

Une activité pour les modules: la construction de cartes conceptuelles.

par F. LANGLOIS, P.RAULIN et M. CHASTRETTE
LIRDIS - Université Lyon I
43, boulevard du 11 Novembre 1918
69622 Villeurbanne Cedex

RÉSUMÉ

L'article montre comment les cartes conceptuelles peuvent être utilisées, en classe, par exemple durant les heures réservées aux modules. Cette activité permet, selon la période où on l'utilise en cours d'enseignement, un travail et une évaluation individuels des élèves puis un travail collectif. Le document obtenu sera réutilisable, par l'élève, chaque fois qu'il reviendra sur le même concept.

Quelles activités peut-on proposer aux élèves, durant le temps réservé aux modules en classe de première ? Il s'agit de contribuer à leur formation en physique et chimie avec d'autres méthodes que les traditionnels cours ou travaux pratiques. Les directives officielles [1] indiquent que les modules doivent permettre :

- à l'enseignant, de parfaire sa connaissance de l'élève en utilisant les instruments de son choix, et donc de l'aider dans son travail,
- à l'élève de réfléchir sur ses atouts et ses lacunes et donc de mieux réussir.

La réalisation de cartes conceptuelles est une activité qui répond tout à fait à ces deux contraintes. Elle est, en effet, extrêmement enrichissante pour celui qui la pratique ; elle lui permet de faire rapidement un bilan de ses connaissances mais aussi d'avoir une réflexion sur l'organisation, correcte, incorrecte, partielle de ces connaissances. Les cartes conceptuelles apparaissent ainsi comme une technique intéressante tant pour l'apprentissage des concepts et de leurs relations que pour l'acquisition de l'autonomie par les élèves.

Après une brève présentation des cartes nous donnons un exemple de réalisation, en chimie, avec des élèves de première S avant de faire

un bilan des différentes possibilités d'utilisation de cette technique en classe.

1. QUELQUES DÉFINITIONS

1.1. Concept et conception

La consultation de dictionnaires usuels fournit deux définitions différentes et complémentaires du concept. Un concept est :

- pour le Robert : «une représentation mentale générale et abstraite d'un objet»,
- pour le Larousse : «une idée, un objet conçu par l'esprit ou acquis par lui et permettant d'organiser les perceptions ou les connaissances».

Comme le précisent bien ces deux définitions un concept est une construction abstraite donc non appréhendable directement par les sens. Chaque individu doit construire personnellement sa connaissance des concepts à partir de différents exemples directement perçus. Le deuxième point important est le fait qu'un concept permet une organisation ; or toute organisation nécessite de connaître non seulement les objets à organiser mais aussi et surtout les relations que ces objets entretiennent entre eux.

Très schématiquement, dans notre enseignement les différents chapitres d'un cours sont chacun consacrés à l'étude d'un concept. Cette étude consistant, la plupart du temps, à fournir aux élèves un, parfois plusieurs exemples puis à généraliser rapidement. Les limites de définition du concept ne sont donc pas vraiment précisées, d'autant moins que le même concept est abordé plusieurs années de suite, de différentes façons et que, de plus, les connaissances apportées par l'enseignement se superposent à celles fournies par la vie quotidienne. Enfin un concept ne peut vraiment être totalement appréhendé que par sa mise en relation avec les autres concepts du même domaine qui le limitent et le précisent. Or là encore chacun sait que les relations entre les différents chapitres d'un cours et a fortiori entre les différents cours ne sont par toujours bien perçues par les élèves.

Tout ceci fait que l'élève peut attribuer à un concept des propriétés qu'il n'a pas et créer des relations incorrectes ou partielles avec les autres concepts, sans que le professeur ait un moyen de le contrôler. En fait ce mécanisme d'apprentissage fait que les élèves structurent leurs connaissances d'une manière plus ou moins efficace pour résoudre

les problèmes qui leurs sont soumis mais que cette structuration n'est, la plupart du temps, pas conforme à celle des connaissances scientifiques «correctes».

On désigne l'ensemble de telles connaissances, structurées et efficaces pour celui qui les utilise, mais pouvant différer des concepts de la science établie, par le terme de conceptions*.

En résumé : Nous utilisons le terme de concept pour désigner des connaissances bien définies, bien structurées ayant entre elles des relations précises et cohérentes. Ces définitions et ces relations se font en général dans le cadre d'une théorie ; les concepts scientifiques sont souvent associés à des grandeurs mesurables qui peuvent intervenir soit quantitativement, soit dans une analyse qualitative des problèmes.

Nous parlons au contraire de conceptions pour désigner des connaissances mal définies et mal structurées auxquelles on attribue des propriétés variables selon les besoins. Ces conceptions sont communes à de nombreuses personnes et sont souvent suffisantes pour répondre aux questions de la vie courante.

Concepts et conceptions sont tous désignés par des substantifs (nom commun) et une difficulté supplémentaire vient du fait que beaucoup de concepts scientifiques sont désignés par les mêmes mots que les conceptions de la vie courante ou encore qu'un terme peut désigner plusieurs concepts sans aucun rapport entre eux. Ainsi le mot acide désigne un concept bien précis en chimie mais fait aussi partie du vocabulaire courant. Ses propriétés sont alors plus floues mais partiellement compatibles avec celles du concept. Au contraire le mot base, a dans le vocabulaire courant, de nombreuses significations sans rapport avec le concept des chimistes.

1.2. Les cartes conceptuelles

Les cartes conceptuelles [5, 6] sont un moyen de représenter les relations existant dans un ensemble de connaissances et la nature de ces relations.

Pour cela on part d'un concept donné représenté par un nom et on fait la liste des concepts associés. Ces différents mots sont ensuite placés sur une feuille de telle sorte que soient proches les termes ayant un lien direct ; ces liens sont matérialisés par des traits ou des flèches.

* Certains auteurs utilisent le terme de représentation [3].

Sur les flèches on précise ensuite le type de relation existant par des verbes (contient, est, agit...).

Les figures 1 et 2 représentent l'une une carte réalisée par des élèves autour du mot sucre, l'autre celle d'un chercheur autour du mot atome (carte de synthèse établie à partir de manuels de seconde [4]).

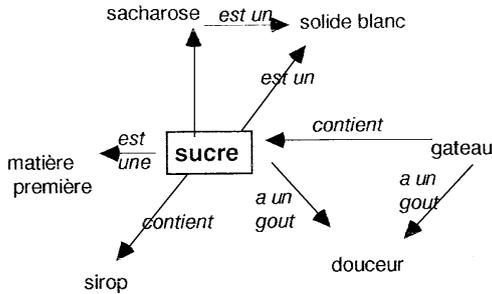


Figure 1 : Le concept de sucre vu par des élèves de Première S.

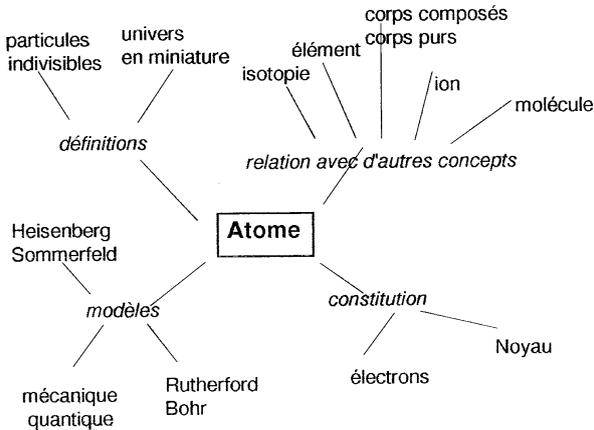


Figure 2 : Carte d'un chercheur sur l'atome.

Concernant la réalisation de cartes conceptuelles avec les élèves, elles ont d'abord donné lieu à un travail de recherche [2] : il s'agissait de voir comment les élèves réagissaient à cette activité et de disposer de critères d'analyse des productions des élèves.

Cette étude préalable a été faite avec quatre-vingt-dix sept élèves de première S sur les concepts d'acide et de base. Nous donnons dans la deuxième partie quelques résultats de cette analyse.

2. UN EXEMPLE DE RÉALISATION PAR DES ÉLÈVES DE PREMIÈRE S

2.1. Passation

Trois classes de première S ont été sollicitées, deux classes sur le concept d'acide, une troisième sur le concept de base. Nous avons expliqué aux élèves ce que nous attendions d'eux en travaillant avec le mot «sucre» et les mots associés (figure 1) et en leur montrant quelques exemples de cartes réalisées soit par des enfants, soit par des chercheurs.

Les élèves ont ensuite eu environ une demi-heure pour réaliser leur carte individuellement.

Les figures 3, 4, 5 représentent trois exemples de réponses fournies.

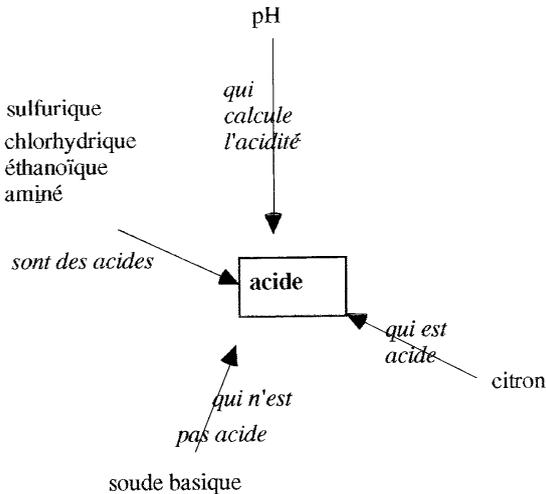


Figure 3 : Carte radiale simple avec termes de liaison.

2.2. Quelques éléments d'analyse

– Pour étudier la complexité des cartes recueillies, nous avons retenu quatre critères : la structure générale de la carte, le nombre de relations établies, le nombre de concepts associés, l'existence de mots de liaison.

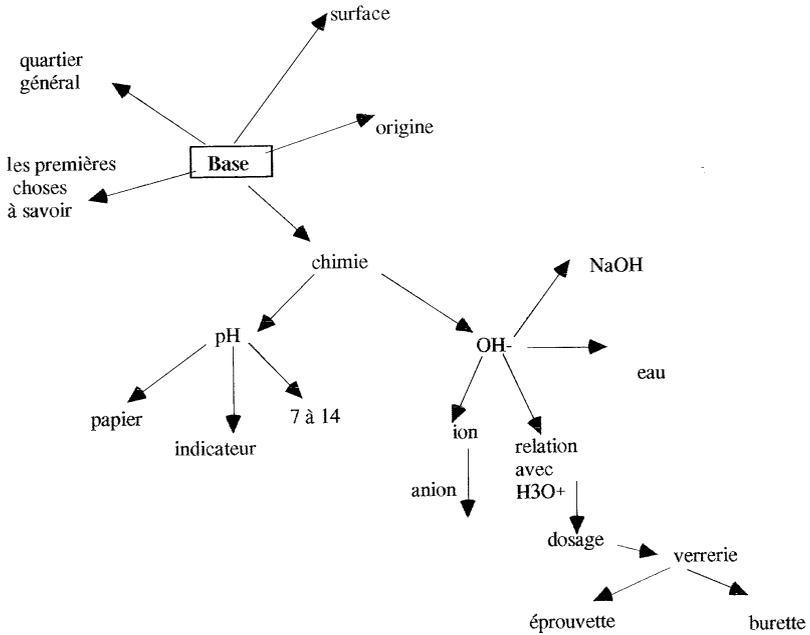


Figure 4 : Carte radiale à branches linéaires sans terme de liaison.

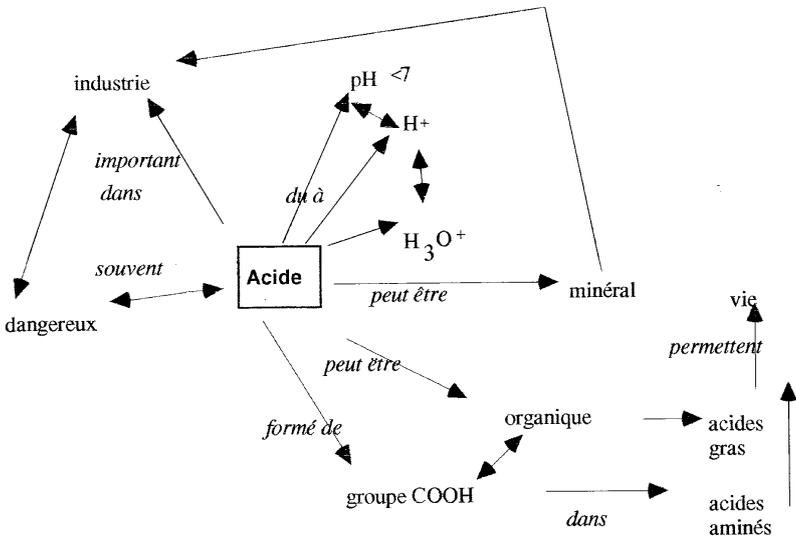


Figure 5 : Carte ramifiée avec des mots de liaison et des relations simples → ou d'équivalence ↔ .

Les exemples reproduits ci-dessus (figures 3, 4, 5) montrent, selon ces critères, des cartes de complexité croissante.

– L'examen des cartes permet de faire un bilan des connaissances et de mettre en évidence certaines conceptions.

Il apparaît d'emblée une grande dissymétrie entre les deux concepts, acide et base. Le concept d'acide est uniquement relié à la chimie, alors que le concept de base n'est pas prioritairement associé à la chimie (figure 4), même dans le cadre d'une salle de cours et sachant que la question est posée par des enseignants de chimie.

L'ensemble des cartes évoque pour les bases des idées de stabilité, «d'origine», parfois aussi de sécurité et de calme. Au contraire les acides sont perçus comme agressifs, et dangereux ; ils sont aussi systématiquement associés à certaines idées de pollution. Pourtant les acides sont aussi fortement liés à la vie et à l'alimentation.

Les termes, propres à la chimie et utilisés dans les cartes, peuvent être regroupés dans les catégories suivantes :

a - Exemples d'acides et de bases

Les acides cités sont très nombreux et on trouve la même variété dans les deux groupes d'élèves : chlorhydrique, nitrique, sulfurique, acétique, éthanöique (parfois les deux sur la même carte), lactique, carbonique, citrique, butyrique (et même dans la foulée «gastrique» sans doute à cause de la terminaison -ique), aminés, gras. Pour les bases, la soude est omniprésente (trente quatre fois sur trente neuf) ; l'ammoniac arrive très loin derrière, six fois seulement et aucune autre base n'est spontanément citée.

b - Exemples de corps usuels qualifiés par les élèves d'acide ou basique

Les fruits, particulièrement les agrumes sont souvent cités, le vinaigre également, ainsi que le suc digestif. Trois cartes parlent du vitriol, terme ancien peu utilisé et qui n'apparaît dans aucun manuel. Pour les bases, les rares éléments de vie courante sont des produits ménagers de nettoyage : Destop, Javel, détergent, adoucissant et sel NaCl (!).

c - Propriétés des acides ou des bases

Ici il s'agit bien de propriétés des acides ou des bases identifiées par les mots «est» ou «permet». Ces propriétés sont essentiellement de deux types, état physique (liquide, couleur) ou propriétés organoleptiques (goût).

d - pH , ions H_3O^+ ou OH^-

Nous avons répertorié ici toutes les cartes mentionnant le pH et des éléments de définition de ce concept. Le pH est cité par 40 % des élèves mais seulement deux élèves ont fait apparaître une comparaison entre les concentrations en ions $[H_3O^+]$ et $[OH^-]$

Pour les élèves, les acides contiennent des ions H_3O^+ , les bases contiennent des ions OH^- . Alors que la notion de pH vue en seconde implique une comparaison, aussi bien pour les acides que pour les bases, entre les deux ions.

e - Relation entre les acides et les bases

Dans cette catégorie nous avons rassemblé ce qui a un rapport avec une association acide base en excluant le coté pratique c'est-à-dire la réalisation des dosages. On trouve ainsi les termes «équilibre, équivalence, réaction acido-basique» qui se réfèrent vraiment à une réaction chimique mais aussi des liaisons beaucoup plus floues telles que «acide différent de base» ou «acide contraire de base».

f - Matériel utilisé en travaux pratiques

De toute évidence les manipulations sont surtout des dosages et les élèves mentionnent explicitement de la verrerie (burette, pipette) et les indicateurs colorés, 3 ou 4 seulement le papier pH, le pH-mètre n'apparaissant qu'une fois sur l'ensemble des cartes.

g - Autres domaines

Dans les deux groupes de cartes sur acide, 31 % des élèves citent la biologie ou des éléments liés au cours de biologie (digestion, acides aminés). Autres domaines cités pour les acides et non les bases : l'industrie, le danger (66 % des élèves) et la pollution (les pluies acides sont mentionnées par 40 % des élèves).

Ces résultats de recherche fournissent au professeur un outil d'évaluation des connaissances d'un élève sur un sujet donné. Cet outil peut facilement être utilisé, en module, à des moments différents de l'année. La construction progressive de cartes de plus en plus complexes, par un même élève, sur un concept donné va lui permettre de forger son propre savoir.

Dans la troisième partie nous exposons un exemple de cette construction et nous discutons de prolongements possibles.

3. UTILISATION DES CARTES PAR LES ÉLÈVES

Quatre des élèves qui ont réalisé une carte sur le mot acide en première ont, l'année suivante, en terminale C construit individuellement une nouvelle carte en ayant la première sous les yeux. On leur a ensuite demandé d'établir une carte collective du même concept. Nous présentons ci-dessous le résultat de ce travail.

3.1. Les cartes conceptuelles individuelles

Sébastien et Stéphane ont chacun réalisé leur première carte en janvier 92 (figures 6 et 8), alors qu'ils étaient en première S, et leur seconde carte (figures 7 et 9) en mai 93 alors qu'ils étaient en terminale C.

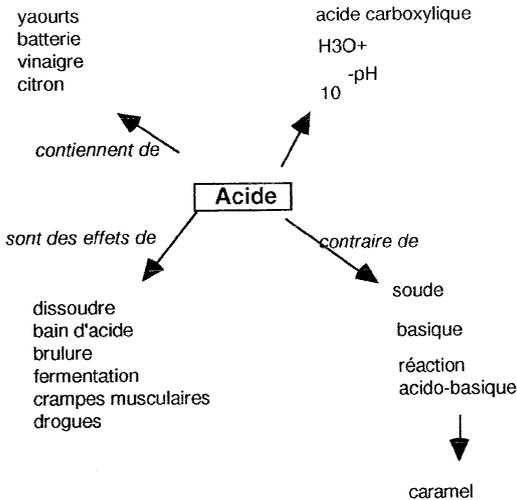


Figure 6 : Carte de Sébastien - première S.

On voit immédiatement, dans le cas de Sébastien, que :

- la deuxième carte s'est enrichie en concepts scientifiques (la proportion de références à la vie courante a diminué),
- elle est mieux structurée : la chimie est nettement séparée du «quotidien» ; la chimie est elle même répartie en chimie générale et chimie organique,
- des relations plus nombreuses sont établies,

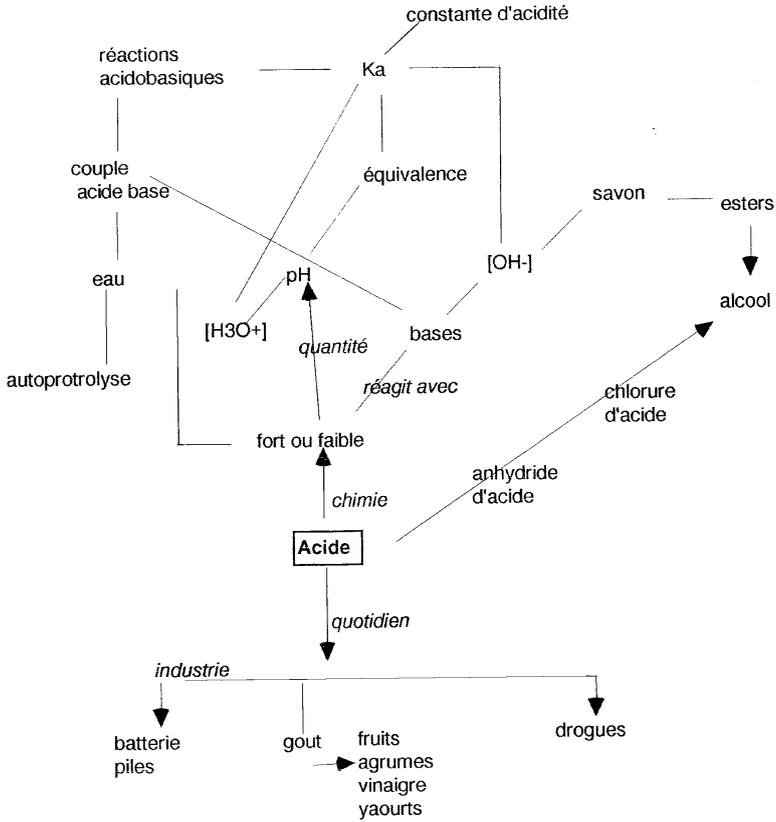


Figure 7 : Carte de Sébastien - terminale C.

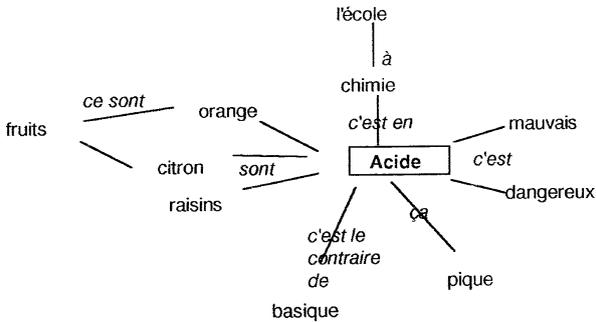


Figure 8 : Carte de Stéphane - première S.

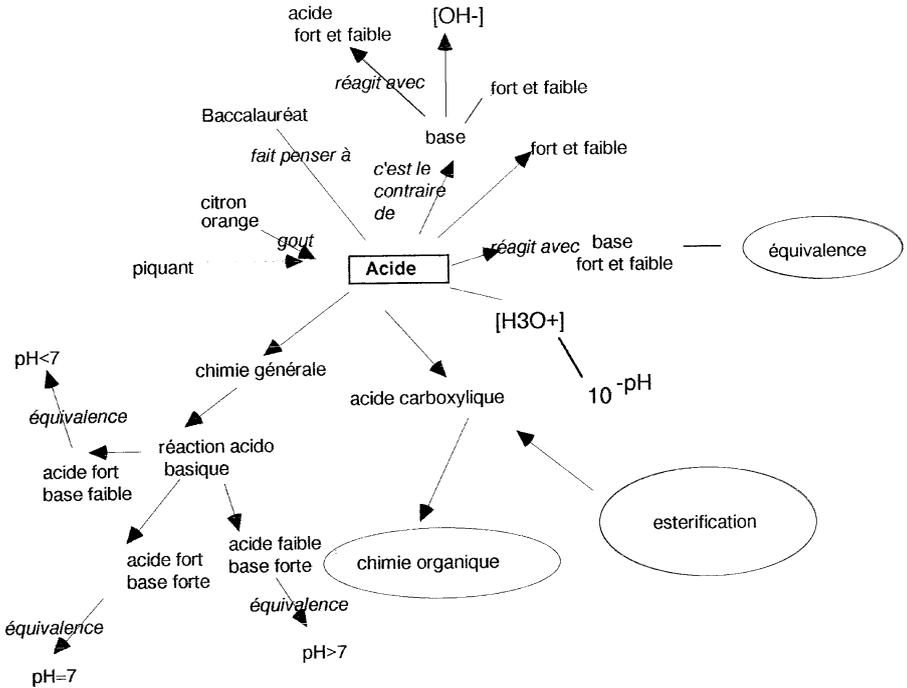


Figure 9 : Carte de Stéphane - terminale C.

- l'antagonisme «acide contraire de base» s'est nuancé avec l'introduction du couple acide-base, qu'il estime central car il le met en relation avec quatre autres concepts,
- il ne met cependant pas de lien direct entre couple acide-base et constante d'acidité K_a alors que K_a caractérise le couple,
- enfin, il associe à base l'ion OH^- , ce qui conduit à penser qu'il continue à raisonner dans le cadre de la théorie d'Arrhénius et non de celle de Bronsted, qui est étudiée en terminale.

Stéphane avait en première une carte beaucoup plus pauvre, on constate que sa carte de terminale s'est également enrichie en concepts scientifiques mais moins qu'il n'y paraît à première vue : du fait de sa mauvaise structuration, il y apparaît de nombreuses répétitions (les bulles représentent des blocs de plusieurs relations que nous n'avons pas détaillées pour la lisibilité). Le couple acide-base n'y figure pas et

il semble que Stéphane se soit moins approprié le contenu du cours que Sébastien.

Ces deux exemples soulignent l'intérêt de choisir divers moments au cours de l'enseignement d'un concept pour réaliser une carte conceptuelle individuelle.

Avant enseignement

- elle permet à l'élève de prendre conscience d'un «déjà-là» en faisant apparaître côte à côte des concepts et des conceptions que l'on n'a pas l'habitude de mobiliser en même temps : les concepts scientifiques étant utilisés à l'école, et les non scientifiques, plus liés aux sens, étant utilisés dans la vie courante,
- elle permet au professeur d'évaluer les acquis de l'élève et de relever les conceptions qui risquent d'être gênantes pour le concept qu'il va enseigner.

Après enseignement

Elle permet à l'élève de reconstituer son réseau de connaissances en y intégrant les nouveaux concepts.

Les relations qu'il établira permettront au professeur de voir très rapidement quels sont les points faibles.

Ce dernier pourra aussi examiner si les conceptions erronées persistent.

En conclusion, la construction d'une carte conceptuelle individuelle aide l'élève à construire son propre savoir, c'est une activité qu'il juge stimulante et réalise avec un certain enthousiasme, comme on a pu en juger dans l'expérimentation.

Une fois que les élèves ont établi leur carte conceptuelle individuelle, il est intéressant de mettre en commun les résultats pour construire une carte collective.

3.2. La carte conceptuelle collective

La carte collective (figure 10) a été réalisée par quatre élèves de terminale C (dont Stéphane et Sébastien) qui avaient au préalable établi une carte individuelle.

Chacun d'entre eux y a pris une part active et la discussion a souvent été vive, s'agissant du choix des mots et de leur place. On constate que cette carte est plus complexe que chacune des cartes

individuelles, tant pour la structure que pour le contenu. On reconnaît sur cette carte une partie de celle de Sébastien (chimie générale) ; la chimie organique y apparaît explicitement ce qui n'était pas le cas sur la carte individuelle. On note cependant toujours l'association incorrecte entre la constante K_a et l'équivalence. L'intérêt d'une carte collective est de permettre aux élèves de travailler en petit groupe ce qui oblige chaque élève à argumenter pour expliquer son choix d'un mot ou d'une relation, afin d'emporter l'adhésion du groupe, et ce sans intervention de l'enseignant. Cette activité, bien qu'expérimentée sur peu d'élèves, semble bien adaptée au travail en modules, où l'enseignant a un rôle moins directif qu'en cours.

Après avoir vu l'intérêt de faire construire des cartes individuelles et collectives par les élèves, nous allons, pour conclure, proposer d'autres possibilités d'utilisation des cartes conceptuelles.

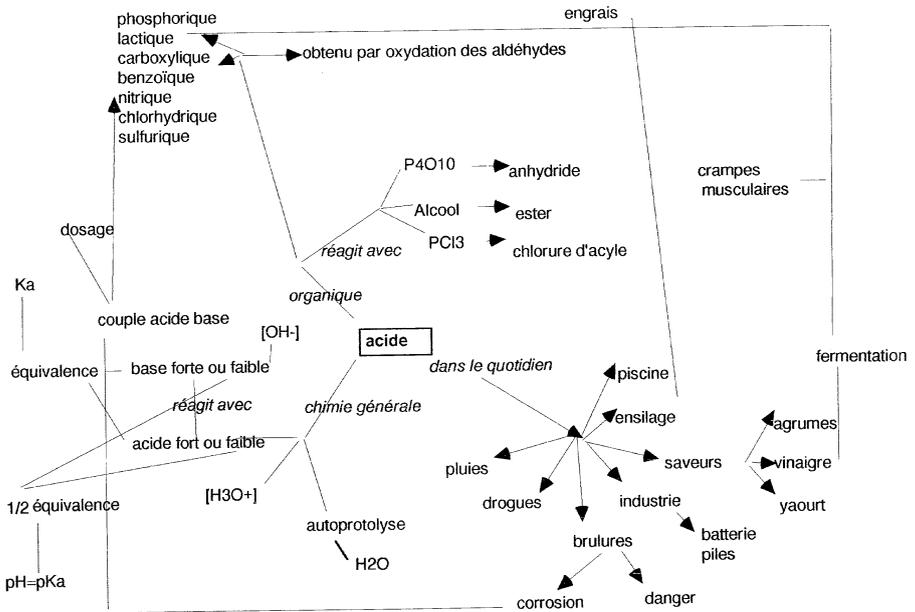


Figure 10 : Carte collective.

4. DÉVELOPPEMENTS POSSIBLES ET CONCLUSION

A partir des cartes collectives établies sans intervention de l'enseignant, l'étape suivante serait de corriger les erreurs et de construire une seule carte pour tout le groupe. Chaque élève disposera alors d'une carte qu'il aura contribué à construire, qui ne comportera pas d'erreur, et qu'il pourra utiliser, par exemple comme grille de lecture d'un exercice ou d'un chapitre d'un manuel scolaire, ou même comme point de départ lors de l'approfondissement ultérieur du concept.

On peut aussi proposer de construire une carte conceptuelle d'un concept donné à partir d'un manuel d'une classe antérieure (par exemple demander à un élève de terminale d'établir une carte du mot acide à partir des manuels de seconde et de première).

Enfin, on peut choisir de s'intéresser surtout aux relations entre concepts et fournir à l'élève une liste de concepts associés en lui demandant de les relier entre eux... Ceci permet de raviver dans l'esprit de l'élève des connaissances qu'il ne pense pas à mobiliser et de concentrer ses efforts sur la recherche des relations, ce qui est la partie la plus constructive du travail.

EN CONCLUSION

Les concepts de la chimie ont des caractéristiques bien spécifiques : ils sont difficilement découpables, ils interfèrent fréquemment avec la vie quotidienne et sont souvent utilisés dans d'autres disciplines, telle la biologie.

Comme de plus, les directives officielles concernant les modules stipulent qu'il faut donner à l'élève des moyens lui permettant d'être actif dans la construction de ses connaissances, les cartes conceptuelles semblent donc être un outil de choix à la disposition des enseignants et nous souhaitons que de nombreux collègues les utilisent et nous fassent part de leurs expériences.

Cette étude n'aurait pu être faite sans la participation des enseignants et de leurs élèves: qu'ils en soient tous vivement remerciés.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Évaluation à l'entrée en seconde générale et technologique. Document à l'usage des professeurs, septembre 1992.
- [2] F. LANGLOIS, M. MISKAOUI, P. RAULIN, M. CHASTRETTE : «Utilisation de cartes conceptuelles pour l'étude des conceptions des élèves de première scientifique sur les acides et les bases». Rapport Interne. LIRDIS, Université Lyon I.
- [3] J.P. ALSTOFI, M. DEVELAY : «La didactique des sciences». Que sais je ? P.U.F.
- [4] R. KAMA, (1988) «Analyse du traitement du concept d'atome dans cinq manuels de chimie de classe de seconde». Mémoire de D.E.A LIRDIS Lyon I
- [5] D. NOVAK, D.B. GOWIN, (1984) «Learning how to learn». (Cambridge University Press, New-York).
- [6] J.D. NOVAK, J.H. WANDERSEE, (1990) «Perspectives on concept mapping». Journal of research in science teaching volume 27, Wiley Interscience Publication.