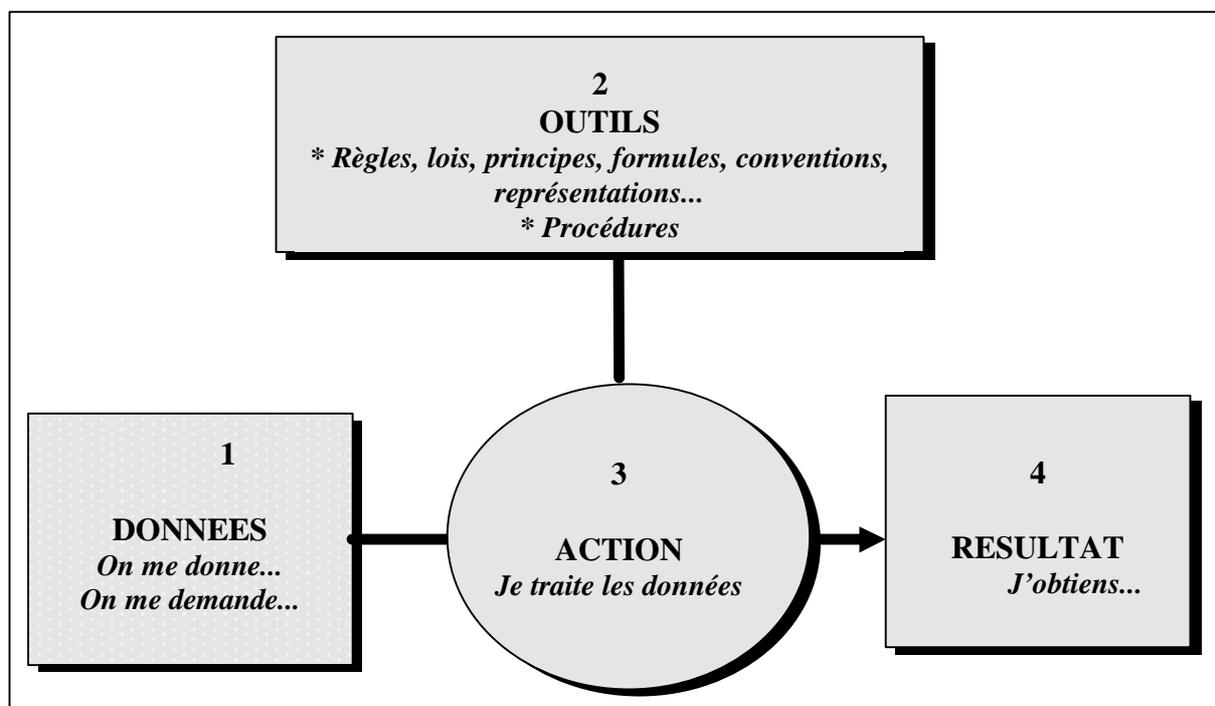
⁸ CHIMIE - LES FICHES DU CONSEILLER (4G - 5G - 6G) - Comment traiter les données d'un schéma ou d'un graphique? Comment résoudre un problème de chimie? Philippe ARNOULD, Pierre COLLETTE et Jacques FURNEMONT, Direction générale de l'Organisation des Etudes - CAF, 1997.

• *Construction d'outils*



Les problèmes de construction d'outils mettent en oeuvre des actions de démarche scientifique destinées à mettre en relation des informations, des faits, des données pour leur donner une signification.

• *Utilisation d'outils*



Les problèmes d'utilisation d'outils mettent en oeuvre des actions de traitement de données destinées à appliquer des notions et des procédures vues en classe.

1.5. Procédures de traitement des données ⁹

Centrées sur la démarche scientifique, les procédures de traitement de données constituent la base des actions d'analyse, notamment lors de la comparaison ou de la mise en relation de divers éléments d'une figure, d'un tableau, d'une représentation schématique, d'un graphique...

De telles procédures d'analyse, communes à diverses disciplines, peuvent être considérées comme des capacités ou compétences transversales qui mériteraient d'être mises en oeuvre selon des approches didactiques adéquates. La lecture et le commentaire de tableaux, schémas ou graphiques sont, en soi, loin d'être des opérations simples.

La recherche de clés de lecture de supports de données nous a amenés à adapter à notre discipline la typologie des schémas et la démarche de réalisation de commentaires proposées par notre collègue Monique DENYER, formatrice au CAF de TIHANGE¹⁰ :

LIRE, TRADUIRE, INTERPRÉTER UN SCHÉMA

Les divers types de schémas font appel soit à un commentaire descriptif, soit à un commentaire narratif (voir organigramme ci-après). Ce critère constitue une clé intéressante liée directement à la structure du schéma.

Le **parcours de lecture** d'un schéma en dépend directement. Il est nécessaire de distinguer des éléments qui participent à l'organisation d'ensemble : cadre, axe(s), éléments d'orientation, fil conducteur... Il peut être utile, par exemple, de numéroter sur le schéma les étapes successives de la lecture, selon un certain ordre.

L'**organisation des informations retenues** et la **mise en texte** présentent également des points communs selon qu'il s'agit d'un *schéma descriptif* ou d'un *schéma narratif*.

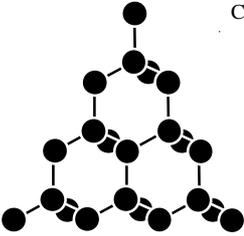
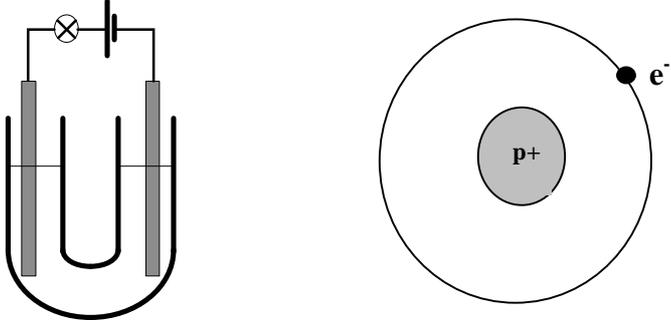
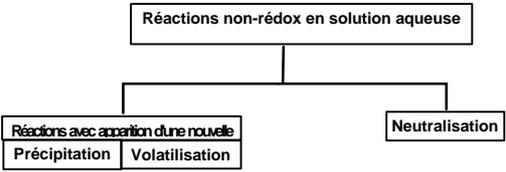
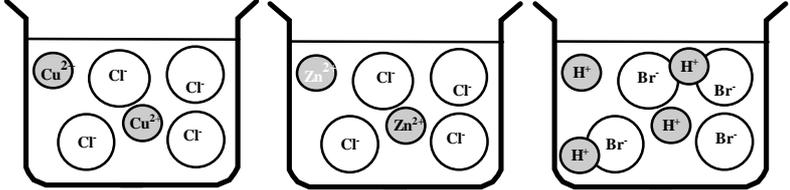
LIRE, TRADUIRE, INTERPRÉTER UN GRAPHIQUE

Le sens de lecture d'un graphique, les informations disponibles et le type de commentaire diffèrent selon la famille à laquelle le graphique appartient : graphiques de comparaison ou graphiques de variation.

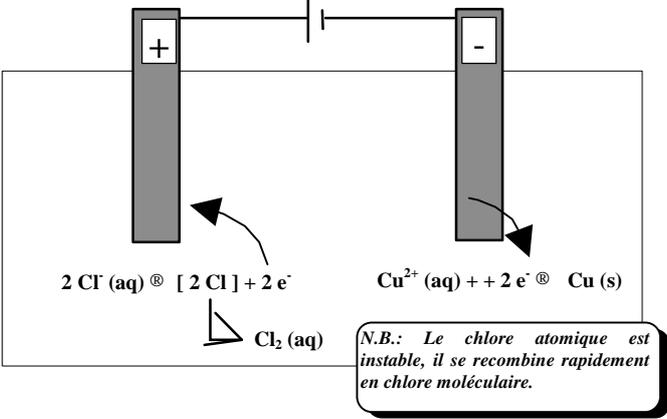
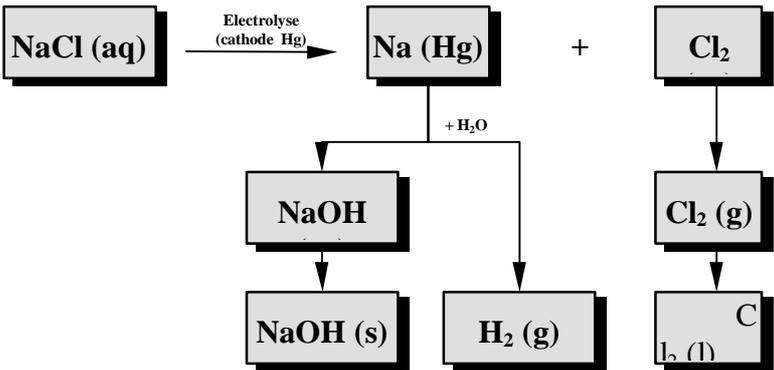
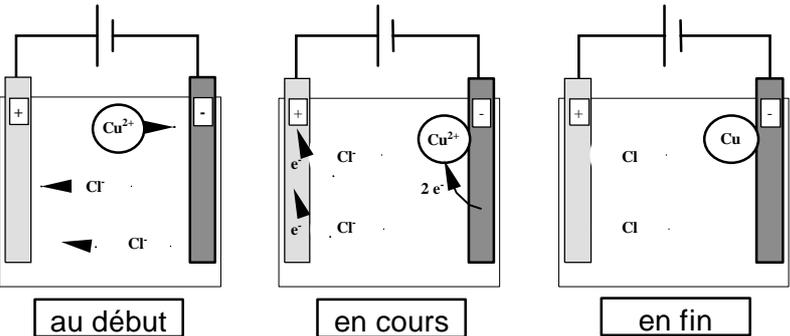
⁹ CHIMIE - LES FICHES DU CONSEILLER (4G - 5G - 6G), Op. cit.

¹⁰ Marie-Claude FOURNIER, Monique DENYER, *Lecture et commentaire de schémas*, DeBoeck / Duculot, 1997.

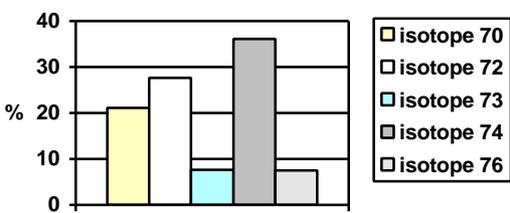
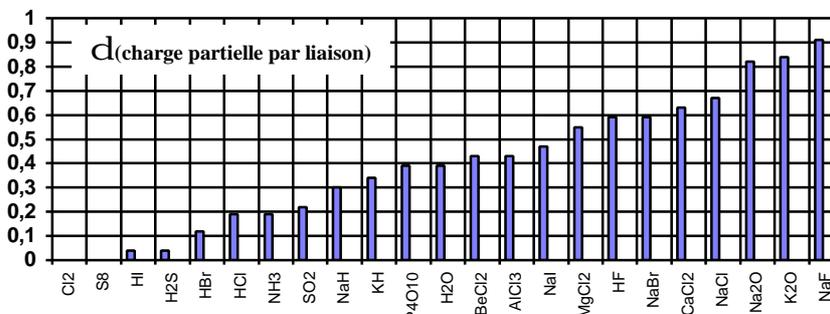
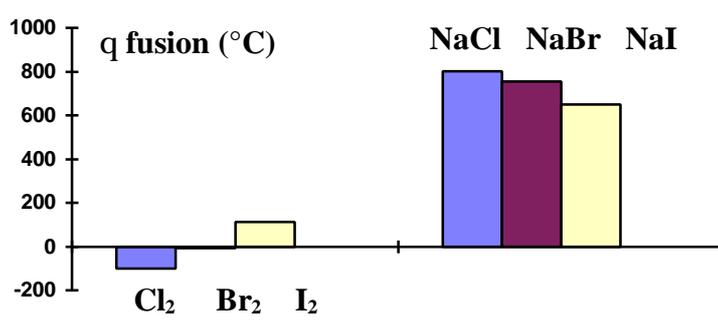
Comment reconnaître un schéma descriptif ?

Catégories	Exemples
<p>FIGURE : représentation fidèle d'un objet (photographie, dessin figuratif)</p>	
<p>CROQUIS DESCRIPTIF : représentation idéalisée d'un objet (croquis de montage, croquis de structure)</p>	
<p>ORGANIGRAMME : représentation d'une organisation</p>	
<p>SÉRIE COMPARATIVE : représentation comparée de plusieurs réalités (série comparative de figures, croquis, organigrammes)</p>	

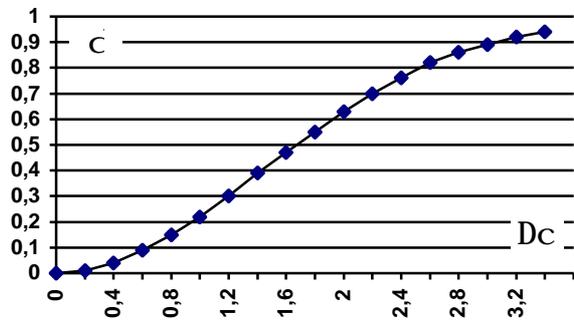
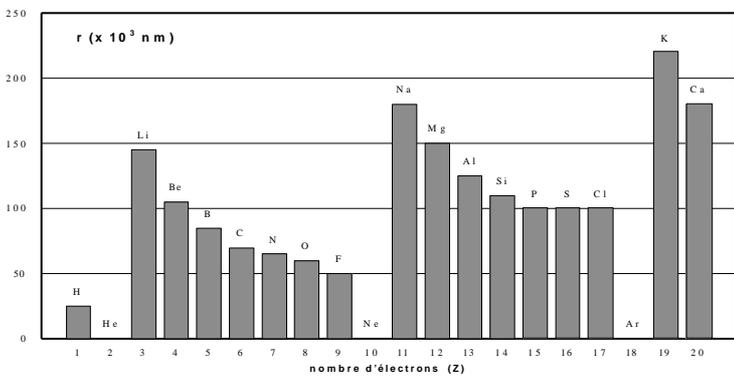
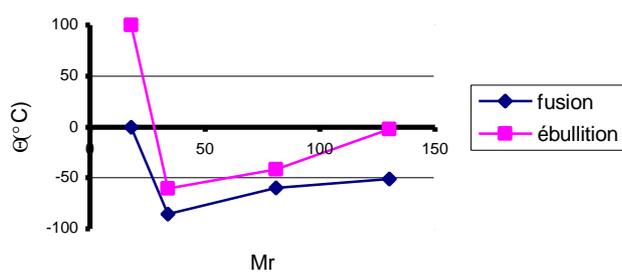
Comment reconnaître un schéma narratif?

Catégories	Exemples
<p>CROQUIS NARRATIF : représentation du fonctionnement d'un mécanisme (croquis de fonctionnement)</p>	
<p>PARCOURS : représentation des phases d'un processus</p>	
<p>SÉRIE ÉVOLUTIVE : représentation de l'évolution d'une même réalité (série évolutive)</p>	

Comment reconnaître un graphique de comparaison?

Catégories	Exemples
<p>DIAGRAMME (%) : bandelettes, secteurs</p>	<p style="text-align: center;">Elément Ge</p>  <p>Legend:</p> <ul style="list-style-type: none"> isotope 70 isotope 72 isotope 73 isotope 74 isotope 76
<p>HISTOGRAMME DE COMPARAISON</p>	
<p>SÉRIE COMPARATIVE DE GRAPHIQUES DE COMPARAISONS</p>	

Comment reconnaître un graphique de variation?

Catégories	Exemples
<p>COURBE</p>	
<p>HISTOGRAMME DE VARIATION</p>	<p style="text-align: center;">Rayon atomique des 20 premiers éléments</p> 
<p>SÉRIE COMPARATIVE DE GRAPHIQUES DE VARIATION</p>	<p style="text-align: center;">Comparaison des températures de fusion et d'ébullition des composés hydrogénés du groupe VIa</p> 

2.1. Problèmes de chimie: classification et démarches de résolution¹

La résolution de problèmes a toujours été un obstacle majeur dans les disciplines scientifiques. Ce constat n'a rien d'étonnant puisque le problème est une activité complexe qui mobilise un large éventail de capacités. La médiocrité des résultats enregistrés lors des deux radioscopiques ne fait que confirmer un constat général².

Notre réflexion a été développée dans le but d'améliorer cette situation. Il y a lieu tout d'abord de distinguer les problèmes selon leur fonction dans une séquence de leçons: les *problèmes de construction d'outils* d'une part (modélisation), les *problèmes d'utilisation d'outils* d'autre part (transfert et application).

PROBLÈMES DE CONSTRUCTION D'OUTILS (MODÉLISATION)

Les *problèmes de modélisation* qui aboutissent à la construction d'outils notionnels constituent la phase inductive d'une séquence. C'est essentiellement au cours de cette phase qu'ont lieu les actions du schéma OHERIC: Observation - Hypothèse - Expérience - Résultats - Interprétation - Conclusion (voir annexe 1).

Dans quelle mesure serait-il avantageux de diversifier les approches didactiques lors des actions de ce schéma? Ne serait-il pas intéressant de mettre à profit les phases de modélisation pour amener les élèves à adopter des styles d'apprentissage diversifiés? En effet, dans les conditions de travail les plus favorables - qui comportent des observations et des expériences - nous constatons que les activités se déroulent très souvent sur un mode très directif, et laissent peu de place à l'initiative personnelle des élèves. Il serait intéressant de concevoir nos séquences de leçons de manière à permettre plusieurs approches: par tâtonnement lors d'une succession d'essais et erreurs, par imitation, de manière méthodique avec un mode opératoire directif... Le va-et-vient d'une procédure à une autre ne constituerait-il d'ailleurs pas un comportement d'apprentissage habituel et efficace dans beaucoup de cas (apprentissage d'une langue, de l'informatique...)?

Dans cette optique, le schéma OHERIC ne doit certainement pas être mis en oeuvre de manière strictement linéaire: il y a lieu d'articuler des actions compte tenu des processus d'apprentissage souhaités.

La problématique de la construction des leçons avec diversification des styles d'apprentissage a fait l'objet d'une évaluation. Il en sera question de manière plus détaillée au paragraphe suivant.

¹ CHIMIE - LES FICHES DU CONSEILLER (4G - 5G - 6G), Op. cit.

² Radioscopiques de l'enseignement de la chimie 4G et 5-6G, Op. cit.

PROBLÈMES D'UTILISATION D'OUTILS (TRANSFERT ET APPLICATION)

Quant aux *problèmes d'utilisation d'outils*, leur caractère significatif dépend tout aussi étroitement de la qualité du contexte dans lequel ils sont situés. On évoque souvent la faiblesse de nos élèves notamment lorsqu'il s'agit de lire et comprendre un énoncé: une recherche très intéressante de Bernadette WILMET³ a démontré l'existence de lacunes linguistiques chez les étudiants de première candidature en sciences.

Précisons que ces reproches concernent souvent des problèmes décontextualisés dont la construction du sens repose uniquement sur un texte qui se réfère rarement à une situation vécue réellement au laboratoire. Lorsqu'on procède autrement - par une mise en situation construite avec des éléments concrets - on constate des réactions d'élèves qui permettent de situer l'activité de résolution de problème dans un autre registre didactique.

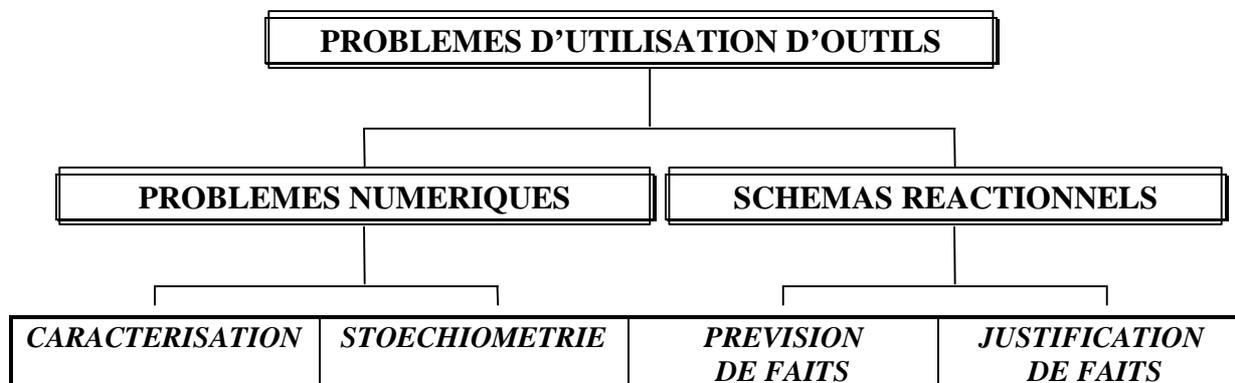
Insistons sur l'impérieuse nécessité d'aborder la résolution de problèmes dans un contexte significatif pour l'élève. Évitions les fastidieuses « *séances de problèmes* » qui érigent la résolution de problèmes en activité spécifique et décontextualisée. Cette activité devrait s'intégrer naturellement dans la séquence de leçons et lui donner du sens.

L'utilisation d'outils notionnels tels que le modèle atomique, le tableau périodique, le modèle de la liaison, le modèle de la réaction chimique, nécessite des procédures d'exécution adéquates. Lors de la réalisation d'un problème d'utilisation d'outils - un problème de stoechiométrie par exemple -, l'élève a une marge de manoeuvre beaucoup plus étroite que lors d'activités de construction d'outils. Le traitement méthodique d'une situation problème constitue dès lors une compétence essentielle qu'il s'agit de consolider. Quelles sont les clés de résolution de problèmes d'utilisation d'outils? Dans quelle mesure serait-il souhaitable et possible de proposer un schéma de résolution méthodique de tels problèmes?

Dans un premier temps, il s'agissait de voir dans quelle mesure il était possible de proposer une classification simple des problèmes d'utilisation d'outils. Le travail a permis de dégager un nombre limité de procédures de résolution. Comme pour les schémas et graphiques, nous constatons que la typologie des problèmes d'utilisation des outils est relativement simple. Quant à la méthode de résolution de problèmes, elle peut être basée sur un schéma de base avec les éléments successifs suivants: énoncé, outils, actions, résultat (voir annexes).

³ ULB, Cours d'agrégation de l'enseignement de la chimie.

La classification proposée des *problèmes d'utilisation d'outils* est résumée ci-après:



PROBLÈMES DE CARACTÉRISATION

Les problèmes de caractérisation sont des problèmes de traitement de données numériques destinés à calculer la valeur numérique d'une grandeur physique inconnue à l'aide d'une équation ou d'une règle.

4 G	Caractériser la composition d'une solution
5 G	Caractériser l'état d'un gaz parfait
6 G	Caractériser la force électromotrice d'une pile électrochimique
6 G	Caractériser la vitesse d'une réaction
6 G	Caractériser le degré d'acidité (de basicité) d'une solution aqueuse (pH)

PROBLÈMES DE STOECHIOMÉTRIE

Les problèmes de stoechiométrie sont des problèmes de traitement de données numériques destinés à établir le bilan de matière avant et après réaction à l'aide des relations stoechiométriques d'une équation chimique et des relations entre grandeurs physiques.

4 G	Problème de stoechiométrie sans excès d'un des réactifs
4 G	Problème de stoechiométrie avec excès d'un des réactifs
6 G	Problème de stoechiométrie en cinétique chimique
6 G	Problème de stoechiométrie d'un système inversible à l'état d'équilibre

PROBLÈMES DE PRÉVISION DE FAITS

Les problèmes de prévision de faits sont destinés à prévoir une réaction chimique à l'aide du modèle de la réaction chimique.

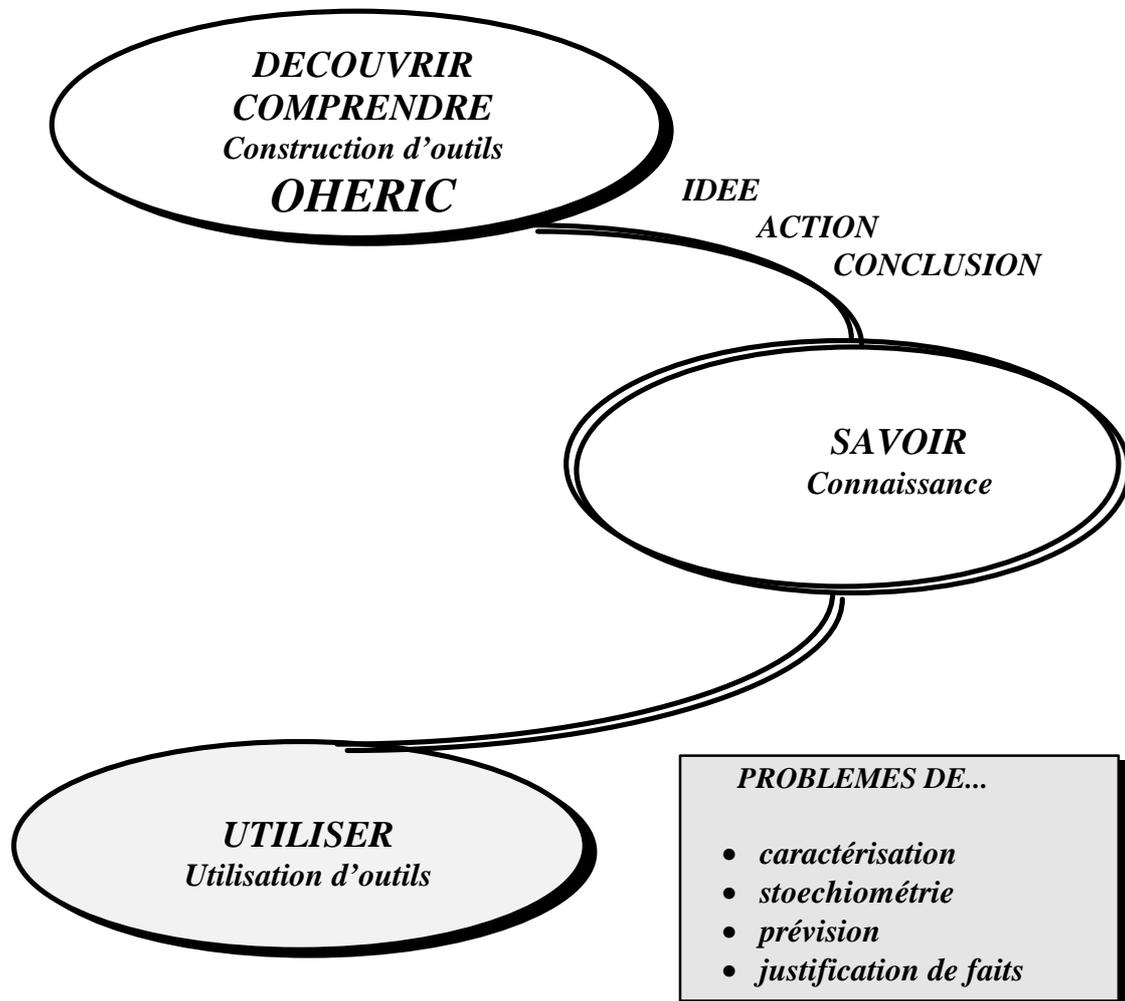
4 G	Problème de prévision de réaction non-rédox (neutralisation acidobasique, précipitation, volatilisation) - Modèle des dissociations/associations d'ions (ARRHENIUS)
5 G	Problème de prévision de réaction acidobasique (tableau qualitatif) - Modèle des transferts de protons (BRØNSTED)
5 G	Problème de prévision de réaction rédox (tableau qualitatif) -
6 G	Problème de prévision de réaction acidobasique (tableau quantitatif) - Modèle des transferts de protons (BRØNSTED)
6 G	Problème de prévision de réaction rédox (tableau quantitatif) -

PROBLÈMES DE JUSTIFICATION DE FAITS

Les problèmes de justification de faits sont destinés à justifier des faits constatés dans la vie courante ou lors d'une expérience à l'aide du modèle de la réaction chimique.

4 G	Justifier des faits à l'aide du modèle de la réaction chimique (théorie d'ARRHENIUS).
5 G	Justifier des faits à l'aide du modèle de la réaction chimique (théorie du transfert de particule - tableaux <i>qualitatifs</i> de couples acidobasiques ou de couples rédox)
6 G	Justifier des faits à l'aide du modèle de la réaction chimique (théorie du transfert de particule - tableaux <i>quantitatifs</i> de couples acidobasiques ou de couples rédox)

SCHÉMA RÉCAPITULATIF
DES TYPES DE PROBLÈMES D'UTILISATION D'OUTILS



Les problèmes d'utilisation d'outils peuvent être classés selon leur contenu en quatre types :

1. Problèmes de caractérisation
2. Problèmes de stoechiométrie
3. Problèmes de prévision
4. Problèmes de justification de faits

La résolution des problèmes d'utilisation d'outils est basée sur le même schéma de base.

2.2. Construction de séquences de leçons ⁴

Nous nous efforçons de mettre en oeuvre un enseignement fonctionnel visant le développement de **trois faisceaux de capacités**:

- la **construction des outils notionnels** lors d'actions de démarche scientifique (*traiter des données pour modéliser*);
- leur **connaissance** (*reconnaître, restituer*);
- leur **utilisation** (*résoudre des problèmes de caractérisation, de stoechiométrie, de justification et de prévision de faits*).

La construction de séquences de leçons susceptibles de réaliser ces objectifs est basée sur **le schéma IACA**:

IDÉE
ACTION
CONCLUSION
APPLICATION

- L'**IDÉE** est la phase globale de la leçon au cours de laquelle a lieu la mise en place des premiers éléments du contexte d'intérêt avec le rappel des prérequis directement utiles et le questionnement indispensable à toute action.
- L'**ACTION** est la phase analytique centrée sur la collecte et/ou le traitement de données - ce qui implique la présence indispensable d'un support (graphique, schéma, tableau...) - en vue d'obtenir une réponse au questionnement.
- La **CONCLUSION** est la synthèse: réponse au questionnement avec apport organisé d'éléments notionnels (justifier et définir des concepts, induire un principe, une loi ou une règle, concevoir ou donner du sens à une représentation...).
- L'**APPLICATION** est la phase d'utilisation des outils notionnels en vue de résoudre un problème.

4

- *CHIMIE - DEUXIEME DEGRE (4G et 4 TTr) - Fiches de séquences de leçons - Première partie*, Travail collectif réalisé par des professeurs de chimie sous la direction des Inspecteurs Philippe ARNOULD et Jacques FURNEMONT et de Pierre COLLETTE, Professeur-animateur au CAF TIHANGE, Direction générale de l'Organisation des Études - CAF, 1996.
- *CHIMIE - DEUXIEME DEGRE (4G et 4 TTr) - Fiches de séquences de leçons - Deuxième partie* - Travail collectif réalisé par des professeurs de chimie sous la direction des Inspecteurs Philippe ARNOULD et Jacques FURNEMONT et de Pierre COLLETTE, Professeur-animateur au CAF TIHANGE, Direction générale de l'Organisation des Études - CAF 1996.
- *CONSTRUCTION DE LEÇONS DE 5-6 G*, Formations CAF TIHANGE et Inspection des cours de chimie, 1996-97.

EXEMPLE DE SÉQUENCE: 5 G - LES PILES - CAPACITÉS MISES EN OEUVRE ⁵

SCHÉMA IACA	CAPACITÉ
INTRODUCTION	Qu'est-ce qu'une pile? Que faut-il pour fabriquer une pile? Comment fonctionne une pile? Traiter les données d'un texte pour analyser une situation-problème.
Idée 1	Que faut-il pour fabriquer une pile?
Action 1	Expérimentation: réaliser et schématiser des piles (croquis de montage).
Conclusion 1	Première définition (descriptive) d'une pile.
Application 1	Appliquer un principe.
Idée 2	Comment fonctionne une pile de Volta?
Action 2	Expérimentation: réaliser une pile et interpréter son fonctionnement (mécanisme réactionnel).
Conclusion 2	Tirer une conclusion : mécanisme réactionnel d'une pile.

Les exemples de séquences mis au point par des équipes d'enseignants couvrent la totalité du programme:

1. Séquences de 4 G

Un cours complet de 4 G 2 P (2 périodes/semaine) a été conçu sous forme d'un livre-cahier avec des fiches de leçons (avec supports et questions destinées aux élèves).

2. Séquences de 5-6 G

Dans le cadre d'une recherche universitaire (participation du LEM - ULg), une séquence type sur les rédox (5 G et 6 G) a été réalisée à titre d'exemple, avec intégration d'un module de chimie sur les piles électrochimiques. Les autres séquences ont été mises au point lors des journées de formation de l'inspection des cours de chimie.

A l'issue des sessions de formation organisées au CAF de TIHANGE, la quasi-totalité de nos établissements de la Communauté française ont eu la possibilité de déléguer au moins un professeur pour participer à la mise au point des documents didactiques.

L'étude réalisée par le LEM a permis de mettre au point un module détaillée avec des phases d'apprentissage conçues en vue de tenir compte d'une part de la diversité des styles d'apprentissage des élèves et d'autre part des styles d'enseignement du professeur.

⁵ ULg. LEM, Op. cit.

CAPACITÉS BASÉES SUR LA DIVERSITÉ DES STYLES D'APPRENTISSAGE DES ÉLÈVES ⁶

Notre enseignement privilégie généralement *l'approche déductive*. L'étude du LEM a mis en évidence la diversité des modes de fonctionnement de nos élèves placés en situation d'apprentissage. *L'approche inductive* centrée sur la démarche scientifique permet lors de la construction des outils d'aller à la rencontre des élèves pragmatiques pour qui le sens physique est étroitement lié à l'observation et à l'expérimentation. Il est dès lors possible de mettre en oeuvre un enseignement plus motivant grâce à une meilleure gestion de l'hétérogénéité de la classe et de la diversité des styles d'apprentissage des élèves.

Un style d'apprentissage est la manière dont chaque individu aborde et résout un problème. En effet, face à un même problème, chacun de nous réagit différemment. Cependant cette réaction n'est pas figée; elle peut varier en fonction de la nature du problème et de son contexte.

Il existe actuellement une bonne vingtaine de modèles descriptifs des styles d'apprentissage. En s'inspirant des recherches en didactique, le LEM a proposé un modèle descriptif des styles d'apprentissage.⁷ Ce modèle identifie quatre styles de base regroupés en deux grandes « familles » : les *intuitifs* et les *méthodiques* pour saisir des données et en deux autres « familles » : les *réflexifs* et les *pragmatiques* pour le traitement des données (voir schéma ci-après).

Le moule universitaire a sélectionné - ou (dé)formé - ses futurs agrégés de l'enseignement secondaire selon le style d'apprentissage dominant, à savoir le style *méthodique réflexif*.

Le *méthodique réflexif* excelle à synthétiser un vaste registre d'informations de manière logique et concise. Il se centre plus sur l'analyse des idées et des problèmes que sur les personnes comme telles. Il est surtout intéressé par la rigueur et la validité des théories.

Par contre *l'intuitif pragmatique* par exemple, aime apprendre en mettant « la main à la pâte ». Il prend plaisir à mettre en oeuvre des projets et à s'impliquer personnellement dans de nouvelles expériences qu'il perçoit comme des défis. Il réagit davantage par instinct qu'en fonction d'une analyse purement logique. Lors de la résolution d'un problème, il aime s'informer auprès des autres avant de procéder à ses propres investigations.

Nous reconnaissons là la description du style d'apprentissage dominant de certains de nos élèves, et peut-être de nous même. Ne s'agit-il pas du mode de fonctionnement adopté par une beaucoup pour apprendre des procédures d'informatique?

⁶ ULg LEM, Op. cit.

⁷ Keen et Mc Kenney (1976), Pask et Scott (1978) et Kolb (1984). Adaptation par J. THERER, ULg.

Cette réflexion nous permet de préciser qu'on ne peut certainement pas hiérarchiser les styles d'apprentissage: leur efficacité spécifique varie en fonction des circonstances. Nous optons dès lors pour un enseignement prenant en compte *la diversité plutôt que l'uniformité*.

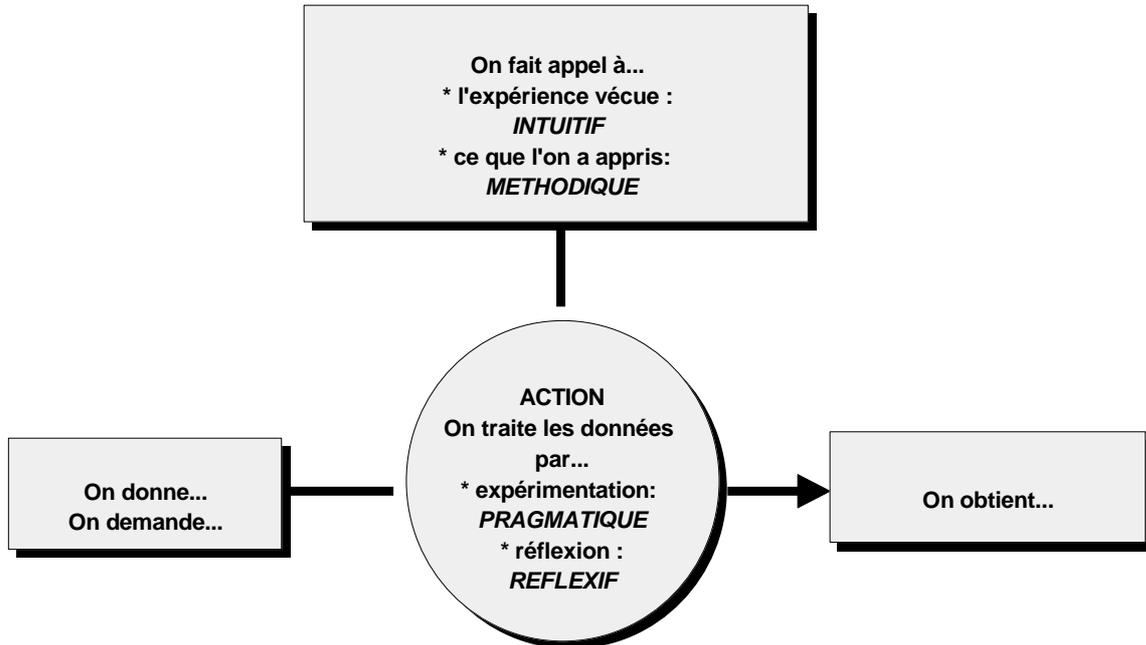
ACTIONS MISES EN OEUVRE SUR DIVERS MODES D'ENSEIGNEMENT

La diversification des stratégies d'enseignement permet d'organiser le travail des élèves de manière à ce que chacun y trouve son compte. N'oublions pas que l'enseignant a aussi son propre profil d'apprentissage. Celui-ci influence sa manière d'enseigner. Il doit donc en prendre conscience afin d'éviter de pénaliser les étudiants dont le style est éloigné du sien.

Le mode transmissif centré sur le savoir construit a la vie dure. Ici aussi la diversité devrait être la règle: la dynamique de la leçon peut être assurée par l'alternance de phases d'actions tantôt sur *le mode incitatif* (leçon dialoguée) tantôt sur *le mode associatif* (on casse le frontal). Il ne s'agit certainement pas d'exclure le mode transmissif qui constitue à certains moments le mode privilégié de la structuration, par exemple lors de l'organisation méthodique des éléments de la synthèse (modélisation).

Lors des formations de l'année scolaire 1997-98 organisées par l'inspection des cours de chimie et les centres de TIHANGE (CAF) et FRAMERIES (CT), les séquences de 5-6 G seront présentées à titre exemplatif. Le Centre technique de Frameries réalisera des kits sur les piles à partir du prototype et le module mis au point par le LEM de l'ULg. Cette initiative aidera les professeurs à disposer du matériel spécifique nécessaire pour les activités de laboratoire.

LES STYLES D'APPRENTISSAGE



QUATRE STYLES D'APPRENTISSAGE :

- **Intuitif** (on fait appel à l'expérience vécue) - **pragmatique** (expérimentation)
- **Intuitif** (on fait appel à l'expérience vécue) - **réflexif** (réflexion)
- **Méthodique** (on fait appel à ce que l'on a appris) - **pragmatique** (expérimentation)
- **Méthodique** (on fait appel à ce que l'on a appris) - **réflexif** (réflexion)

LES STYLES D'ENSEIGNEMENT

- **Transmissif** : l'enseignant expose la matière.
- **Incitatif** : question - réponse, l'enseignant garde le contrôle du groupe et de la matière.
- **Associatif** :
 - **associatif directif** : travail de groupe, l'enseignant intervient à la demande des élèves, support très directif;
 - **association non directif** : travail de groupe, l'enseignant n'intervient pas sur le fond.
- **Permissif** : l'enseignant n'intervient pas sur le fond.

Conclusion

Les travaux réalisés par nos diverses équipes ont permis de mettre au point les techniques de construction de séquences de leçons assurant la diversification des styles d'apprentissage. D'une part l'observation des professeurs impliqués dans ces travaux, d'autre part l'évaluation entreprise par le LEM nous permettent de prendre en compte certains résultats encourageants:

- une construction plus élaborée des leçons est à la base d'une amélioration du contexte d'intérêt, de la focalisation sur des objectifs de démarche scientifique, avec une meilleure prise en compte du développement des capacités de construction et d'utilisation des outils;
- l'approche didactique est plus diversifiée, avec une alternance de divers modes didactiques (on « casse » plus souvent le frontal);
- l'intégration de l'expérimentation et de la théorisation se marque davantage (la réduction du nombre d'heures de pratique de laboratoire ne permettra plus de juxtaposer théorie et laboratoire).

Les élèves qui ont participé aux travaux du LEM ont été nombreux à apprécier les mises en situation fondées sur des protocoles moins directifs, laissant davantage de place à l'initiative et à la démarche personnelle. Des données plus affinées permettront de caractériser l'hétérogénéité moyenne d'une classe et de préciser les relations entre l'appartenance cognitive des élèves (et des enseignants), leur préférence pour certaines phases d'une activité et leur performance habituelle en chimie, en physique ou en biologie.

Nos travaux ont permis de dégager des clés didactiques utiles pour accéder à un enseignement plus actif, susceptible de motiver davantage d'élèves et de permettre à ceux qui sont (ou seront) susceptibles de choisir des études basées sur les sciences de posséder les savoir, les savoir-faire, les habiletés et les attitudes qui leur permettront d'aborder le plus efficacement possible les principales situations problèmes.

La classification des problèmes - *modélisation, caractérisation, stoechiométrie, justification de faits, prévision de faits* - clarifie incontestablement la recherche des compétences terminales. Son application à chacun des chapitres du cours de chimie permet de délimiter aisément les exigences de fin de degré (niveau A et niveau B).

La démarche scientifique - basée sur l'observation, l'expérimentation, la mise en relation des données, la modélisation et l'application - participe à la mise en oeuvre d'une approche didactique de type constructiviste (construction du savoir).

Les capacités d'analyse et de synthèse qu'elle permet de développer sont essentielles pour l'appropriation des représentations et compétences nécessaires à la compréhension du milieu de vie de tout citoyen.

Elle ne peut valablement se pratiquer que dans le contexte du laboratoire, avec un matériel minimum, un nombre raisonnablement limité d'élèves...et du temps. Dans ce domaine, il faudra savoir clairement ce que l'on peut. Et surtout ce que l'on veut.

**QUELLES SONT LES ACTIONS
D'UNE DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE ?**

**A
C
T
I
O
N
S**

O

OBSERVATION

- Analyser une situation problème.
- Poser des questions.

H

HYPOTHESE

- Formuler une hypothèse : rechercher des relations possibles entre deux grandeurs physiques, formuler le but d'une expérience...

E

EXPERIENCE

- Préparer une expérience.
- Réaliser une expérience.

R

RESULTATS

- Constaté des faits.
- Communiquer les résultats d'une expérience (texte, tableau, graphique, schéma...).

I

INTERPRETATION

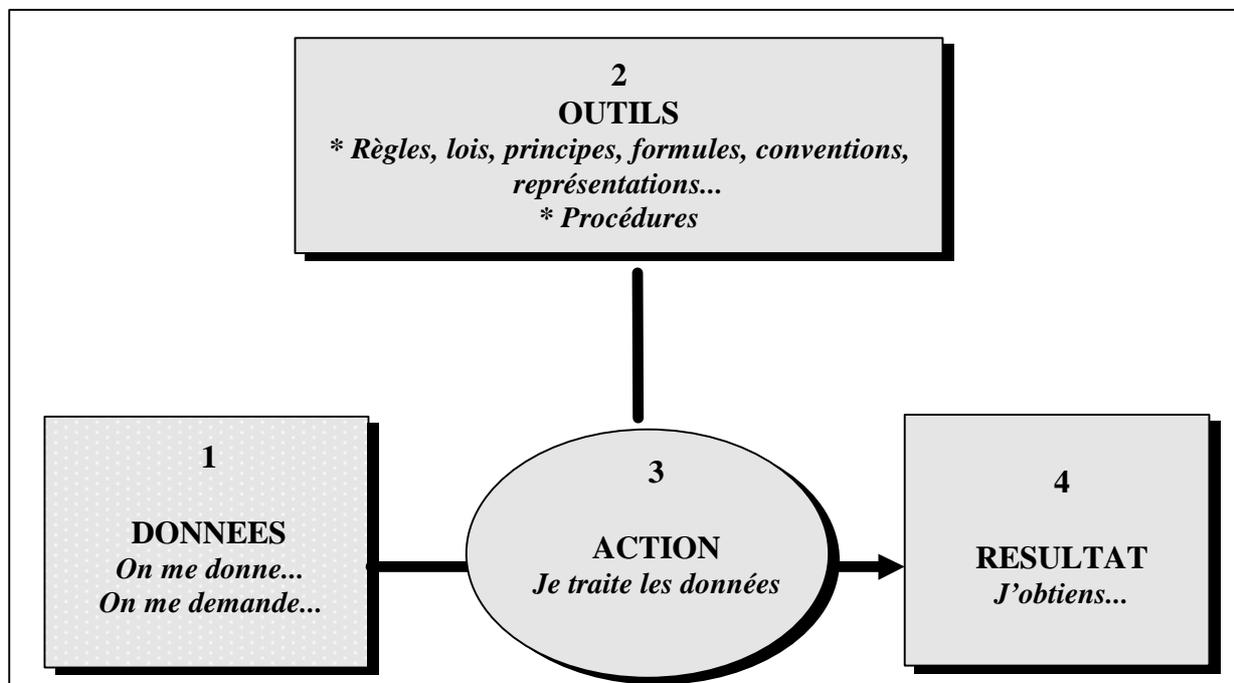
- Lire, traduire interpréter des données (d'un texte, d'un tableau, d'un graphique, d'un schéma...).

C

CONCLUSION

- Tirer une conclusion (une définition, une règle, une convention, une représentation...).
- Modéliser.
- Faire évoluer un modèle.

**MÉTHODE GÉNÉRALE DE RÉOLUTION DE PROBLÈME
D'UTILISATION D'OUTILS**



1. DONNÉES - « On me donne... On me demande... »

- Quelle est la signification de la situation-problème? Comment pourrais-je mettre en ordre les données de l'énoncé?

2. OUTILS - « J'utilise... »

- Quels sont les outils (règle, principe, loi, formule, équation, convention, représentation...) qui me permettront de solutionner le problème? Quelles sont les procédures (transformations, opérations techniques...) qui me permettront d'utiliser ces outils?
- Quel pourrait être mon schéma de résolution (succession des opérations)?

3. ACTION - « Je traite les données, j'exécute. »

- Comment dois-je procéder pour réaliser (appliquer) mon schéma de résolution?

4. RÉSULTAT - « *J'obtiens...* »

Quelle est la signification de mon résultat (valeur numérique et unités, ordre de grandeur, conclusion éventuelle, vérification éventuelle) ?

CLASSIFICATION ET SCHÉMAS DE RÉOLUTION DES PROBLÈMES DE CHIMIE T/

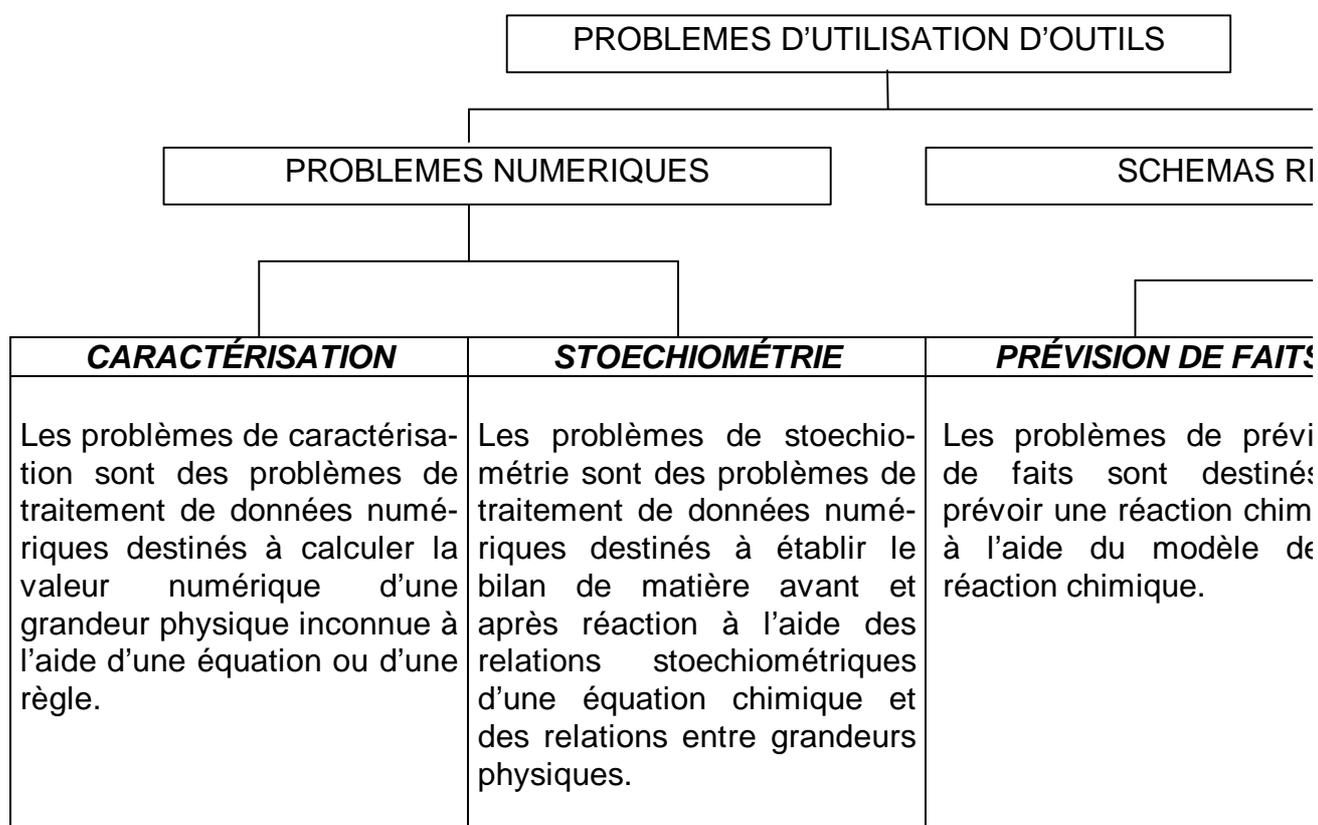


TABLEAU COMPARATIF DES TYPES DE PROBLÈMES D'UTILISATION

	CARACTÉRISATION	STOECHIMÉTRIE	PRÉVISION D
1. Données	<i>On me donne certaines valeurs numérique de grandeurs physiques (masse, concentration, vitesse de réaction...).</i>	<i>On me donne une équation chimique et certaines valeurs numérique de grandeurs physiques qui caractérisent le bilan de matière avant ou après réaction.</i>	<i>On me donne ou formules de s et éventuellement grandeurs (température, pre</i>
2. Outils	<i>J'utilise une relation entre grandeurs physiques (équation ou règle).</i>	<i>J'utilise des relations stoechiométriques et des relations entre grandeurs physiques.</i>	<i>J'utilise le m référence de le chimique av tableaux d'acc ment.</i>
3. Actions	<i>J'applique une équation ou une règle.</i>	<i>Je complète un tableau-bilan des réactifs et des produits de la réaction.</i>	<i>J'applique le n référence à la particulière envis</i>
4. Résultats	<i>J'obtiens la valeur numérique d'une grandeur physique initialement inconnue.</i>	<i>J'obtiens le bilan de matière avant et après réaction.</i>	<i>J'obtiens les formules des pro réaction, une chimique o mécanisme réaci</i>

EXEMPLE DE SÉQUENCE : 5 G - LES PILES⁸

SCHÉMA IACA	CAPACITÉ
<p>INTRODUCTION</p> <p>Idée 1</p> <p>Action 1</p> <p>Conclusion 1</p> <p>Application 1</p>	<p><u>Qu'est-ce qu'une pile? Que faut-il pour fabriquer une pile? Comment fonctionne une pile?</u></p> <p>Traiter les données d'un texte pour analyser une situation-problème.</p> <p><u>Que faut-il pour fabriquer une pile?</u></p> <p>Expérimentation: réaliser et schématiser des piles (croquis de montage).</p> <p>Première définition (descriptive) d'une pile.</p> <p>Appliquer un principe: déterminer si les schémas proposés représentent une pile, une pile en fonctionnement normal, une pile en court-circuit.</p>
<p>Idée 2</p> <p>Action 2</p> <p>Conclusion 2</p> <p>Application 2</p>	<p><u>Comment fonctionne une pile de Volta?</u></p> <p>Expérimentation: réaliser une pile et interpréter son fonctionnement (mécanisme réactionnel).</p> <p>Tirer une conclusion : mécanisme réactionnel d'une pile.</p> <p>On propose des montages. On demande si ceux-ci permettent de mesurer une tension électrique?</p>

⁸ LEM ULg, Op. cit.

**PLANNING DE LA PHASE 1- STYLES D'APPRENTISSAGE
ET STYLES D'ENSEIGNEMENT**

		STYLE D'APPRENTIS- SAGE	STYLE D'ENSEIGNE- MENT
I A C A	<u>Qu'est-ce qu'une pile?</u> <u>Que faut-il pour fabriquer une pile?</u> <u>Comment fonctionne une pile?</u>		
	Traiter les données d'un texte pour analyser une situation-problème.	Intuitif Réflexif	Incitatif
	<u>Que faut-il pour fabriquer une pile?</u> Expérimentation: réaliser et schématiser des piles (croquis de montage).	Intuitif Pragmatique	Associatif non directif
	Première définition (descriptive) d'une pile. Appliquer un principe: déterminer si les schémas proposés représentent une pile, une pile en fonctionnement normal, une pile en court-circuit.	Méthodique Réflexif	Incitatif et transmissif Permissif

**TABLEAU RÉCAPITULATIF DES CAPACITÉS ET DÉMARCHES
DESTINÉ À PRÉCISER LES COMPÉTENCES TERMINALES**

	RÉFÉRENCES	ACTIONS
I. CONNAISSANCE	<ol style="list-style-type: none"> 1. MOTS CLÉS (CONCEPTS) 2. PRINCIPES, RÈGLES, LOIS. 3. CONVENTIONS. 4. REPRÉSENTATIONS ET MODÈLES. 	<p align="center"><u>DÉMARCHE DE MÉMORISATION</u> (multidisciplinaire)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconnaître. • Restituer.
II. PROBLÈMES DE CONSTRUCTION D'OUTILS ◇ ANALYSE ◇ COMPRÉHENSION ◇ SYNTHÈSE	<p align="center"><u>PROCÉDURES DE TRAITEMENT DE DONNÉES</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. PROCÉDURES DE STRUCTURATION. 2. PROCÉDURES DE MISES EN RELATION. 	<p align="center"><u>DÉMARCHE OHERIC</u> (multidisciplinaire)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Classer, sérier, organiser (des faits, des modèles, des entités, des données...) • Interpréter les données d'un tableau. • Interpréter les données d'un (de) graphique(s). • Interpréter les données d'un texte. • Interpréter des données complémentaires d'un tableau et d'un graphique. • Tirer une conclusion (proposer une nouvelle règle, un nouveau principe). • Modéliser, faire évoluer (améliorer) un modèle.

Bibliographie

PROGRAMMES

Enseignement secondaire général et technique de transition, 2e degré. Programme de chimie et de pratique de laboratoire. Réf. 7/5569, 1994, M.E.R.F. Dir. gén. Org. des Études.

Enseignement secondaire général, 3e degré. Programme de chimie (niveaux A et B) et de pratique de laboratoire. Réf. 7/5648, 1995, M.E.R.F. Dir. gén. Org. des Études.

DOCUMENTS D'ACCOMPAGNEMENT DES PROGRAMMES

CHIMIE 4 G - RADIOSCOPIE - BANQUE DE QUESTIONS, Philippe ARNOULD, Pierre COLLETTE et Jacques FURNEMONT, Direction générale de l'Organisation des Études - CAF, 1994.

CHIMIE TROISIÈME DEGRÉ DE L'ENSEIGNEMENT GÉNÉRAL - RADIOSCOPIE - BANQUE DE QUESTIONS, Philippe ARNOULD, Pierre COLLETTE et Jacques FURNEMONT, Direction générale de l'Organisation des Études - CAF, 1996.

CHIMIE - DEUXIÈME DEGRÉ (4G et 4 TTr) - Fiches de séquences de leçons - Première partie, Travail collectif réalisé par des professeurs de chimie sous la direction des Inspecteurs Philippe ARNOULD et Jacques FURNEMONT et de Pierre COLLETTE, Professeur-animateur au CAF TIHANGE, Direction générale de l'Organisation des Études - CAF, 1996.

CHIMIE - DEUXIÈME DEGRÉ (4G et 4 TTr) - Fiches de séquences de leçons - Deuxième partie - Travail collectif réalisé par des professeurs de chimie sous la direction des Inspecteurs Philippe ARNOULD et Jacques FURNEMONT et de Pierre COLLETTE, Professeur-animateur au CAF TIHANGE, Direction générale de l'Organisation des Études - CAF 1996.

CHIMIE - LES FICHES DU CONSEILLER (4G - 5G - 6G) - Comment traiter les données d'un schéma ou d'un graphique? Comment résoudre un problème de chimie? Philippe ARNOULD, Pierre COLLETTE et Jacques FURNEMONT, Direction générale de l'Organisation des Études - CAF, 1997.

PILOTAGE - ÉTUDES UNIVERSITAIRES

Vie quotidienne et enseignement des sciences. Enquête relative aux connaissances et aux opinions des élèves dans le domaine des sciences biologiques, chimiques et physiques, LEM ULg⁹, contrat FRSFC-IM 785193 du M.E.R.F., 1990.

Nicole DELTOUR et Marc DEMEUSE, *Projet pilotage: Contrôle de la qualité de l'enseignement des Sciences, Deuxième année de l'enseignement secondaire, Rapport final*, SEDEP/M.E.R.F., 1991.

⁹ Université de Liège, L.E.M. Bâtiment B7 Sart Tilman 4000 Liège

F. GRANDJEAN, R. CAHAY, B. MONTFORT, F. REMY et J. THERER, *Intégration de l'égalité des chances filles-garçons dans le programme de formation des enseignants - Projet 4: Filles et garçons au laboratoire: représentations, démarches et performances*, Institut de Physique ULg, Recherche en éducation (Rec. Educ. n° 34 réf.: 110/34), 1992, p. 193-228.¹⁰

Sophie ROUSSELET et Christian MONSEUR (ULg Prof. G. HENRY), *Le pilotage de l'enseignement des sciences Essai de synthèse*, Informations pédagogiques, M.E.R.F.-Adm. de l'Org. des Études - Service de la Recherche en Éducation et en Pédagogie, N° 9 Janv. 1994, p. 29-35.

Les élèves au laboratoire: Styles préférentiels d'apprentissage. Représentations, démarches et performances (projet ISALEM 96), LEM ULg, Convention de recherche avec la Communauté française de Belgique n° 240/96, du 1er septembre 1996 au 31 août 1997. Équipe LEM: Brigitte MONFORT (Biologie, responsable scientifique), Ferdinand BONGARTZ (Électroacoustique, responsable technique), René CAHAY (Chimie), François REMY (Physique), Jean THERER (Psychopédagogie), Maryse HONOREZ (Biologie), Fabian ROWIE (Informaticien).

OUVRAGE CITE

Marie-Claude FOURNIER et Monique DENYER, *Lecture et commentaire de schémas*, De Boeck / Duculot, 1997.

RADIOSCOPIES DE L'ENSEIGNEMENT DE LA CHIMIE - AUTRES RÉFÉRENCES

• BULLETIN DE L'A.B.P.P.C.¹¹

P. ARNOULD, P.COLLETTE et J. FURNEMONT, *Radioscopie de l'enseignement de la chimie en 4 G (Niv. A)*, Bull. A.B.P.P.C, Févr. 1994 - N° 120, p.51-62.

P. ARNOULD, P.COLLETTE et J. FURNEMONT, *Radioscopie de l'enseignement de la chimie au troisième degré de l'enseignement général (première partie)*, Bull. A.B.P.P.C, Mai. 1996 - N° 129, p.79-94.

P. ARNOULD, P.COLLETTE et J. FURNEMONT, *Radioscopie de l'enseignement de la chimie au troisième degré de l'enseignement général (deuxième partie)*, Bull. A.B.P.P.C, Août. 1996 - N° 130, p.171-186.

¹⁰ Serv. vente des publ. du M.E.R.F., Place Surllet de Chokier, 15-17, Tél. 02/221.88.95, prix: 300 BEF.

¹¹ Association Belge des Professeurs de Physique et Chimie, Edit. resp.: R. MOREAU, 14 Bois de Sclessin, 4102 OUGREE

- **ADMINISTRATION DE L'ORGANISATION DES ÉTUDES¹²**

P. ARNOULD, P.COLLETTE et J. FURNEMONT, *Radioscopie de l'enseignement de la chimie en 5 et 6 G*, Informations pédagogiques, M.E.R.F.- Adm. de l'Org. des Études - Service de la Recherche en Éducation et en Pédagogie, N° 30 Nov. 1996, p. 16-24.

P. ARNOULD, P.COLLETTE et J. FURNEMONT, *Radioscopie de l'enseignement de la chimie au troisième degré de l'enseignement général*, M.E.R.F. - Organisation des Études - Insp. de l'ens. sec. - CAF, 1995-1996.

CAF TIHANGE

Pierre COLLETTE, *Didacticiel STAB (Simulation de titrages acidobasiques)*, Version 1.32 (12/1994), CAF Tihange, 1994.

Pierre COLLETTE, *Didacticiel QCM de remédiation - Chimie 4-5-6 G*, CAF Tihange, 1997.

P. ARNOULD, P.COLLETTE et J. FURNEMONT, *Réactions acidobasiques et pH Séquence de leçons 6 G*, CAF Tihange, 1997.

- **PROGRAMMES DE L'ENSEIGNEMENT ORGANISÉ PAR LA C.F.**

Service général des Affaires pédagogiques, de la Recherche en Pédagogie et du Pilotage de l'Enseignement organisé par la Communauté française, Direction « Méthodes -, Expériences pédagogiques - Programmes - Documentation et Statistiques pédagogiques » Rue de la Science 43, 1040 BRUXELLES, Tél.: 02/238.86.11 (5e étage: Monsieur MAIRE, Mlle WARNIER)

- **PUBLICATIONS C.A.F / MINISTÈRE DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE**

Service général des Affaires pédagogiques, de la Recherche en Pédagogie et du Pilotage de l'Enseignement organisé par la Communauté française, Direction « Méthodes -, Expériences pédagogiques - Programmes - Documentation et Statistiques pédagogiques » Rue de la Science, 43 - 1040 BRUXELLES. Tél. général : 02/238.86.11
Responsable des publications : Patricia JULLION (02/236.86.79)

- **CENTRE D'AUTOFORMATION DES PERSONNELS DE L'ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE (C.A.F.)**

La Neuville, 1 - 4500 TIHANGE (HUY)
Animateur de chimie : Pierre COLLETTE (présent tous les jours sauf mercredi)
Tél. direct: 085/27.13.77
Tél. : Secrétariat : 085/27.13.60
Tél. Service vente publications : 085/27.13.63

¹² 43, Rue de la Science - 1040 Bruxelles