

Pratiques des enseignants de lycée lors de l'élaboration et de l'utilisation de documents de synthèse d'une activité expérimentale en chimie

KHANFOUR-ARMALÉ Rita, Maitre de conférences à l'université de Cergy Pontoise (IUFM) LDSP, UFR de Physique, Université Paris Diderot - Paris 7, rita_armale@yahoo.com

LE MARÉCHAL Jean-François, Maitre de conférences habilité à diriger des recherches, UMR ICAR – COAST, Université Lyon 2, CNRS, INRP, UMR ICAR, Lyon, France, lemarech@ens-lyon.fr

Mots clés : Pratiques enseignantes, fiche de synthèse, didactique de la chimie, registres sémiotiques, facettes de connaissance.

Résumé

Cet article s'intéresse à l'élaboration et à l'utilisation de documents de synthèse produits par les enseignants dans la séance qui suit une activité expérimentale de chimie au lycée dans le contexte post-réforme de 1999. Plus précisément, il examine, dans le cadre de l'étude des pratiques enseignantes, les connaissances relatives à la modélisation qui ont été introduites en TP et qui se retrouvent dans le document de synthèse. La question de la méthode de comparaison des connaissances supportées par l'information présente dans deux documents écrits est posée, y compris entre registres sémiotiques différents. La méthode d'analyse utilise les facettes de connaissances pour comparer deux informations en langage naturel. Nous adaptons également cette méthode pour étudier les relations entre un signe et son représenté quand l'information n'est pas en langage naturel. Grâce à ce nouvel outil d'analyse, nous montrons la variété des pratiques et le jeu fréquent dans le choix de l'utilisation du langage naturel ou des autres registres sémiotiques pour exprimer les mêmes idées. Nous montrons également que les connaissances déclarées comme faisant partie d'un modèle subissent les mêmes réorganisations que les autres.

Introduction

Les recherches sur les pratiques enseignantes se sont développées et prennent de l'importance pour la formation des enseignants. Elles montrent une grande variété de sujets qui peuvent être abordés tels que l'étude des documents établis pour préparer des enseignements, ou l'évolution des pratiques sur le long terme (Larcher & Schneberger, 2007). Dans notre cas, nous allons nous intéresser à l'élaboration et à l'utilisation de documents de synthèse produits par les enseignants dans un contexte particulier. Il s'agit de la séance qui suit une activité expérimentale ou un TP de chimie au lycée dans le contexte post-réforme de 1999. Suite à cette réforme, une pratique nouvelle a consisté à ne pas proposer aux élèves le cours frontal où, traditionnellement, les connaissances nouvelles étaient introduites. Dans cette nouvelle

approche de l'enseignement, les connaissances sont supposées apparaître à l'occasion de TP à la suite desquels l'enseignant reprend à sa charge la manipulation du savoir dans une séance qui a été appelé « débriefing » (Khanfour-Armalé, 2008). Nous allons nous intéresser ici à la production de documents de synthèse pour des débriefings en mettant en avant la notion de modélisation en chimie.

Les connaissances regroupées sous le terme « connaissances de la théorie ou du modèle » sont essentielles pour le fonctionnement de la science (Tiberghien, 1994 ; Le Maréchal, 1999). Nous avons depuis longtemps expérimenté un enseignement de la chimie qui met au cœur des situations les connaissances liées aux modèles. Une des approches a été de constituer un texte du modèle, texte qui contient des règles qui formulent les connaissances essentielles à l'interprétation et à la prévision, autant qu'à la description en termes scientifiques, des situations mise en œuvre en TP. Ces règles sont souvent complexes pour l'apprenant et la situation qui lui est proposée pendant le TP se préoccupe de les faire utiliser dans un contexte particulier, charge à l'élève ou à l'enseignant lors du débriefing, d'en construire un sens décontextualisé. Au regard du modèle, plusieurs situations de TP se rencontrent : dans certaines, le texte du modèle est fourni d'un seul tenant et, dans d'autres, les règles du modèle ne sont pas regroupées au sein d'un texte unique, mais disséminées dans le texte du TP. Il existe également des cas, et l'analyse des textes de TP présents dans les manuels le révèle, où les règles n'apparaissent pas explicitement dans le texte donné aux élèves.

L'étude des débriefings a montré que l'on pouvait préciser cette notion (Khanfour-Armalé, 2008). Ainsi, un débriefing est le moment d'enseignement qui suit une activité donnée à réaliser par des élèves (dans notre cas, ce sera un TP de chimie) au cours duquel l'enseignant reprend la responsabilité du savoir tout en respectant deux conditions : (1) faire fonctionner les mêmes concepts que ceux qui étaient au cœur de l'activité et (2) les faire fonctionner dans les mêmes situations expérimentales. Il en existe trois catégories : les débriefings de type corrigé au cours desquels les questions du TP sont reprises dans l'ordre, ou presque, et corrigées ; les débriefings de type cours au cours duquel l'enseignant propose un cours qui respecte la définition du débriefing ; et les débriefings articulés autour d'un document de synthèse. A la différence du type cours, où les connaissances sont développées oralement, donc progressivement, le document de synthèse est remis aux élèves en une fois, ou presque. De plus, le document fourni est partagé par l'ensemble des acteurs de la classe. Il prend, à ce titre, une valeur particulière. C'est de ce dernier type de débriefing dont il est question ici. Nous nous intéressons à l'exploration des pratiques des enseignants sur les fiches de synthèses, surtout au niveau de l'élaboration du document et, dans une moindre mesure, au niveau de son utilisation.

Le type de questions que nous nous posons au sujet de l'élaboration des documents de synthèse concerne essentiellement le rapport à l'activité de modélisation. En particulier, est-ce que les connaissances qui se retrouvent dans le document de synthèse sont celles qui étaient dans le texte du modèle ? Les écrits correspondants ont-ils été copiés-collés ou réorganisés ? S'ils ont été réorganisés, est-ce dans le même registre sémiotique ? Certaines connaissances introduites dans le TP sont-elles manquantes, et pourquoi, et des connaissances nouvelles ont-elles été introduites ? Pour aborder une telle problématique, il faut pouvoir comparer le savoir contenu dans des écrits. Le point de vue sur le savoir, que nous adoptons pour traiter ces questions, est décrit dans le cadre théorique qui suit.

Cadre théorique

Le travail que nous avons mené est basé sur une analyse du savoir (savoir savant ou savoir enseigné) qui doit permettre la comparaison entre différents documents. Les informations contenues dans ceux-ci véhiculent des connaissances au moyen de signes qui, quand ils sont des mots, correspondent soit au langage naturel (LN) – à ne pas confondre avec le langage de la vie quotidienne – ou à d'autres registres sémiotiques (RS) comme les schémas, les représentations symboliques ou les tableaux pour ce qui nous concerne. La comparaison des connaissances mises en jeu par le professeur n'est donc pas immédiate puisque les signes utilisés d'un document à l'autre ne sont pas les mêmes *stricto sensu*.

Les facettes – Une façon de parvenir à cet objectif est de décomposer le texte analysé en petites unités de sens pour les comparer. Pour le LN, Minstrell (1992) a proposé la notion de facette qui consiste en une réécriture de l'idée repérée dans le document à analyser. Celui-ci peut être la transcription d'un oral ou un écrit produit par un acteur de la situation. La comparaison est possible d'un document à l'autre si cette réécriture prend une forme suffisamment générale. Par exemple, l'idée suivante repérée dans une fiche de TP : « Quel critère observable permet de confirmer qu'on a extrait des espèces chimiques du jus de tomate. » est traduite par la facette : « Une espèce chimique peut être extraite d'un mélange. ». Comme nous le remarquons, la transformation « texte lu » → « facette » est une reformulation qui conserve l'idée (que nous associons à une unité de connaissance) et qui la généralise. Si nous trouvons dans une fiche de synthèse une autre phrase qui peut se reformuler en la même facette, alors nous dirons qu'il y a eu réorganisation du texte en conservant la même connaissance. Nous acceptons d'assimiler à une facette donnée des phrases dans laquelle il manque une partie, pourvue qu'elle soit implicite *dans la situation d'enseignement donnée*. Par exemple, il est possible d'assimiler à la facette « Dans la représentation de Lewis de la molécule le doublet liant est représenté par un tiret entre les atomes. » l'énoncé « La liaison covalente est représentée sous forme d'un tiret entre les atomes. » parce que, dans le cadre de l'enseignement étudié, il est implicite (1) que les molécules sont représentées avec le modèle de Lewis et (2) qu'il y a équivalence entre doublet liant et liaison covalente. Refuser de considérer l'implicite démultiplierait le nombre de facettes correspondant à un domaine donné et empêcherait la comparaison des connaissances entre les documents.

Autres registres sémiotiques – Si la méthode des facettes a été éprouvée pour les informations utilisant le LN, rien à notre connaissance n'a été proposé dès que des RS autres que le LN entrent en jeu. Pour une discipline aussi graphique et symbolique que la chimie, la nécessité de développer un outil équivalent aux facettes, mais pour les RS autres, s'est faite sentir. Nous formulons l'hypothèse (que notre travail vise à valider) que les facettes pertinentes, relatives à une information présentée dans un RS autre que le LN, peuvent être extraites en explicitant les relations entre un signe et son représenté. Ces relations sont de 5 types (Duval, 1995, 2006 ; Khanfour-Armalé & Le Maréchal, 2009) : la ressemblance, la référence (ou dénotation), la causalité¹ (qui n'est pas appropriée pour notre travail), l'opposition des signes et la nature du représenté. L'exemple développé dans la méthodologie ci-dessous précise ce que nous entendons par ces relations entre un signe et son représenté et comment l'extraction des facettes en découle. Une fois extraites, ces facettes jouent le même rôle que précédemment pour la description de la connaissance, mais cette fois elles concernent la connaissance contenue dans un schéma ou un tableau. Comme précédemment, nous dirons qu'un fragment du document distribué en TP est réorganisé – mais qu'il contient les mêmes connaissances qu'un fragment du document de synthèse – si les mêmes facettes sont révélées par l'analyse des deux fragments, quand bien même ceux-ci mettent en jeu des RS différents.

¹ La fumée est un signe qui est la cause de la présence d'un feu.

Bilan – D'un document à l'autre, nous considérons que la connaissance s'analyse par décomposition en unités de sens appelées facettes quel que soit le RS mis en jeu. Ces facettes peuvent provenir de fragments copiés-collés ou réorganisés. Il arrivera que des facettes existent dans un document et pas dans l'autre. Nous dirons alors qu'elles manquent (ou qu'il y a suppression de connaissances) quand elles sont dans le document du TP et pas dans la fiche de synthèse, et qu'elles sont nouvelles (ou qu'il y a introduction de connaissances) dans le cas contraire.

Question de recherche

Pour aider à comprendre les pratiques enseignantes relatives à l'élaboration et à l'utilisation de documents de synthèse lors de débriefing, nous avons comparés les connaissances (après décomposition du savoir en facettes) contenues dans les documents utilisés en TP et celles de la fiche de synthèse, quel que soit le RS utilisé. Nos questions de recherche portent sur la possibilité de faire effectivement cette décomposition du savoir lorsqu'il s'agit de RS autres que le LN (cette communication a donc une portée méthodologique) et sur les informations que l'on tire de la comparaison entre les documents donnés en TP et ceux donnés en débriefing. En particulier, nous cherchons à savoir si les façons de créer le document de synthèse (copier-coller, réorganisation, suppression de connaissances ou introduction de nouvelles connaissances) sont influencées par la présence ou non d'un texte de modèle.

Méthodologie et analyse

Prise de données

Au cours d'une étude générale du débriefing, nous avons filmé une quarantaine de débriefings de chimie en Seconde, sur trois années, avec cinq enseignants différents et, trois fois seulement, nous avons vu un enseignement proposer une fiche de synthèse. Nous rappelons que les enseignants commençaient chaque séquence d'enseignement par un TP, souvent long (1h voire 1h30), pendant lequel les élèves étaient relativement autonomes. Seules les données prises lors de débriefings mettant en jeu des fiches de synthèse sont exploitées ici. Il s'agit de bandes vidéo enregistrées en pointant la caméra sur l'enseignant depuis le fond de la classe.

Collecte des documents écrits et interviews des enseignants

Interrogés sur le peu d'utilisation de fiches de synthèse (7% des observations), ces collègues nous ont confirmé la rareté de cette pratique. Nous avons alors demandé à un groupe de quelques enseignants s'ils avaient utilisés des fiches de synthèses lors de débriefings (que nous n'avions pas filmés). Ce fut le cas. Nous avons ainsi pu disposer de cinq fiches de synthèse supplémentaires et des textes de TP correspondants. Les mêmes analyses relatives à leur élaboration ont été réalisées bien que nous n'ayons pas de données vidéo sur leur utilisation. L'ensemble des fiches de synthèse utilisées sont réunies dans le tableau 1. Il y est précisé si le TP avait ou non mis en jeu un texte de modèle.

Thème enseigné	Enseignant (pseudo)	Texte du modèle	Avec données vidéo
Transformation chimique (TC)	M	**	oui
Initiation à la mole et quantité de matière (QM)	M	*	oui
Modèle de Lewis (ML)	C	*	oui
	I	**	non
Solution et concentration (CS)	M	**	non
	H	**	non
Chromatographie (CC)	M	#	non
	H	#	non
	I	**	non

Tableau 1 – Données disponibles pour les débriefings impliquant une fiche de synthèse.

(**) le texte du modèle est fourni d'un seul tenant, (*) les règles du modèle sont disséminées dans le texte du TP et (#) les règles n'apparaissent pas explicitement dans le texte donné aux élèves.

Séquences d'enseignement

Les séquences d'enseignement correspondant aux fiches de synthèse analysées (tableau 1) se réfèrent au programme de la classe de Seconde de 1999. La séquence *QM* contient deux TP d'une heure et demi chacune. Elle sert d'initiation au chapitre sur la mole et à la détermination de la quantité de matière. Chaque TP est suivi d'un corrigé et, à la fin de la deuxième activité, une fiche de synthèse est distribuée pour être complétée et lue à la maison. La fiche de synthèse n'a été ni travaillée ni lue en classe. Le TP était accompagné du texte d'un modèle intégré, disséminé juste avant les exemples correspondants.

La séquence *ML* consiste en deux TP tirés du manuel des élèves. Elle dure deux fois une heure et demie. Un débriefing corrigé a eu lieu à la fin du deuxième TP et s'est terminé par la distribution d'une fiche de synthèse. Celle-ci a été lue par les élèves en classe, suite à la demande de l'enseignant. Celui-ci a aidé les élèves à compléter la fiche. Le TP était accompagné du texte d'un modèle réparti avant les exemples ou les exercices correspondants.

La séquence *TC* consiste en un TP d'une heure et demie, qui vise à fournir une modélisation macroscopique qualitative de la réaction chimique. Il est suivi d'un débriefing corrigé avec, à la fin du corrigé, la distribution d'une fiche de synthèse qui a été lue par les élèves et retravaillée avec l'enseignant. Ce TP a été accompagné d'un modèle séparée de la fiche de TP.

La séance *CS* consiste en un TP d'une heure et demie et qui vise à faire comprendre aux élèves la notion de concentration en utilisant une représentation de la matière à l'aide de symboles (ronds, carrés, ... voir l'exemple fig.1). Un travail sur les représentations doit permettre à l'élève de donner du sens aux notions de dissolution et de dilution. Un texte du modèle était fourni d'un seul tenant.

La séquence *CC* consiste en deux TP, l'un sur l'extraction et l'autre sur la séparation des espèces chimiques présentes dans un mélange. Pour les enseignants H et M les règles n'apparaissent pas explicitement dans le texte donné aux élèves alors que, pour l'enseignant I, un texte regroupant les règles du modèle accompagnait la fiche de TP.

Analyse de registres sémiotiques (RS) autre que le langage naturel (LN)

Cette sous partie s'intéresse à la méthode utilisée pour comparer une liste de facettes – écrite en LN – avec une représentation qui n'est pas uniquement formulée en LN. Il s'agit d'une originalité de cet article. Rappelons que l'objectif d'une telle analyse est de comparer les connaissances contenues dans les documents utilisés pendant le TP avec celles contenues dans

la fiche de synthèse dès que des représentations de connaissances autres qu'en LN sont présentes.

Parmi les documents du TP CS, le texte d'un modèle était fourni, pour l'essentiel en LN à part la représentation microscopique d'un solide cristallisé. Une part substantielle du travail des élèves consistait à fournir des représentations microscopiques des opérations de dissolution et de dilution et de prélèvement en s'aidant du texte du modèle, dans l'espoir que celui-ci fasse sens. Le document de synthèse donné par l'enseignant reprenait naturellement ces représentations microscopiques et, se faisant, jouait partiellement le rôle de corrigé. Cette sous-partie montre comment nous sommes parvenus à lister les connaissances pertinentes pour l'apprentissage contenues dans ces représentations afin de les comparer à la liste de facettes établie par ailleurs. Prenons un exemple, extrait de la fiche de synthèse.

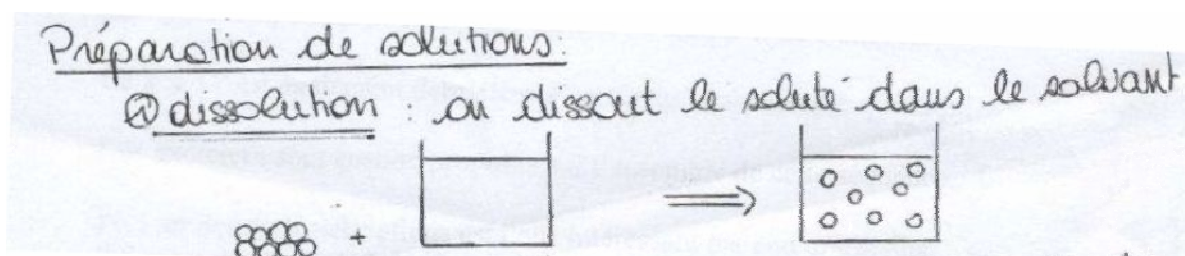


Figure 1 – Extrait de la fiche de synthèse du débriefing du TP CS.

Pour différents fragments de la représentation de la figure 1, ou pour la représentation entière, nous avons cherché à caractériser la relation entre les différents signes et leur représentés.

Ressemblance – Les petits ronds au contact ressemblent à l'image que le scientifique se fait du solide cristallisé, et les petits ronds dispersés ressemblent, de même, à une solution. Cette relation de ressemblance se traduit en termes de facette par : « Le solide est constitué d'entités microscopiques ». Le caractère microscopique n'est certes pas explicite, mais il est présent dans le contexte. Il en est de même pour la facette : « Dans une solution, le soluté est constitué d'entités microscopiques ».

Référence / dénotation – La dénotation résulte ici de la relation entre le texte en LN et le schéma. En effet, soluté et solvant sont représentés dans le même ordre que dans la légende. De même ce schéma, dans son ensemble, correspond à ce qui est donné par le titre et le sous-titre : « préparation de solutions » et « dissolution ». C'est également une relation de dénotation.

Opposition – Les positions au contact des ronds pour le soluté et espacées pour la solution portent du sens. Il en est de même pour ce schéma dans son ensemble avec un positionnement de part et d'autre d'une flèche, ce qui indique la façon dont une opération de dissolution peut être représentée au niveau microscopique. Cette relation d'opposition montre également qu'il y a autant de petits ronds regroupés que dispersés. Les facettes obtenues grâce à la relation de ressemblance peuvent être précisées ainsi : (1) « Un solide moléculaire est constitué de molécules bien ordonnées au contact les unes des autres ». On reconnaît alors une facette présente dans le texte du modèle qui a été distribué. Le qualificatif « moléculaire » est implicite et pris dans le contexte. (2) « Lors de la dissolution, les molécules qui constituent le solide se dispersent parmi les molécules d'eau. » C'est à nouveau une facette du modèle. Et (3) « Lors d'une dissolution, le nombre de molécules qui constituaient le solide est égal au nombre de molécules qui se sont dispersées dans la solution (et qui constituent le soluté). »

Nature du représenté – Sont représentés des objets microscopiques (les entités constituant le cristal, le soluté), un événement de même nature (la dissolution), ainsi que la loi de conservation du soluté lors de la dissolution. Cela permet de confirmer certaines facettes déjà citées dans la présente analyse.

Comme on le constate, des facettes peuvent être extraites rationnellement du schéma de la figure 1. Certaines relations entre le signe et son représenté permettent d'avoir plus d'informations que d'autres. Par exemple, la relation de ressemblance a permis d'extraire la facette « Le solide est constitué d'entités microscopiques » alors que la relation d'opposition a permis d'extraire la facette plus riche « Un solide moléculaire est constitué de molécules bien ordonnées au contact les unes des autres ». Au stade actuel de nos travaux, nous considérons que c'est l'analyse de l'ensemble de ces relations qui permet d'avoir une liste de facettes. De cette liste, nous constatons que :

- Un certain nombre de facettes résulte de la réorganisation de fragments des documents distribués en TP et, principalement, du modèle.
- En revanche, des facettes telles que « Le solvant est constitué de molécules d'eau. » ; « La solution obtenue est caractérisée par sa concentration $C=n/V$ » n'émergent pas de cette analyse. Elles étaient cependant présentes dans le texte du modèle.
- Enfin, certaines facettes n'y sont qu'avec certaines hypothèses qui ne sont pas explicités, comme : « Le soluté est constitué des molécules qui formaient le solide avant sa dissolution. ». Rien n'indique explicitement, dans la représentation, que les petits ronds au contact qui représentent le cristal sont identiques à ceux qui sont dispersés dans la solution. Dans ce cas, reste un flou qui, pour certains des élèves, ne sera pas un problème. Ces élèves là seront susceptibles de construire un sens, alors que ceux qui ne feront pas cette hypothèse en seront privés.

Résultats

Elaboration de la fiche de synthèse

Nous avons reconstitué différents types de pratiques pour l'élaboration des documents de synthèse. Par exemple, le tableau 2 montre le nombre de facettes ainsi que les types de registres dans les différents documents analysés.

		Facettes	Registres	CS/M **	CS/H **	ML/C *	TC/M *	QM/M *	CC/I *	CT/M #	CT/H #
Total Facettes TP	Non reprises	LN	LN	0	0	10	0	2	4	0	7
		ARS	ARS	0	7	6	9	0	0	0	0
	Copiées- collées	LN	LN	22	1	3	5	13	6	3	3
		ARS	ARS	2	0	0	0	0	0	0	2
		LN→LN	LN→LN	0	7	7	6	0	0	1	0
	Réorganisées	LN→ARS	LN→ARS	0	0	1	0	10	4	0	8
		ARS→LN	ARS→LN	0	7	11	2	0	0	2	0
		ARS→ARS	ARS→ARS	0	0	2	0	0	0	0	1
	Nouvelles	LN	LN	2	0	6	7	9	5	7	9
		ARS	ARS	0	0	1	0	5	0	0	3

Tableau 2 – Nombre de facettes dans les différents documents.

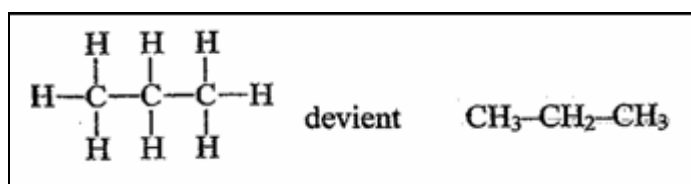
Pour **, * et #, se reporter au tableau 1, et FS est mis pour fiche de synthèse. CS/M indique qu'il s'agit du TP et de la séquence d'enseignement CS réalisée par l'enseignant M. ARS = RS autres que LN.

D'après le tableau 2 nous constatons globalement qu'il peut y avoir plus ou moins de facettes dans la fiche de synthèse que dans le TP. La synthèse n'est donc pas nécessairement une réduction du contenu du TP. Plus particulièrement, dans chacune des pratiques de constitution du TP, nous constatons que :

1. La technique du copier-coller concerne beaucoup plus le LN que les autres RS. Or, les techniques actuelles, le scanner en particulier, permettraient facilement de reprendre d'autres informations que celles contenues dans le texte. Nous interprétons cela par le fait qu'un document de synthèse se doit d'être général et que le LN est plus approprié pour cela. Il semble, d'après ces enseignants, qu'il soit peu nécessaire d'illustrer une fiche de synthèse.

De plus, le copier-coller n'apparaît pas dépendre de la présence ou non d'un texte de modèle. L'enseignant M a largement recopié le modèle du TP CS dans sa fiche de synthèse alors que l'enseignant H ne l'a pas fait. A la place il a préféré le réorganiser, soit en conservant le registre sémiotique LN, soit en le réorganisant sous forme de schémas.

2. Il arrive fréquemment que l'enseignant réorganise abondamment les informations (CS/H, ML/C, etc.) qu'il avait proposées pour le TP. Cette réorganisation affecte autant des connaissances apportées par le modèle que d'autres (CS/H). La présence ou non d'un modèle dans le texte du TP n'influence donc pas non plus la réorganisation. Celle-ci se traduit en conservant le RS ou en le changeant. Par exemple une information du TP « L'état final est l'état où il y a fin de la transformation » a été réorganisée dans la fiche de synthèse avec plus de précision de la façon suivante : « L'état final du système chimique est l'état pour lequel il n'y a plus de transformation des réactifs ». Dans ce cas la forme utilisée reste le LN, mais dans l'exemple suivant, le LN devient symbolique : dans la fiche de TP : « la formule semi-développée est la représentation de la molécule sans les liaisons des hydrogène » et, dans la fiche de synthèse, on trouve :



3. Il arrive enfin que des connaissances disparaissent des documents du TP ou, au contraire, apparaissent dans la fiche de synthèse. Par exemple, dans CS/H, 7 facettes disparaissent et aucune n'apparaît, alors que dans CS/M c'est l'inverse. Dans d'autres situations (ML/C ou TC/M), de nombreuses facettes disparaissent et d'autres apparaissent. Les facettes qui disparaissent peuvent concerner des informations expérimentales qui ne sont pas appropriées à une fiche de synthèse ou correspondre à des connaissances qui constituaient des rappels de séquences d'enseignement antérieures, que l'enseignant n'a pas jugé opportun de mettre dans une synthèse. La présence ou non d'un modèle dans le texte du TP n'influence donc pas non plus la disparition. Quant aux connaissances qui apparaissent, certaines concernent la comparaison entre deux TP de la même séquence (chromatographie sur colonne puis chromatographie sur couche mince). D'autres sont des approfondissements qui n'ont pas été pris en charge pendant le TP : par exemple l'introduction de la représentation de Cram, jugée probablement peu importante, que l'enseignant a « casé » à cette occasion, ou de la notion de facteur de dilution qui constitue un raccourci à des pratiques mises en œuvre en TP.

Utilisation de la fiche de synthèse

Bien que le but de ce travail ne soit pas centré sur l'utilisation des documents de synthèse, en particulier parce que nos données sont trop éparpillées, nous ajoutons quelques informations à ce sujet. Leur utilisation s'est révélée être d'une grande hétérogénéité : demande de lecture à la maison, demande de compléter la fiche à la maison suivi d'un corrigé de ce travail la séance suivante, lecture par les élèves en classe commentée par l'enseignant. Les enseignants interrogés nous ont confié que le temps dont ils disposaient était un facteur important pour le

choix du mode d'utilisation de la fiche de synthèse, ce qui confirme nos observations relatives à la variabilité de cette pratique.

Conclusion

Le cadre théorique et la méthode d'analyse que nous avons proposés pour comparer la connaissance qui se trouve dans différents documents se sont révélés féconds. L'analyse a montré que la présence ou non d'un modèle dans le texte du TP n'influence pas le copier-coller, la réorganisation, ainsi que la disparition et l'apparition des facettes de connaissances. L'hypothèse que les facettes puissent être extraites d'une représentation qui ne soit pas en LN semble validée. Cet outil méthodologique basé sur un cadre théorique éprouvé a permis d'éclairer le fonctionnement de l'enseignant qui produit des documents de synthèse. Du point de vue de la réflexion sur cette production, il serait intéressant de se poser des questions plus fines telles que la recherche de ce qui influence cette réorganisation des textes données aux élèves.

Enfin, du point de vue de l'utilisation des documents de synthèse, nous n'avons pas l'esquisse d'une interprétation de l'hétérogénéité observée. Il faudra pour cela disposer de nouvelles données. La formation des enseignants devrait pouvoir être nourrie par de tels résultats qui concernent une méthode intéressante de débriefer un TP. En effet, la méthode du débriefing corrigé se révèle souvent ennuyeuse pour la classe, en partie parce que le même texte formulé de la même façon est reconsidéré, alors que le document de synthèse, grâce à la possibilité d'en réorganiser l'écriture, est susceptible de motiver les élèves tout en leur offrant un autre regard sur les connaissances importantes.


Références bibliographiques

- Duval, R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, IREM de Strasbourg, 5, 37-65.
- Duval, R. (2006). Quelle sémiotique pour l'analyse de l'activité et des productions mathématiques. *Relime*, Numéro spécial, 45-81.
- Khanfour-Armalé, R. & Le Maréchal, J.-F. (sous presse, parution 2009). Représentations moléculaires et systèmes sémiotiques. *Aster*, 48.
- Khanfour-Armalé, R. (2008). *Structuration par le professeur des connaissances construites par des élèves ayant travaillé en autonomie lors d'une activité expérimentale de chimie*. Thèse de doctorat en science de l'éducation (didactique de la chimie) sur le site de Lyon 2 (<http://theses.univ-lyon2.fr>). Université Lumière Lyon 2 (soutenue le 04 décembre 2008).
- Larcher, C. & Schneberger, P. (2007). Professionnalité des enseignants en sciences expérimentales. Une mosaïque de cas et d'approches pour une profession aux multiples facettes. *Aster*, 45, 7-16.
- Le Maréchal, J.-F. (1999). Modelling student's cognitive activity during the resolution of problems based on experimental facts in chemical education. In J. Leach and A.C. Paulsen (Eds), *Practical work in science education*.

Minstrell, J. (1992). Facets of students' knowledge and relevant instruction. In Duit Goldberg, F., Niedderer H. (Ed.), *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies* (pp.110-128). Kiel: IPN.

Tiberghien, A. (1994). Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations. *Learning and Instruction*, 4 (1), 71-87.

Annexes : Modèle des solides et des solutions

	Macroscopique	Microscopique	Exemples de représentation
1	Si un solide disparaît quand on l'ajoute à de l'eau pure, on dit que l'espèce chimique correspondante est soluble dans l'eau. On dit qu'il y a eu dissolution du solide.	Un solide moléculaire est constitué de molécules, bien ordonnées au contact les unes des autres. Lors de la dissolution, les molécules qui constituent le solide sont dispersées parmi les molécules d'eau.	On peut représenter un solide de la façon suivante 
2	L'eau utilisée pour dissoudre le solide est appelée solvant. L'espèce chimique, une fois dissoute constitue le soluté. L'ensemble solvant et soluté constitue la solution.	Le solvant est constitué de molécules d'eau. Le soluté est constitué des molécules qui formaient le solide avant sa dissolution.	
3	Une solution est toujours limpide (la lumière peut librement la traverser). Une solution est homogène après agitation.	Une solution est homogène si les molécules du soluté sont uniformément réparties parmi celles du solvant.	
4	Lors d'une dissolution , la quantité de matière de solide qui disparaît est identique à celle de soluté.	Lors d'une dissolution, le nombre de molécules qui constituait le solide est identique au nombre de molécules qui se sont dispersées dans la solution (et constituant le soluté).	
5	Une dilution consiste à ajouter du solvant (de l'eau) à une solution. Les quantités de matière de soluté dans la solution diluée et dans le prélèvement sont égales car on n'ajoute que de l'eau.	Lors d'une dilution, le nombre de molécules de soluté dans la solution diluée et dans le prélèvement sont égales car on n'ajoute que de l'eau.	

✂

6	On appelle concentration c en soluté le rapport entre la quantité de matière d'espèce chimique dissoute et le volume de solution obtenue. $c = \frac{n}{V}$ L'unité de concentration est mol.L ⁻¹ . On rappelle que la quantité de matière est donnée par $n = m / M$ où m est la masse de l'espèce chimique considérée et M sa masse molaire.		
---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--