

Constructions de cartes conceptuelles dans la préparation d'épreuve de synthèse

Les oraux du CAPES de Physique et Chimie

par Bernard TRIBOLLET

IUFM de Lyon et Centre de préparation au CAPES
de l'Université Claude Bernard - Lyon I

Éric LAFON

Centre de préparation au CAPES de Sciences Physiques
de l'Université Jean Monnet - 42000 Saint-Étienne
et Françoise LANGLOIS

LIRDHIST, Université Claude-Bernard - Lyon I

RÉSUMÉ

L'objectif de ce travail est de proposer quelques éléments de méthodologie pour la préparation de l'oral du CAPES de Physique et Chimie. Ce travail s'appuie sur des résultats de recherches en didactique concernant l'emploi des cartes conceptuelles. L'article montre l'intérêt que peut présenter cet outil, non pour l'acquisition de connaissances, mais pour une réflexion sur les connaissances déjà acquises et sur les relations qu'elles ont entre elles. En vue d'une validation de la méthode, une expérimentation est en cours.

1. INTRODUCTION ET POSITION DU PROBLÈME

Le concours de recrutement du CAPES de Physique et Chimie peut être présenté par les étudiants titulaires de la licence et, pour les étudiants de formation initiale, la préparation constitue la première année à l'IUFM. Le concours comprend quatre épreuves, deux écrites, l'une en Physique l'autre en Chimie et deux orales, l'une en Physique et l'autre en Chimie, par tirage au sort. Les deux épreuves écrites ont lieu très tôt dans l'année (fin mars) tandis que les oraux s'échelonnent du 15 juin au 15 juillet. L'une des épreuves orales est constituée par la présentation pratique d'un montage expérimental imposé. L'autre, appelée épreuve sur dossier, porte sur l'analyse d'un dossier fourni par le jury.

La situation actuelle de la préparation au CAPES présente plusieurs particularités :

- La première est liée au contenu du programme ; il n'y a pas d'acquisition de connaissances nouvelles à proprement parler, mais plutôt une réappropriation des savoirs. C'est donc une année où l'étudiant doit réaliser un gros effort de restructuration de ses connaissances. Or simultanément, on constate aussi un certain nombre de lacunes, que les centres de préparations cherchent à combler d'urgence avant l'échéance de l'écrit ; c'est pourquoi l'on insiste souvent beaucoup plus sur les apports disciplinaires tant théoriques et pratiques que sur les méthodes.

- La seconde concerne l'entraînement à l'épreuve de montage : les préparations insistent surtout sur le savoir-faire pratique pour un certain nombre de manipulations typiques que l'on acquiert au moyen d'un protocole proposé par les enseignants ; cette phase d'entraînement pratique est primordiale, mais l'habitude de travail sur protocole imposé, conséquence des formations antérieures, n'exerce pas l'étudiant à faire ses propres choix de manipulations pertinentes et à construire ses propres protocoles de présentation.

- La troisième est le constat de manque de préparation de l'exposé par les étudiants en cours d'année. En effet, l'exposé est en général trop rapidement préparé ; il est alors constitué d'une suite de manipulations mises bout à bout sans autre lien entre elles que celui de figurer dans cet ordre dans les ouvrages utilisés [1] mis à leur disposition. Il en résulte que les concepts ne sont pas présentés en tant que tels, que les manipulations n'ont pas de but autre que celui de reproduire une expérience, que les résultats ne sont pas discutés et qu'il n'y a pas de conclusion.

Au vu de cette situation, notre travail s'appuie sur deux constats : d'une part, les étudiants peuvent arriver à la préparation au CAPES de Physique et Chimie, sans avoir jamais réellement passé d'oral tout au long de leur cursus (tout au plus de brefs oraux de contrôle ou de rattrapage), et d'autre part les étudiants ayant suivi un cursus de type classe préparatoire, se comportent mieux à l'oral car ils semblent y être mieux préparés. Au cours de la préparation, nous avons donc cherché à leur proposer une méthode pour améliorer leur prestation à chacune des deux épreuves orales : tant celle de la présentation des montages pratiques que celle de l'épreuve sur dossier. Cette méthode a pour objectifs généraux de permettre aux étudiants :

- d'avoir plus de recul sur leur présentation,

- de construire un plan structuré, avec une logique de présentation,
- d'avoir des outils leur permettant d'effectuer une synthèse sur un thème donné,
- de développer leur esprit critique sur leur travail.

Elle améliorera de plus la situation en les aidant à :

- sélectionner les concepts importants à présenter,
- distinguer les objets, les concepts formels et catégoriels, les grandeurs physiques, les lois et les événements,
- créer un lien logique entre les différentes parties de l'exposé,
- préparer les principaux arguments constituant l'introduction et la conclusion.

L'impératif de savoir organiser son exposé existe aussi pour l'épreuve sur dossier dont l'introduction récente fait qu'elle est encore soumise à évolution (elle s'oriente d'ailleurs de plus en plus vers un exposé de type leçon) ; cette épreuve exige une vision synthétique et pratique sur le sujet demandé qui doit apparaître tant dans l'exposé disciplinaire préliminaire que dans les réponses aux questions précises posées ensuite par le jury. Ce savoir-faire sera aussi utile pour le futur enseignant lorsqu'il sera amené à préparer une séquence de cours.

Nous avons limité notre expérimentation au cadre de la préparation de l'épreuve orale de montage. C'est ce travail que nous nous proposons de décrire ici, sachant que l'expérimentation commencée en 94-95, se poursuit dans les centres de préparation de l'Université Claude-Bernard de Lyon (pour l'épreuve de montage de Physique) et de l'Université Jean Monnet de Saint-Étienne (pour les montages de Physique et de Chimie).

2. AIDE MÉTHODOLOGIQUE À LA CONSTRUCTION D'UN EXPOSÉ STRUCTURÉ

2.1. Origine de la méthode employant l'outil didactique des cartes conceptuelles

Cette rapide analyse de la situation étant faite, et constatant qu'il y a assez peu d'ouvrages proposant une méthodologie de préparation des oraux, exceptée celle récente de D. DAMMAN [2] dans le cadre légèrement différent des concours aux grandes écoles ; nous présentons ici quelques propositions basées sur l'emploi de représentations spatia-

les devant aboutir à la réalisation de cartes conceptuelles* telles qu'elles ont été précisément définies par J. NOVAK [4].

En effet, les cartes conceptuelles, bien répandues chez les anglosaxons et en biologie sont très intéressantes tant comme outil individuel que collectif :

- Individuellement, l'activité de construction de cartes conceptuelles par l'apprenant, lui permet de se représenter concrètement sa propre structuration des connaissances sur un thème donné tout en réalisant un bilan de ses connaissances sur ce thème [5].
- Collectivement, les cartes sont un support pratique de discussion rapidement accessible à tous les participants, comme l'ont fréquemment signalé les personnes interrogées par A. MASON [6].

L'inventaire présenté dans le numéro de décembre 1994 de DIDASKALIA [7], consacré aux cartes conceptuelles, montre qu'il existe une assez grande diversité d'utilisation des représentations spatiales des concepts scientifiques. Nous retiendrons surtout de cet ensemble d'expérimentations, l'importance rappelée par D. JACOBI [7a], de mettre au point une procédure rigoureuse pour la réalisation des différentes étapes d'élaboration des cartes (textualisation des concepts, étiquetage, classification, établissement des liens et réarrangement), ainsi que la nécessité d'opérer une expérimentation plus approfondie permettant de confirmer le bien fondé de leur emploi.

Dans l'optique de la préparation au CAPES, nous émettons l'hypothèse qu'une activité de construction de telles cartes facilitera une réflexion sur la nature des différents concepts utilisés en Physique comme en Chimie.

2.2. Quelques définitions

Avant de décrire la méthode, une rapide présentation des cartes conceptuelles est nécessaire : une carte conceptuelle est un graphique

* Nous avons proposé cette même méthodologie dans un logiciel expérimental de formation à distance pour la préparation au CAPES ; ce travail a été réalisé à l'IUFM de Lyon et publié aux Sixièmes journées «Informatique et Pédagogie en Sciences Physiques» à Lille en mars 1994 [3]. Nous pensons poursuivre l'expérimentation de cet outil en l'employant en auto-formation (sur un poste en libre-service) auprès des étudiants de première année de l'IUFM.

constitué par un ensemble de bulles contenant les mots définissant chaque concept, reliées entre elles par des flèches figurant les liens, ceux-ci étant explicités par un commentaire pour chaque flèche.

Les cartes conceptuelles sont donc un moyen de représenter graphiquement les concepts ainsi que les relations entre les concepts d'un même thème (voir figure 1).

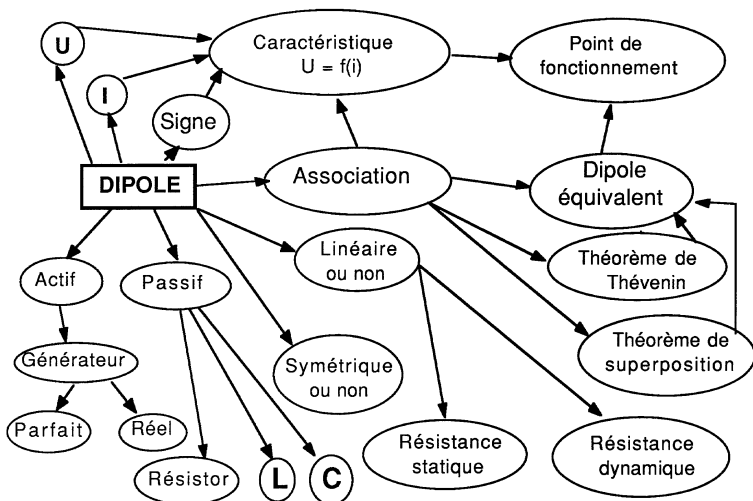


Figure 1 : Exemple de carte conceptuelle pour l'étude du dipôle : cette carte a été rédigée par un enseignant dans le but de proposer un exemple aux étudiants ; elle comporte des lacunes et des imperfections qui sont discutées avec les étudiants.

Pour répondre ensuite à la critique de JACOBI, il faut mieux définir un concept ; comme dans l'article [5] qui fournit des définitions plus détaillées, nous pouvons partir de la définition d'un concept donnée par le Larousse : «Le concept est une idée, un objet conçu par l'esprit ou acquis par lui, permettant d'organiser les perceptions et les connaissances».

Cette définition évoque la distinction entre le concept et l'objet physique, elle fait aussi apparaître la nécessité des liens d'organisation entre les concepts ; liens qui seront faits dans le cadre d'une théorie.

Pour compléter cette première définition, il est intéressant ensuite de reprendre la classification des concepts proposée par G. LEMEIGNAN

et A. WEIL-BARAIS [8] ; ces auteurs montrent bien en effet la nécessité de distinguer les concepts catégoriels des concepts formels. Cette distinction se traduit par exemple dans le vocabulaire par la distinction entre «résistor» et «résistance» : résistor, ampèremètre ou oscillo désignent des concepts catégoriels et chacun en connaît un prototype sous forme d'objet physique, alors que la résistance ou l'intensité sont des concepts formels car ils ne s'appuient pas sur une catégorie d'objets mais sur une grandeur physique construite par la pensée.

A l'opposé des concepts catégoriels qui sont des ensembles d'objets matériels caractérisés par des attributs communs, les concepts formels sont des abstractions de pensée qui servent à la formalisation des modèles et des théories physiques sans se référer à des objets matériels. Oiseau, table, oscilloscope, multimètre, lunette astronomique... sont des concepts catégoriels, il est en effet possible de les caractériser par leurs propriétés matérielles communes à chaque catégorie. Force, solide en mécanique, niveau d'énergie en physique atomique, champs magnétique... sont des concepts formels qui participent à la modélisation, chacun dans son cadre théorique bien précis.

Les lois physiques décrivent quant à elles des relations entre les concepts ; elles n'interviendront donc qu'au niveau des liens ; une formule associée à une loi peut donc servir à définir un lien entre deux concepts.

Nous ne considérons pas ici les phénomènes (aimantation, «action d'un champ magnétique sur un courant»...), les effets (effet Joule, Hall, photoélectrique...) et les méthodes de mesures ou d'observation, comme des concepts formels de physique à proprement parlé, mais ils peuvent cependant figurer dans une «représentation graphique organisationnelle» pour un exposé (constituant une extension des cartes conceptuelles). Notons que tous ces événements sont liés à l'observateur par ce qu'il voit ou observe et par ce qu'il fait ou manipule ; les effets sont, quant à eux, de plus liés à l'interprétation théorique associée.

2.3. Méthodologie proposée aux étudiants et expérimentation

La méthodologie proposée se décompose en trois étapes :

- recensement des concepts en vue de l'établissement d'une liste de concepts,
- construction de la carte conceptuelle proprement dite,
- application à la structuration de l'exposé.

Elle est utilisable pour chacune des vingt-cinq séances de préparation de montage de quatre heures réparties dans l'année. Ces séances se décomposent en trois heures d'entraînement aux savoir-faire pratiques suivies d'une demi-heure d'exposé d'un étudiant et d'une demi-heure d'interrogation et de discussion.

Cette méthode a été expérimentée dans le centre de préparation de Lyon sur la base du volontariat par quelques étudiants parmi les quatre-vingts répartis en cinq groupes.

Dans le centre de Saint-Étienne, c'est sur un effectif de vingt-cinq étudiants, que l'un de nous a expérimenté cette méthode durant toute l'année 94-95 en Physique comme en Chimie. Les étudiants ne disposent alors ni d'un livre ni d'un polycopié mais, pour chaque montage, d'une fiche énumérant les manipulations possibles et donnant les références des ouvrages correspondants ; le but étant de les mettre eux-mêmes en situation active de recherche. Lors de la préparation chez eux du T.P., ils établissent alors la carte conceptuelle correspondant au sujet à traiter. Puis à chaque séance, l'étudiant qui réalise l'exposé distribue deux à trois pages polycopiées comportant sa carte conceptuelle et son plan. Plus de vingt-cinq cartes en physique comme en chimie ont été ainsi diffusées entre étudiants au cours de l'année et sont maintenant disponibles pour analyse. Ces cartes sont discutées avec l'enseignant à l'issue de l'exposé oral. Enfin ces mêmes cartes conceptuelles sont réemployées durant les T.D., comme outil d'organisation des révisions sur le thème correspondant.

2.3.1. Recensement des concepts et établissement des listes

Avant de venir en salle de T.P., en fonction du sujet de montage qu'il doit préparer, l'étudiant doit donc constituer trois listes :

- **Une liste des manipulations choisies** parmi l'ensemble de celles qui sont proposées dans les ouvrages de références, en tenant compte de celles qu'il juge être capable de refaire correctement étant donné le temps de présentation dont il dispose : cette liste ne peut guère présenter plus de quatre à cinq expériences différentes.
- **Une liste du matériel nécessaire** (et de produits chimiques) pour réaliser ces manipulations et qui correspond au matériel qu'il faudra demander au préparateur.
- **Une liste des concepts associés au thème** qu'il doit traiter. Cette liste servira de base pour la construction de la carte conceptuelle et le travail ultérieur de structuration de l'exposé. Si durant la préparation,

cette liste a été préparée avec soin de façon à être exhaustive, elle peut présenter jusqu'à une vingtaine de concepts. Si l'étudiant décide aussi de se servir de cette méthode le jour de l'oral, elle sera évidemment beaucoup plus concise.

Sur les trois listes que nous proposons de faire construire, seule la liste de matériel est demandée au candidat, par le jury, le jour de l'oral, en début d'épreuve.

2.3.2. Construction de la carte conceptuelle associée

A partir de cette liste de concepts, l'étudiant formule les différents liens qu'il dessine entre chaque concept et construit une première version sa carte conceptuelle relative à son sujet. La figure 1 en donne un exemple sur le thème du dipôle en électronique. La position relative de chaque concept ne dépend que du nombre de liens à faire figurer pour la lisibilité. L'annexe 1 présente d'autres exemples de cartes conceptuelles réalisées par les enseignants sur les thèmes d'une part de l'oscillo et d'autre part de masse et terre ; elles sont employées comme base de discussion avec les étudiants. L'annexe 2 présente deux productions d'étudiants sur les thèmes du montage sur les caractéristiques de dipôles et de celui sur les mesures d'impédance inconnue ; ces cartes seront discutées plus loin.

Conscient qu'une carte conceptuelle n'est que le reflet, à un instant donné, d'un état de la connaissance de celui qui l'a construite et que la situation est évolutive, l'enseignant conseille à l'étudiant, en salle de T.P., de revenir sur la carte qu'il a construite chez lui pour la réorganiser. Au cours de cette réorganisation de la première représentation spontanée produite, les étudiants seront amenés à faire la distinction concept formel - concept catégoriel, définie plus haut. L'enseignant n'intervient dans cette phase que sur demande pour faire distinguer ce qui relève des méthodes de mesures de ce qui relève des théories, on peut ainsi penser que les étudiants pourront mieux structurer les exposés.

Enfin, dans la discussion finale qui suit l'exposé de l'étudiant, l'enseignant s'appuie sur la carte de ce dernier pour analyser le plan de l'exposé, selon les critères suggérés dans les rapports de jury.

2.3.3. Utilisation de la carte : définition de la frontière et du fil directeur

Cette technique de carte, employée pour regrouper les idées sur un thème, amène souvent à déborder largement du sujet initial ; il est donc, dans un deuxième temps, nécessaire d'élaguer toutes les zones hors sujet, en délimitant graphiquement, par exemple, par un trait de couleur, la frontière du thème.

Pour l'étudiant, il est possible ensuite, à partir de cette vision d'ensemble des concepts à traiter, de se définir un ordre linéaire logique pour la présentation : c'est ce que l'on appelle construire le fil directeur de l'exposé. L'aspect graphique de cette activité lui permet d'envisager rapidement plusieurs possibilités et lui laisse aussi le temps de construire mentalement l'argumentation associée. La justification de ce fil directeur lui servira à construire l'introduction et la conclusion. Un exemple de frontière et de fil directeur est aussi donné sur les cartes de l'annexe 1, respectivement par un contour en pointillé et un trait gras tracés sur la carte.

Ce travail de formulation du fil directeur est consigné par chaque étudiant dans son cahier de manipulations ; il constitue un bon support pour une révision ultérieure, et il peut être aussi confronté avec celui des autres étudiants au cours de la discussion suivant l'exposé oral d'essai qui a lieu en fin de séance de T.P.

3. DISCUSSION : QUELQUES RÉSULTATS SUR LES CARTES RÉALISÉES

L'analyse des cartes conceptuelles produites par les étudiants a permis d'observer plusieurs tendances : si certains limitent bien leur carte aux concepts mis en jeu, d'autres emploient la technique surtout dans le sens de travail par association d'idées : leur carte contient alors aussi bien des concepts et des grandeurs physiques que des lois et méthodes mais aussi des objets physiques et des faits expérimentaux. Cette extension de la méthode par rapport à la construction de cartes ne rassemblant que des concepts au sens strict, n'est pas forcément mauvaise dans la mesure où elle est faite de façon consciente et sans ambiguïté ; la redéfinition précise des liens entre chaque éléments permet d'ailleurs d'éviter les confusions entre concepts et objets et de faire apparaître correctement les lois et leurs formulations dans l'explicitation des liens.

A partir de ce constat sur les importantes imperfections de structuration des premières cartes réalisées par les étudiants et pour éviter que celles-ci ne deviennent trop inextricables, tout juste utilisables comme aide-mémoire, nous envisageons de faire reprendre certaines d'entre elles au cours d'un travail en groupe. Ce travail devant permettre de passer progressivement d'une carte spontanée de type «association d'idées» à une véritable carte conceptuelle en distinguant parmi les éléments énumérés les concepts catégoriels et formels mais aussi les grandeurs physiques, les lois, les méthodes et les événements.

Par exemple sur la première carte de l'annexe 2, l'observation de la branche : «ordres de grandeurs $\rightarrow 1\text{ k}\Omega$; $1\text{ }\mu\text{F}$; $0,1\text{ H}$ » et de la branche : «Matériel $\rightarrow$ Résistance $\rightarrow R$ » montre une confusion entre les grandeurs physiques, les objets et un jeu de valeurs numériques particulières (qu'ils veulent mémoriser pour obtenir une résonance à 500 Hz). Un élagage suivi d'une réorganisation est donc possible.

De même la «Méthode de résolution par Fresnel» intervient en plusieurs points ; l'accès au concept de résonance (situé au bout de la branche «signaux») et à l'antirésonance (située au bout de la branche «Montage parallèle») est à revoir. A noter encore que les éléments «R à la résonance», «L à haute fréquence» et «C à basse fréquence» ne sont que les reprises des termes de l'énoncé du thème, sans cohérence avec une analyse par les concepts cherchant à les distinguer des objets, des lois et des méthodes.

Le second exemple proposé, quoique présentant encore de gros défauts de structuration, montre de la part de l'étudiant une volonté de présentation des concepts via, d'une part les méthodes de mesures et d'autre part les lois associées aux principales grandeurs physiques qui entrent en jeu pour définir l'impédance. Une telle analyse aidera à faire reconnaître plus facilement les montages qui relèvent de la même méthode et à en déduire une stratégie de présentation (classement par méthode ou classement par type de montage).

Ce travail de structuration des cartes produites, ne veut pas forcément dire qu'il faut en arriver à exclure de la carte tout ce qui n'est pas un véritable concept, mais qu'il faut arriver à un classement des idées exprimées pour parachever la méthode durant l'activité de groupe.

Cette dernière étape, montre que les cartes ainsi produites ne sont pas uniques, qu'il n'existe pas de corrigé-type et qu'elles ne sont que

l'expression d'un état de réflexion de celui qui les réalise. Remarquons aussi pour terminer, que l'explicitation complète du sens donné par l'étudiant à sa carte conceptuelle, apparaît non pas dans la légende associée à sa carte (dont le but n'est pas d'être publiée), mais dans son exposé réalisé sur cette base de réflexion.

On constate facilement qu'en terme de cartes conceptuelles proprement dites, ces productions sont difficilement exploitables car elles ne respectent pas assez les consignes habituelles (énoncées par D. NOVAK) de constructions des cartes : les mots contenus dans les bulles ne sont pas toujours des concepts, trop souvent il y a plusieurs mots et donc aussi plusieurs concepts et d'autre part les liens ne sont pas explicités. Cependant même sous cette forme imparfaite, ces documents peuvent déjà donner un certain nombre d'information et être un support d'une réflexion des étudiants avec le formateur.

4. CONCLUSION

Cette méthode permet donc à chaque étudiant de :

- planifier ses connaissances en se construisant une vue synthétique plus globale par thème,
- d'organiser son année de préparation dans son rôle fondamental de remise à niveau personnelle par la recherche des lacunes au niveau des concepts et des liens,
- de mieux gérer son autoformation en suivant sur les cartes les étapes de réacquisition de connaissances,
- d'apprendre à construire pour chaque présentation, un fil directeur cohérent et à bien cerner les notions essentielles de chaque thème.

L'objectif initial étant, rappelons-le d'abord, l'amélioration de la prestation de l'étudiant devant le jury, ceci n'exclut cependant nullement d'autres objectifs à plus long terme tels que l'acquisition d'une méthode pour la présentation d'un thème d'enseignement et surtout l'acquisition d'un outil permettant personnellement à toute étape de formation de faire un bilan et d'opérer une réorganisation des connaissances. Cette transformation de l'ensemble des savoirs, qui fait passer d'une juxtaposition de connaissances de points particuliers à un ensemble cohérent et structuré, n'est souvent obtenue qu'au cours d'une préparation à l'agrégation ou d'un mémoire de DEA.

La motivation à l'emploi d'un nouvel outil est très liée aux différents usages que l'on peut en faire ; sur ce point, le réemploi des cartes conceptuelles en T.D. comme outil de visualisation global de l'état des connaissances a été un facteur déterminant pour le groupe du centre de Saint-Étienne.

Nous espérons que l'introduction de cet outil pourra avoir des prolongements - que l'on devrait pouvoir observer avec les étudiants de deuxième année de l'IUFM - pour la préparation d'une séquence de cours sur un thème donné.

La tendance à la diversification des capacités exigées à de nombreux examens, comme le montre la grille des capacités à évaluer en Sciences Physiques au niveau du bac, fait apparaître de plus en plus des épreuves de synthèse sur un thème donné, basées par exemple sur l'analyse de divers documents fournis. Pour de telles épreuves, il nous semble alors judicieux d'envisager d'utiliser notre méthode de préparation basée sur la construction de la carte conceptuelle du thème à traiter.

Il est encore trop tôt pour évaluer plus précisément l'efficacité de telles propositions, mais nous pensons que l'intérêt porté à la méthode par les étudiants qui l'ont expérimentée produit déjà une motivation suffisante pour permettre à chaque étudiant d'engager une réflexion personnelle sur ce problème, ce qui ne peut que produire l'évolution souhaitée dans leur comportement au moment de l'épreuve orale.

Étant conscient de la nécessité de valider la méthodologie ainsi proposée, nous pensons poursuivre ce travail par une expérimentation didactique de cette méthode, en la comparant aux pratiques courantes des centres de préparation au CAPES. Ce travail est réalisé dans le cadre d'un projet de recherche subventionné par la région Rhône-Alpes et fera l'objet d'un rapport publié ultérieurement.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Jean GRÉA, professeur des universités à l'IUFM pour ses fructueuses discussions sur les concepts et Alain BOYRIVENT, Maître de Conférence à l'Université Claude-Bernard de LYON, pour son aide à la correction du manuscrit de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] a) R. DUFFAIT : *«Expériences de Physique au CAPES de Sciences Physiques»*, Éditions Bréal (1992).
b) BERTY, ESCAUT, MARCHAND, MARTIN et OUSTRY : *«Physique pratique (Mécanique, Électricité, Optique)»*, Éditions Vuibert (1985).
- [2] D. DAMMAN : *«L'oral de Physique, résoudre et présenter un exercice»*, Collection «j'intègre en prépa scientifique», Éditions Dunod (1994)
- [3] B. TRIBOLLET, R. JAFFARD, S. NURCAN, V. BARTOLI et MINTZ : *«Élaboration d'outils informatiques pour la formation à distance»* ; Actes des Sixièmes Journées «Informatique et Pédagogie en Sciences Physiques» (20-22 mars 1994) p. 149-154. Éditées par l'U.d.P. et l'INRP.
- [4] J.D. NOVAK : *«Concept mapping : a usefull tool for Science Education»* ; J. of Research in Science Teaching, Vol 27, issue 10, p. 937-1077 (décembre 1990).
- [5] F. LANGLOIS, P. RAULIN et M. CHASTRETTE : *«Une activité pour les modules : la construction de cartes conceptuelles»* ; B.U.P. n° 760, p. 69-83 (janvier 1994).
- [6] Cheryl A. MASON : *«Concept mapping, a tool to develop reflective science instruction»* ; Science Education, 76, p. 51-63 (1992).
- [7a] D. JACOBI, M. BOQUILLON et P. PRÉVOST : *«Les représentations spatiales de concepts scientifiques : inventaire et diversité»* ; DIDASKALIA n° 5, p. 11-24 et p. 119-123.
- [7b] C. de BUERGER-VANDER BORGHT, J. LAMBERT : *«Des représentations spatiales de concepts : pour quoi faire ?»* ; DIDASKALIA n° 5, p. 73-89.
- [7c] C. BRUGUIERE, A. SIVADE et D. CROS : *«Les représentations spatiales des concepts associés à l'énergie...»* ; DIDASKALIA n° 5, p. 73-89.
- [8] Gérard LEMEIGNAN et Annick WEIL-BARAIS : *«Construire des concepts en Physique»* ; Collection didactique, Hachette éducation (1993).

Annexe 1

Autres exemples de cartes conceptuelles associées aux montages du CAPES, proposées par les enseignants.

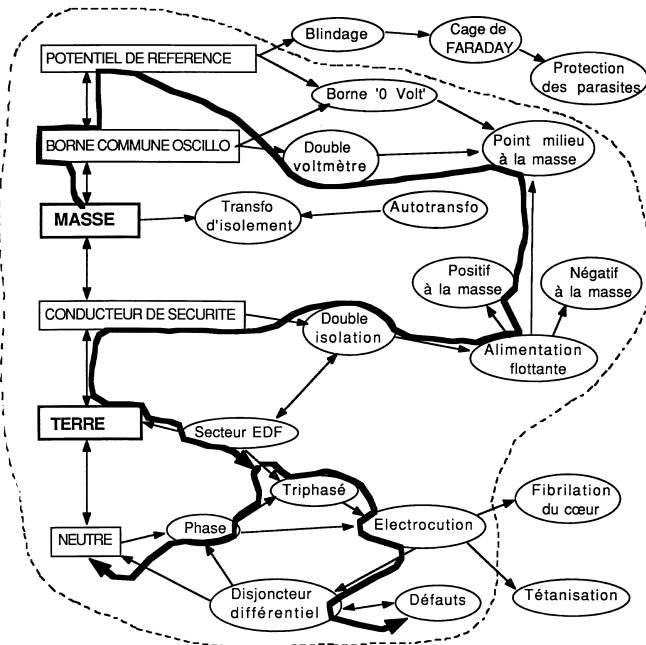
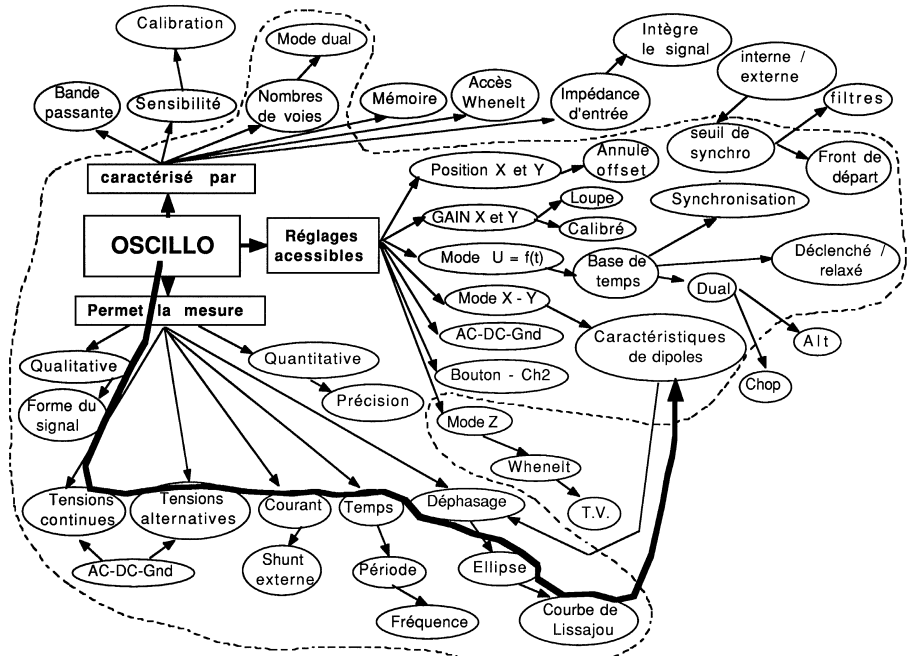
a - Oscillo

Les textes dans les trois rectangles correspondent à la description commune à plusieurs liens. Cette carte a été conçue pour présenter les savoir-faire nécessaires à l'emploi d'un oscillo en T.P. ; elle pourrait constituer l'entrée d'un mode d'emploi.

La discussion avec les étudiants sur l'amélioration de cette carte peut porter par exemple sur la simplification de toute la branche «mesure» concernant sa fonction classique de voltmètre.

b - Dispositif de sécurité, neutre, masse et terre

Cette carte a été conçue avec l'intention pédagogique d'insister particulièrement sur les liens entre les quatre concepts : potentiels de référence, masse, terre, neutre et les concepts catégoriels associés à des objets technologiques particuliers employés au CAPES. Sur les deux cartes, la courbe pointillée représente la frontière et le trait épais, le fil directeur.



Annexe 2

Exemples de cartes conceptuelles réalisées par les étudiants sur les montages proposés au CAPES ; elles correspondent aux montages sur le dipôle en alternatif et sur la mesure d'impédances dont les énoncés complets sont les suivants.

– Premier montage

Étude expérimentale du comportement en courant variable d'une portion de circuit dans les cas suivants : résistance pure, condensateur, résistance inductive, associations de ces éléments.

– Deuxième montage

Détermination de l'impédance complexe d'un dipôle inconnu ; comportement en fonction de la fréquence.

Carte 1 : «Circuit RLC»

Cette carte a été réalisée à l'occasion du premier montage, mais l'énoncé du polycopié du centre de Saint-Étienne stipulait en plus :

- détermination de l'impédance par la méthode de l'ampèremètre-voltmètre,
- détermination du déphasage ϕ de l'impédance,
- détermination des valeurs R,L,C : R à la résonance, L à haute fréquence, C à basse fréquence, ce qui a incité l'étudiant à employer explicitement ces termes.

Carte 2 : «Impédances»

Cette carte a été réalisée à l'occasion du deuxième montage.

