



HAL
open science

Débriefier l'activité des élèves : une étude conversationnelle et didactique du débriefing de type corrigé des activités expérimentales lors de l'enseignement de la chimie en Seconde

Rita Khanfour-Armalé, Jean-François Le Maréchal

► **To cite this version:**

Rita Khanfour-Armalé, Jean-François Le Maréchal. Débriefier l'activité des élèves : une étude conversationnelle et didactique du débriefing de type corrigé des activités expérimentales lors de l'enseignement de la chimie en Seconde. *Recherches en éducation*, 2018, Aux sources de la confiance dans la relation éducative, 31, pp.73-91. hal-01860930

HAL Id: hal-01860930

<https://hal.science/hal-01860930>

Submitted on 24 Aug 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Débriefier l'activité des élèves :

une étude conversationnelle et didactique du débriefing de type corrigé des activités expérimentales lors de l'enseignement de la chimie en Seconde.

Rita Khanfour-Armalé et Jean François Le Maréchal¹

Résumé

Cet article se centre sur le débriefing par l'enseignant de l'activité expérimentale des élèves en chimie en seconde. L'enjeu principal de ce moment particulier de l'enseignement est que l'enseignant structure les connaissances mises en jeu par les élèves lors de leurs activités. L'approche méthodologique utilisée articule l'analyse conversationnelle et l'analyse du savoir dans les interactions aux moyens de la méthode des facettes de connaissances. L'étude conversationnelle et didactique des débriefings de type corrigés révèle la structure essentiellement des échanges ternaire (question de l'enseignant, réponse de l'élève, évaluation de l'enseignant) qui s'instaurent lors d'une discussion de classe et en limite la portée didactique. Cette étude de cas permet de suggérer des modifications pour les débriefings de type corrigé afin que l'enseignant puisse en tenir compte dans ses préparations.

Notre précédent travail (Khanfour-Armalé, 2008 ; 2012) a permis de faire émerger la notion de débriefing comme le moment de l'enseignement où l'enseignant structure les connaissances, en relation avec l'activité qui vient d'être menée. Cette relation avec l'activité doit donc respecter simultanément deux conditions : doivent être impliquées dans le débriefing d'une part les connaissances qui sont l'objet de l'apprentissage dans la tâche et d'autre part le contexte défini pour cette même tâche. Nous reprenons la distinction de J. Leplat (1997): « La tâche indique ce qui est à faire et l'activité ce qui se fait ». Dans notre étude, la tâche est proposée par l'intermédiaire d'un texte comportant des énoncés, des questions et des consignes présentant aux élèves ce qu'ils ont à faire. A la suite d'une tâche confiée à ses élèves, l'enseignant y revient. Nous appelons ce retour Débriefing de l'activité.

Nos observations ont conduit à classer les débriefings en trois catégories (Khanfour-Armalé, 2008). Les débriefings de type corrigé sont surtout des discussions de classe au cours desquels l'enseignant corrige tout ou partie des questions se trouvant ou non dans la tâche. La structure du débriefing suit alors celle de la tâche. La structure de la deuxième catégorie, le débriefing de synthèse est basée sur la comparaison de deux ou plusieurs tâches. Nous avons constaté que l'enseignant proposait un document, qui peut être de différentes natures, écrit ou à remplir, sur lequel la synthèse était construite ou à construire avec les élèves (Khanfour-Armalé et Le Maréchal, 2009). Enfin, la troisième catégorie a consisté en un cours, au sens transmissif du terme, basé à la fois sur les connaissances impliquées dans la tâche et sur son contexte. Dans le cas du débriefing de type cours, l'enseignant parle depuis le tableau et les élèves interviennent peu.

Dans cet article, nous nous sommes intéressés à la présentation et à la description du débriefing type corrigé, type le plus fréquent.

Nous faisons l'hypothèse qu'au cours du débriefing corrigé, l'enseignant corrige tout ou partie des questions se trouvant ou non dans la tâche. Deux éléments sont essentiels dans l'analyse du

¹Rita Khanfour-Armalé Maître de Conférences, LDAR, Université de Cergy Pontoise (Espé de l'académie de Versailles, Antony) et Jean François Le Maréchal, Laboratoire de chimie de l'ENS de Lyon, ENS de Lyon.

débriefing corrigé : d'une part les différentes interventions de l'enseignant et d'autre part les connaissances mises en jeu dans ses productions verbales.

1. Cadre théorique

Notre analyse de l'activité de l'enseignant et de ses échanges avec ses élèves lors du débriefing est basée sur le cadre théorique que nous avons développé (Khanfour-Armalé, 2008), et qui concerne l'analyse conversationnelle et l'analyse didactique des productions verbales de l'enseignant et de ses élèves au cours de la séance de débriefing.

■ *Approche conversationnelle*

L'échange ternaire est considéré comme fiable pour l'analyse de beaucoup de leçons de type dialogué (Bouchard, 1999). Ce modèle ternaire postulé également par Mehan (1978) pour l'interaction pédagogique, a été généralisé ensuite à l'ensemble des conversations. Nous considérons qu'une conversation collective en classe consiste en un dialogue entre deux locuteurs : l'enseignant et la classe. Quand l'enseignant pilote sa classe, il s'organise suivant la structure IREIREIRE et se spécifie de la manière suivante (Bouchard 2005) :

- première intervention I : intervention initiative qui est une question pédagogique comme moyen d'information tout en mobilisant l'attention des élèves sur un thème explicitement ouvert par la question ;
- deuxième intervention R : intervention réactive qui est dans notre cas (analyse de leçons de type dialogué) le plus souvent une réponse d'un élève (sélectionné à cet effet) et
- troisième intervention E : intervention évaluative, mais surtout apport de l'information « officielle » par le maître qui répète la bonne réponse de l'élève et la reformule.

Cette troisième intervention est aussi appelée parfois « Feedback » (Mortimer, 2003 p : 40 et 41) ou follow up (Sinclair et Coulthard, 1975), etc. Partant du fait que l'enseignant n'évalue pas à chaque réponse d'un élève, nous cherchons à décrire la forme de cette troisième intervention dite évaluative qui peut ne pas l'être dans notre cas dans les différents échanges ternaires de la conversation collective en classe. Nous évoquerons dans la suite du texte « troisième intervention » et non pas « intervention évaluative ».

L'échange ternaire peut également se doubler d'échanges enchâssés où le pilotage est souple, consistant en une succession d'interventions A (par un locuteur A) et B (par un locuteur B) au sein de l'échange ternaire et s'organise suivant la structure : IREIRABABEIRE, etc.

Cette approche conversationnelle permet de structurer notre analyse des pratiques enseignantes lors d'un débriefing corrigé en étudiant les interventions I d'une part, et E d'autre part, toutes deux sous la responsabilité de l'enseignant. Nous constatons que l'analyse du discours ne dépend pas de l'habituel découpage en tours de parole puisque les interventions E et I consécutives peuvent être dans le même tour de parole de l'enseignant. Par ailleurs, les éventuels échanges enchâssés peuvent être étudiés séparément. L'étude de la conversation s'intéressera également aux interventions de l'élève. L'étude des Initiations (I) peut se ramener à l'étude des questions (dans notre cas) que pose l'enseignant à la classe. Dans le cadre d'une séance de débriefing de type corrigé, ces questions peuvent être liées à la tâche ou non d'une part (en sachant que le second cas est peu probable) et d'autre part peuvent porter sur des aspects nouveaux ou non.

■ *Approche didactique*

- *Concepts sensibles*

Nous nous sommes intéressés aux connaissances que l'enseignant mettait en jeu lors des séances de débriefing. Un enseignant scientifique structure souvent son enseignement avec des

objectifs de travail que nous analysons ici du point de vue de la mise en œuvre d'un certain nombre de concepts. Parmi ceux-ci, certains sont nouveaux, pour d'autres, en particulier ceux récemment introduits, le travail consiste à étendre leur champ d'application. Les uns et les autres seront dits *sensibles* parce que, lors de la séance, l'enseignant en fait l'objet de l'apprentissage (Le Maréchal & Mercier, 2006). Nous avons considéré notamment les concepts nouveaux apparaissant dans les programmes comme étant des concepts sensibles. Ces concepts sensibles correspondent à des connaissances qui apparaissent dans le discours de l'enseignant, par écrit dans des documents distribués, ou éventuellement émergent lors du travail des élèves.

- *Facettes de connaissance*

Dans notre étude, les connaissances que l'enseignant et les élèves mettent en jeu sont décrites par les « facettes de connaissances » (Minstrell, 1992). Il s'agit de considérer ce qui est dit (dans les productions verbales de l'enseignant et de l'élève) ou écrit (dans les textes distribués) relatif au savoir en jeu. La facette de connaissance est une reconstruction du chercheur. C'est un énoncé (un énoncé effectif ou plusieurs, dans le cas des interactions verbales) linguistique qui correspond à une phrase qui a du sens ou ce qui en tient lieu à l'oral en se basant sur les coupures ou le ton de la voix. Cet énoncé, traduisant des éléments de connaissance relative à un concept, peut ne pas être en accord avec le savoir à enseigner.

Une même connaissance est exprimée différemment par des individus différents. L'intérêt de la notion de facette tient au fait qu'une facette permet l'identification et/ou la comparaison de l'état d'une connaissance entre plusieurs individus ou situations (dans notre cas dans une séance d'activité expérimentale et séance de débriefing).

- **Articulation entre les analyses conversationnelle et didactique**

En se basant sur le cadre présenté ci-dessous, une conversation peut donc être décomposée soit dans le cadre des échanges ternaires, soit dans celui des facettes de connaissances. La décomposition conversationnelle n'est pas « minimale », au sens où il existe des structures plus fines (le mot par exemple) que l'intervention pour analyser une conversation. En revanche, du point de vue de la connaissance, la facette est identifiée à un niveau microscopique (Tiberghien, 2012). L'idée est d'affecter à la facette un instant qui se situe dans l'intervalle correspondant à l'interaction dont elle est issue.

Une intervention (initiative, réactive ou évaluative) peut ou non contenir une facette de connaissance, voire plusieurs facettes. De même, il arrive, certes plus rarement, qu'une facette nécessite plus d'une intervention pour s'exprimer. Intervention et facette correspondent donc à des durées comparables, de l'ordre d'une dizaine de seconde, mais sans qu'il y ait de relation systématique d'inclusion. Les deux analyses sont donc bien distinctes.

2. Questions de recherche

Il s'agit de décrire ce qui se passe pendant les débriefings de type corrigé du point de vue des échanges ternaires et du point de vue des connaissances mises en jeu.

En ce qui concerne la structure conversationnelle, avec l'enseignant qui questionne la classe, nous souhaitons décrire le type de questions constitutives des interactions (en général le « I » de IRE »), les interventions des élèves lors de la deuxième intervention ainsi que la troisième intervention faite par l'enseignant. La recherche se traduit par les questions suivantes : quels types de questions l'enseignant pose-t-il et quels types d'interventions fait suite à l'intervention de l'élève ? Quel type d'interventions réactives l'élève fait-il ? Le type de question posée par l'enseignant influe-t-il sur son intervention réactive ?

En ce qui concerne la structure didactique, nous cherchons à comprendre comment la connaissance objet de l'apprentissage est traitée dans la troisième intervention faite par l'enseignant. Les connaissances mises en jeu par l'enseignant pendant le debriefing sont-elles stables d'une séance à l'autre, d'un enseignant à l'autre?

Eclairer ces questions devrait permettre d'orienter les modifications éventuelles des débriefings de type corrigé.

3. Méthodologie

■ Prises de données

La recherche effectuée est de type étude de cas. Les données résultent des films, avec la caméra pointant en permanence sur l'enseignant, des débriefings de type corrigé de trois tâches : une sur l'enseignement de l'élément chimique, une sur l'enseignement du modèle de Lewis de la liaison chimique, et enfin une sur la classification périodique.

Trois enseignants, appelés ici HE (6 ans d'ancienneté), MC (11 ans d'ancienneté) et DI (4 ans d'ancienneté), appartenant au groupe de travail (groupe INRP – SESAMES2), que leurs lycées ne sont pas trop loin de l'unité de recherche et situés dans l'agglomération lyonnaise, ont accepté d'être filmés à l'occasion de ces débriefings. Etant donné que pour DI, nous avons un seul débriefing celui de la classification périodique, pour la suite des analyses, nous prenons en compte seulement les débriefings de HE et MC. Les vidéos de classe permettent de suivre ce que les enseignants faisaient en classe. Le tableau 1 rassemble les données relatives aux enregistrements. Nous disposons de ce fait d'une variété de situations d'enseignement qui peuvent être étudiées séparément ou comparées. L'étude approfondie de ces quelques cas vise à générer des hypothèses et permettre d'ouvrir des pistes de réflexion sur ce thème.

Tableau 1 - Les différents débriefings de type corrigés filmés

Tâche	Enseignant	Debriefing	Durée de chaque séance	Organisation de la classe	Analyse
Élément chimique	HE	Corrigé 1 année 1	15 min 54s	Demi-classe	IRE / facette
	HE	Corrigé 2 année 1	12 min 18s	Demi-classe	IRE / facette
	HE	Corrigé 1 année 2	15min 37s	Demi-classe	facette
	HE	Corrigé 2 année 2	12min 46s	Demi-classe	facette
	MC	Corrigé 1	11 min 40s	Demi-classe	IRE / facette
	MC	Corrigé 2	10 min 00 s	Demi-classe	IRE / facette
Lewis	HE	Préactivation 1	6 min 50s	Demi-classe	IRE / facette
	HE	Corrigé 1	10 min 05 s	Demi-classe	IRE / facette
	HE	Préactivation 2	6 min 53 s	Demi-classe	facette
	HE	Corrigé 2	12 min 37 s	Classe entière	facette
	MC	Corrigé 1	9 min 04 s	Demi-classe	IRE / facette
	MC	Corrigé 2	7 min 01 s	Demi-classe	IRE / facette
Classification périodique	HE	Corrigé	53 min 35s	Classe entière	IRE / facette
	MC	Corrigé	47 min 00 s	Classe entière	IRE / facette
	DI	Corrigé	42 min 21s	Classe entière	IRE / facette

Le débriefing est spécifié 1 ou 2 lorsqu'il s'agit d'une demi-classe ou de l'autre, et année 1/année 2 indique qu'un même enseignement a été observé deux ans de suite. La préactivation est la correction de quelques questions préparées à la maison avant de proposer la tâche du jour aux élèves.

² Le groupe SESAMES, financé par l'INRP (l'Institut national de recherche pédagogique dissous en 2010 et nommé « ifé » institut français de l'éducation), est constitué d'enseignants de physique-chimie et de chercheurs en didactique. Il élabore des documents d'enseignement largement commentés et tenant compte au mieux des apports des recherches en didactique <http://pegase.inrp.fr>.

Les textes des tâches ont été élaborés par ce groupe pour mettre les élèves dans une large situation d'autonomie, puis modifiés pendant quelques années pour palier les difficultés qui étaient constatées en classe par l'enseignant ou par l'analyse des vidéos d'élèves. Ces textes sont arrivés à un état stable³ depuis plusieurs années.

■ **Mise en place des tâches**

L'articulation des débriefings filmés avec la séquence d'enseignement qui précède est décrite, dans un premier temps pour mettre en évidence certaines de leurs différences, puis viennent dans un second temps les façons dont nos données ont été analysées.

La séquence sur l'enseignement de l'élément chimique, décrite par Khanfour-Armalé et coll. (2008), commence par une tâche d'une heure, et sert d'introduction des notions de cette partie. Celle-ci est expérimentale et consiste à faire réfléchir les élèves sur ce qui se conserve et ce qui ne se conserve pas lors de quelques transformations chimiques simples. Elle est suivie, dans la même séance, d'un débriefing de type corrigé et d'une deuxième tâche.

La séquence sur l'enseignement du modèle de Lewis de la liaison chimique (décrite en annexe 3) diffère pour HE et MC. HE commence par la distribution (à la fin de la séance précédente) du texte d'un modèle (Annexe 1) qui contient les définitions d'un certain nombre de concepts sensibles (doublet liant, doublet non liant, liaison covalente, etc.). Il pose en même temps quatre questions (Annexe 2) susceptibles de favoriser l'objectif de l'exploitation du texte du modèle. Dans la séance suivante, il commence par corriger les quatre questions, ce que nous appelons préactivation du modèle (filmé), et enchaîne sur l'activité (Annexe 3). MC commence directement par l'activité en distribuant le texte du modèle, et ne pose pas les quatre questions. Cette tâche est à nouveau introductrice des concepts sensibles mais, à la différence des deux autres séquences d'enseignement étudiées dans ce travail, elle met en jeu le texte d'un modèle, délicat et porteur de nombreuses notions nouvelles.

La séquence sur l'enseignement de la classification périodique, décrite par Le Maréchal et coll. (2007), consiste en une séance de cours suivie d'une tâche proposée aux élèves d'1h30 et d'un débriefing de type corrigé lors de la séance suivante. Les nouvelles connaissances découlent de l'utilisation de la classification : notions de colonne (ou famille chimique), de ligne (ou période), de relation avec la réactivité, et de charge des ions.

Le choix des activités pour cette étude montre la volonté des chercheurs de disposer d'organisations différentes de l'introduction des nouvelles connaissances.

■ 4. Analyses

■ **Structure conversationnelle**

Les vidéos des séances de débriefings de type corrigé ont été transcrites. Les transcriptions des productions verbales permettent d'identifier le savoir mis en jeu dans la séance de débriefing. Ces transcriptions sont présentées dans des tableaux qui montrent dans des colonnes successives : les tours de parole, les lettres qui désignent le nom du locuteur, les productions verbales, et d'autres commentaires comme le début ou la fin d'une question. Nous avons choisi de découper les transcriptions des productions verbales en échanges ternaires suivant la définition donnée dans notre cadre présenté ci dessus. Nous tenons à préciser que les catégories qui apparaissent dans les résultats sont faites de manière déductive. Voici la démarche qui a été suivie :

- les 3 types d'interventions ont été examinés dans les débriefings,
- les différentes fonctions identifiées ont été listées,
- les différentes catégories ont été déduites et

³ La stabilité d'un texte d'activité ne signifie pas qu'il soit simplement transférable à d'autres collègues, mais qu'il a atteint un niveau accepté de qualité au sein de la communauté d'enseignants qui l'a élaboré (Buty et al., 2004).

- les 3 types d'interventions ont été catégorisées.

Le détail des catégorisations sera explicité dans la partie analyses. Le nombre d'échanges enchâssés, correspondant au nombre de dialogues qui se sont instaurés entre l'enseignant et un élève (pour demander plus de précisions sur son intervention et parfois c'était à voix basse), a été déterminé. Nous avons fait le choix par exemple pour IRABABE (sachant que l'intervention de l'enseignant est représenté par la lettre A et l'intervention de l'élève par la lettre B) compte pour 1 (et non 2 ou 4) échange enchâssé. Ce choix vient du fait que pour chaque échange enchâssé, l'enseignant demande des précisions auprès d'un seul élève sur son intervention précédente.

■ **Structure didactique**

A la différence de Minstrell (1992), dans cette analyse en facettes, nous ne prenons pas en compte dans notre étude les pensées supposées ou le fonctionnement cognitif éventuel des personnes mais nous nous centrons sur le discours (la transcription) et les documents distribués aux élèves lors de chaque tâche.

Pour chaque tâche, nous avons défini, à partir du programme officiel, une liste de concepts sensibles qui devaient a priori être mis en jeu. Les productions verbales contenant les concepts sensibles sont relevées, une reconstruction de la phrase est faite. Le passage de la verbalisation à la construction de la facette est un élément crucial de l'analyse. Comme la facette est le plus simple énoncé qui a du sens, il y a donc nécessité d'utiliser un verbe et, au cas où il n'y a pas un verbe d'action, nous avons introduit les verbes « être » ou « avoir ». Il y a eu élimination de tout ce qui ne change pas le sens. Un minimum de reconstruction ou de restructuration de ce qui est dit a été effectué lors de l'analyse. Nous nous sommes autorisés⁴ un minimum de modification entre les mots produits par un locuteur pour exprimer une idée et la forme que le chercheur donne à la facette correspondante, pour autant que l'idée scientifique soit conservée. Après la construction de la facette, un code est donné. Il correspond aux premières lettres des concepts en relation. Ce code facilitera son identification dans la liste. Les facettes ont été regroupées par catégories selon les concepts y figurant. Un regroupement par concepts sensibles a été effectué, avec d'une part les facettes où un seul concept intervient, et d'autre part par groupe⁵ de concepts sensibles en relation. Les facettes contenant plus d'un concept font apparaître les relations que les enseignants établissent entre les concepts (Tiberghien, 1994a). Toutes les facettes correctes et incorrectes sont prises en compte puisque toutes sont nécessaires pour définir l'état de la connaissance d'un locuteur.

On peut lire ci-dessous un exemple de reconstruction d'une facette. Considérons cette phrase dite par un enseignant « pour que l'atome/ l'élément soit stable il y a plusieurs solutions soit il peut devenir un ion d'accord c'est ce qu'on a vu hier soit il peut s'associer pour former des molécules ». Selon nous les différentes facettes sont les suivantes :

- l'atome / l'élément peut être stable
- l'atome peut devenir un ion
- l'atome peut s'associer pour former des molécules.

La facette « l'atome peut devenir un ion » met en relation deux concepts sensibles atome et ion. Un concept peut intervenir sans qu'aucune facette n'apparaisse, et n'est alors pas catégorisé, comme par exemple : « c'est quel élément chimique (?) ».

⁴ En effet, refuser de changer les mots d'un locuteur produirait une liste infinie de facettes, et trop de changements reviendraient à les regrouper trop largement, ne permettant plus de mettre le doigt sur des différences fines.

⁵ Voir les exemples de groupes de facettes A, B et C dans le paragraphe 5.5.1. Cas de l'élément chimique.

5. Résultats et discussions

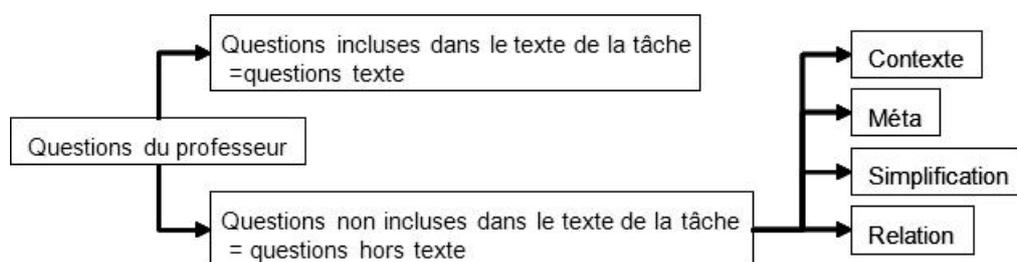
■ Description de la structure linguistique du débriefing

Mis à part les moments de début et de fin⁶, la totalité des 11 séances de débriefing de type corrigé (pour 3 enseignants) est constituée de 492 échanges ternaires, avec 115 échanges enchâssés. Les interventions initiant les échanges ternaires sont toujours des questions d'enseignants.

- *Catégorisation de la première intervention de l'échange ternaire : les questions de l'enseignant*

Les questions posées ont été d'abord catégorisées en questions du texte de la tâche et questions hors texte (Fig.1 et fig. 2). Nous avons décompté 113 questions reprenant mot pour mot le texte de la tâche, contre 297 questions hors texte. Le nombre des questions de la tâche doit être comparé à la valeur 137, qui est le nombre total de questions qu'il y aurait eu si tous les enseignants avaient lu (une unique fois) chaque question. La plupart des questions du texte de la tâche ont donc en fait été utilisées telles quelles. La catégorisation s'est faite à posteriori. Le paragraphe qui suit explicitera ces choix.

Figure 1 – Catégorisation des questions de l'enseignant lors d'un débriefing de type corrigé de l'activité



Nous nous sommes également posés la question de l'origine des 297 questions hors texte. Ce qui a guidé notre catégorisation est l'intention apparente de l'enseignant au regard de l'avancée des savoirs. Sur les 297 questions hors texte, 223 trouvent leur origine dans le contexte de l'activité (pour partager avec l'ensemble de la classe) ou dans le contexte que venait d'évoquer l'élève dans sa précédente intervention (pour faire réfléchir la classe sur une erreur entendue dans la réponse d'un élève). La démarche de l'enseignant pour « improviser » cette question peut être qualifiée de réactive puisqu'il vient d'entendre un propos de la part d'un élève qu'il estime pertinent de relancer, ce qu'il fait dans l'échange ternaire suivant ; ou bien il se réfère à ce qui s'est passé pendant l'activité et de même, l'utilise pour formuler une question. Nous appelons ces interventions « questions de contexte ». D'un autre côté, 28 questions relèvent de ce qu'on peut appeler un niveau métacognitif, c'est-à-dire qu'elles interrogeaient par exemple l'intérêt d'une question de la tâche, ou de la connaissance correspondante. Il y a donc dans cette catégorie de questions, certes rares, une demande bien différente de celle de la catégorie précédente. L'enseignant se détache de la tâche et fait réfléchir la classe sur le pourquoi des questions posées, sur la stratégie employée, ou sur la connaissance en jeu. Il s'agit du registre métacognitif (« questions méta »).

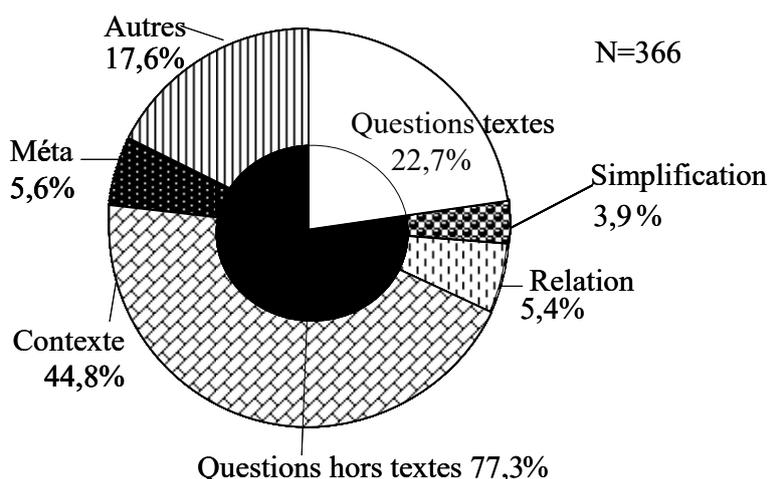
Par ailleurs, nous avons observé que 19 questions consistaient à simplifier un problème en cours de discussion (« question de simplification »), et que 27 autres le rendaient plus complexe, notamment en établissant des relations entre plusieurs questions (« question de relation »).

⁶ Les moments de début, au cours desquels les enseignants prennent contact avec la classe et règlent quelques questions sans rapport avec le sujet scientifique du jour, et les moments de fin, consistent à donner du travail à faire à la maison et/ou à permettre la sortie des élèves.

Tableau 2 - Des exemples des différentes catégories de questions posées par l'enseignant et ne se trouvant pas dans le texte de la tâche

Interventions initiatives de l'enseignant	Exemples
Question de contexte : -de l'activité -de la discussion	<i>Elève : Une tache</i> <i>Prof : Alors F elle était comment la tienne (?) [Il est question d'une tache observé pendant l'activité sur une lame métallique].</i> <i>Élève : Un doublet non partagé ne peut pas constituer une liaison chimique covalente car ils ne sont pas situés sur la couche externe de l'atome</i> <i>Prof : est ce qu'ils ne sont pas situés sur la couche externe (?) il s'agit d'une question qui permet de faire réfléchir la classe sur une erreur entendue dans la réponse d'un élève)</i>
Question au niveau méta	<i>Prof : on va répondre aux questions suivantes et on va arriver justement à cette réponse est ce qu'on peut dire c'est du cuivre cuivre a priori non / qu'est-ce qu'on utilise pour essayer de comprendre ce qui se passe (?) [L'enseignant a effectivement dit « cuivre cuivre » par imitation d'un élève qui n'avait pas les mots pour distinguer le « cuivre » (= cuivre métallique) et le « cuivre cuivre » (élément chimique cuivre)].</i>
Question de simplification	<i>Prof : alors qu'est ce qui se passe une liaison chimique covalente c'est quoi ? (la question un doublet non partagé peut –il constituer une liaison chimique covalente, expliquer pourquoi et là on vous dit à l'aide du modèle 3). L'enseignant décompose une question complexe en questions plus simples qui permettent de répondre progressivement à la question</i>
Question de relation	<i>Prof : la 1ère gris / la 2e rose / tout le monde a observé ça aussi / pourquoi est ce qu'on fait 2 fois l'expérience ? Dans cette intervention l'enseignant essaie de faire la relation entre les 2 expériences. Il veut probablement s'assurer que les élèves ont compris leur rôle respectif : la première constituant une expérience de référence, et la seconde portant sur l'analyse du résultat par rapport à la précédente.</i>

Figure 2 – Les différentes questions posées par l'enseignant



L'analyse montre qu'il y a eu 77,3% de questions hors texte et 22,7% de questions textes. Si nous regardons la distribution des questions hors texte, nous remarquons que 75% des questions hors texte sont des questions provenant du contexte. Le taux des autres types de questions qui apportent un plus par rapport au dit travail, reste faible. Cette catégorisation laisse 88 questions (17,6%) n'ayant pas été catégorisées, et qui sont pour l'essentiel des questions de relance de la question précédente, par exemple : « et alors », ou « et puis » ou « t'es d'accord ». Pour les débriefings de type corrigé étudiés ici, l'origine des questions posées est claire et

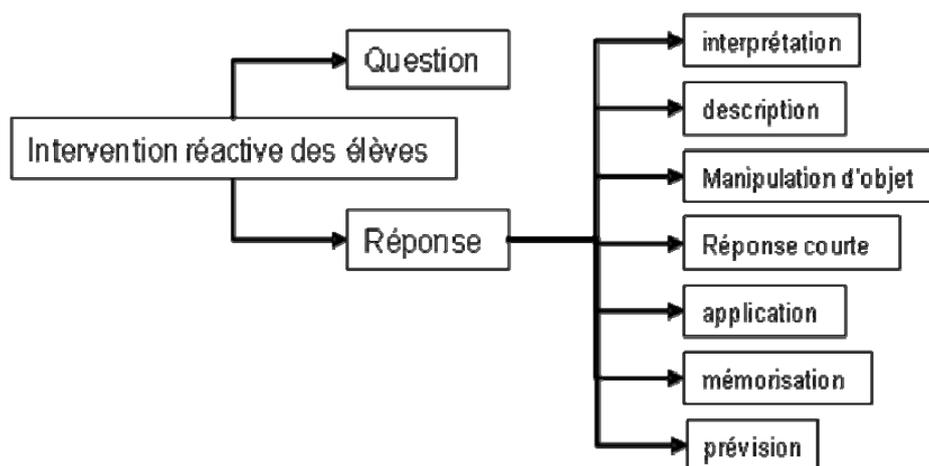
d'ailleurs comme le décrit Carlsen (1992) : « teachers' questions to students served the immediate function of eliciting a student response to a scientific topic, as well as other functions, such as maintaining control of the students and the range of discussion topics⁷ ». Les questions textes sont lues par l'enseignant avec le document décrivant la tâche en main. Elles constituent un tiers seulement des questions posées pendant la séance. Les questions hors texte sont majoritaires et sont en lien avec ce qui s'est passé pendant l'activité, ou avec ce que l'élève vient de dire. Ce sont rarement des questions méta ou de mises en relation, que l'on peut considérer comme les questions qui, de temps en temps, aident à aller plus loin dans la discussion.

- *Catégorisation de la deuxième intervention de l'échange ternaire: les réponses et les questions des élèves*

Les interventions des élèves ont été catégorisées en réponses aux questions de l'enseignant et questions à l'enseignant (Fig.3). Nous avons décompté 524 réponses et 19 questions. Nous remarquons qu'il y a une faible proportion de questions de la part des élèves. Sur les 524 réponses, 212 consistent à donner des interprétations de ce que l'élève a fait ou perçu pendant l'activité. D'un autre côté, 196 réponses relèvent de ce que nous appelons une description d'une observation, c'est-à-dire l'élève décrit une observation qu'il a faite, une couleur qu'il a vue, etc. lors de l'activité. 64 réponses étaient des réponses courtes (oui, non) comme un choix à la question de l'enseignant. Dans 27 réponses les élèves parlaient des manipulations d'objets faites lors du travail. Par ailleurs, nous n'avons observé que 9 applications de formules, 10 mémorisations (l'élève se sert d'une information mémorisée) et 6 prévisions faites lors de l'activité.

Dans une réponse donnée d'un élève, il peut se trouver que ces éléments appartiennent à plusieurs catégories. Par exemple, l'élève peut décrire son observation et l'interpréter lors de son intervention. Ainsi : « la tache est de couleur orangée, c'est celle du cuivre » fait apparaître une observation de la tache lors du versement de la solution d'acide nitrique sur la lame de fer (la tache est de couleur orangée) et d'une interprétation de cette observation (c'est celle du cuivre).

Figure 3 - Catégorisation des interventions réactives des élèves lors d'un corrigé d'activité expérimentale



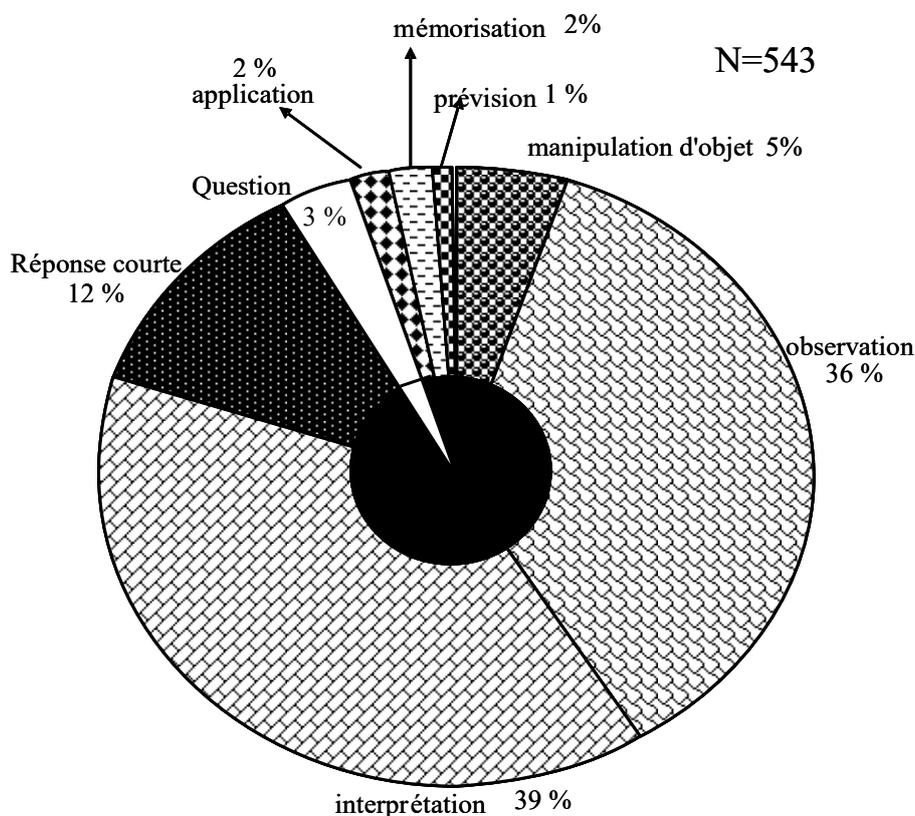
⁷ Traduction de la citation par l'auteur : Les questions des enseignants à l'intention des élèves ont eu pour effet immédiat d'obtenir une réponse de l'élève à un sujet scientifique, ainsi que d'autres fonctions telles que le maintien du contrôle des élèves et la qualité des sujets de discussion.

Tableau 3 - Des exemples des différentes catégories d'interventions d'élèves dans la séance de débriefing de type corrigé

Interventions des élèves	Exemples
Question	<i>P : au début de la transformation au début de l'expérience on met de l'eau et du calcium dans un tube à essai et on observe après la transformation qu'il y a des ions hydroxydes du dihydrogène et des ions calcium d'accord alors tout le monde peut écrire une phrase bilan(?)</i> <i>E : madame on ne peut pas les représenter sous une équation (?)</i> L'élève pose une question à l'enseignant
Description	<i>Prof : on a mis du cuivre et de l'acide nitrique et alors qu'est ce qu'on observe (?)</i> <i>E : c'est devenu bleu</i> L'élève évoque ce qu'il a observé dans l'activité
Interprétation	<i>Prof : [...] est ce que ça va maintenant si on dit le morceau de cuivre a disparu (?)</i> <i>E : le cuivre il se dissout</i> <i>Prof : non il ne se dissout pas</i> <i>E : il se transforme</i> L'élève décrit son interprétation à une observation faite (la disparition du cuivre)
Manipulation d'objet	<i>Prof : Alors on va voir ensemble peut être ce qui se passe/ce qui nous permet de dire ce TP / donc tout le monde a eu quasiment/ donc qu'est ce qu'on a fait au cours de ce TP</i> <i>E : on a mis du cuivre et de l'acide nitrique</i> L'élève évoque les objets qu'il a manipulés lors de son travail
Réponse courte	<i>Prof : des anions et des cations / si on mélange 2 solutions qui contiennent des anions et des cations des fois il y a un précipité pas toujours d'accord / donc ici est ce qu'il y a un précipité</i> <i>E : non</i> L'élève fait un choix (oui ou non) dans des items énoncés par l'enseignant.
Application	<i>Prof : (K)1 pour le Cl comment ça s'écrit la structure/ alors E1</i> <i>E1 : (K)2</i> <i>Prof : alors (K)2</i> <i>E1 : (L)8</i> <i>Prof : (L)8</i> <i>E1 : et (M)7</i> L'élève applique une formule ou utilise une règle (l'écriture de la structure électronique d'un atome) pour donner sa réponse.
Mémorisation	<i>Prof : [...] vous devez maintenant dans vos connaissances connaître la caractérisation des trois gaz que l'on rencontre souvent allez E2 tu me dis les trois gaz comment on les caractérise déjà que sont les gaz qu'on rencontre souvent en TP (?)</i> <i>E2 : CO₂</i> <i>Prof : CO₂</i> <i>E2 : H₂</i> <i>Prof : H₂</i> <i>E2 : et O₂</i> <i>Prof : O₂ allez E2 maintenant qu'on t'a donné les trois gaz CO₂ comment je le caractérise</i> <i>E2C : à l'eau de chaux</i> L'élève se sert dans sa réponse d'une mémorisation d'une connaissance (les gaz qu'ils retrouvent en TP au niveau de la classe de seconde).
Prévision	<i>Prof : et H₂/ maintenant on pense qu'on met Mg dans l'eau qu'est ce qu'on obtient</i> <i>E : Mg²⁺</i> <i>Prof : Mg²⁺</i> <i>E : HO⁻</i> <i>Prof : HO⁻</i> <i>E : H₂</i> L'élève prévoit une situation future (le magnésium, qui se trouve dans la même colonne du tableau périodique) après l'observation d'un ensemble de données (le calcium dans l'eau).

La figure 4 fait apparaître qu'il y a eu 97 % de réponses et 3 % de questions de la part des élèves. Si nous regardons la distribution des réponses, nous remarquons ainsi 39 % d'interprétations et 36 % de descriptions d'observations faites lors des activités. Les 543 interventions des élèves (524 réponses et 19 questions) sont à rapprocher des 410 questions texte et hors texte. Sur 3 enseignants et 11 débriefings, chaque question s'est traduite par une intervention de la part de l'élève. Nos transcriptions montrent que les autres centaines d'interventions sont à rapprocher des 115 échanges enchâssés où l'enseignant se rapprochait d'un élève pour demander à basse voix, parfois, des précisions sur sa réponse.

Figure 4 - Les différentes interventions des élèves suite aux questions de l'enseignant.

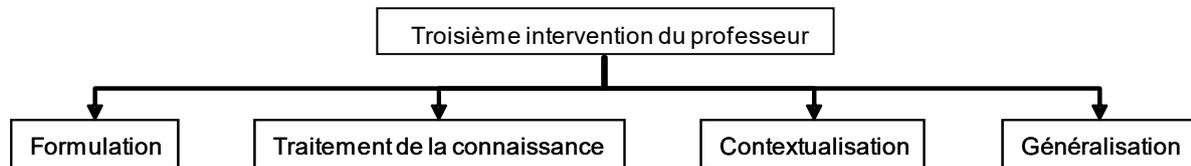


Nous avons trouvé que suite à une question de type « texte » de la part de l'enseignant, les élèves répondaient par une description d'une observation (49%) et une interprétation (38%). L'énoncé de la tâche demande la plupart du temps de décrire les observations faites lors de l'activité et de les interpréter, ce qui explique nos résultats. Les élèves répondaient en donnant une réponse courte (75%) ou en appliquant (25%) du savoir pré requis à la suite d'une question de simplification. L'enseignant décompose une question complexe en sous-questions afin que les élèves puissent répondre ou utiliser des savoirs pré requis pour parvenir à la réponse demandée. L'enseignant, à travers les questions « méta », de contexte et de relation, stimule les élèves afin qu'ils répondent en interprétant leur observation.

- *Catégorisation de la troisième intervention : l'intervention de l'enseignant*

Après la question de l'enseignant et la réponse (ou rarement la question) de l'élève, l'enseignant fait une intervention. Il s'agit de la troisième intervention (E) de l'échange ternaire. L'étude de cette troisième intervention de l'échange ternaire est basée sur l'hypothèse que l'enseignant analyse, commente ou évalue la réponse de l'élève pour ensuite continuer la discussion avec la nouvelle question I. Nous avons choisi de considérer que l'enseignant pilote les échanges en fonction du point de vue scientifique qu'il doit enseigner. Dans ce cas l'enseignant pouvait s'intéresser aux connaissances que l'élève venait de mettre en œuvre, ou à leur formulation. Les deux catégories peuvent coexister dans la même intervention. Conformément à ce qui a déjà été observé en classe (Scott & Mortimer, 2002) nous avons également choisi deux autres catégories, l'une porte sur le cas où l'enseignant contextualise une connaissance, et l'autre sur celui où il la généralise (Fig.5). Finalement, nous les regroupons dans quatre catégories, suivant que l'enseignant intervient sur les termes de la réponse de l'élève (formulation), sur les connaissances mises en jeu par l'élève (traitement), ou sur le fait qu'il contextualise, ou qu'il généralise des éléments de la réponse.

Figure 5 – Catégorisation de la troisième intervention de l'échange ternaire



Notre intérêt pour ces deux dernières catégories vient du fait que nous inférons que l'utilisation de ce qui a été fait avec l'expérience, pour être employé comme contexte donné, ou pour être la base pour des rapports plus généraux, peut être un moment critique de l'enseignement et de l'étude. Le choix de ces deux dernières catégories a été guidé par l'importance, en science, du rôle complémentaire que jouent deux types de connaissances, le modèle, et le champ expérimental : Contextualisation et généralisation consistent en effet à aller d'un type à l'autre, dans un sens ou dans l'autre.

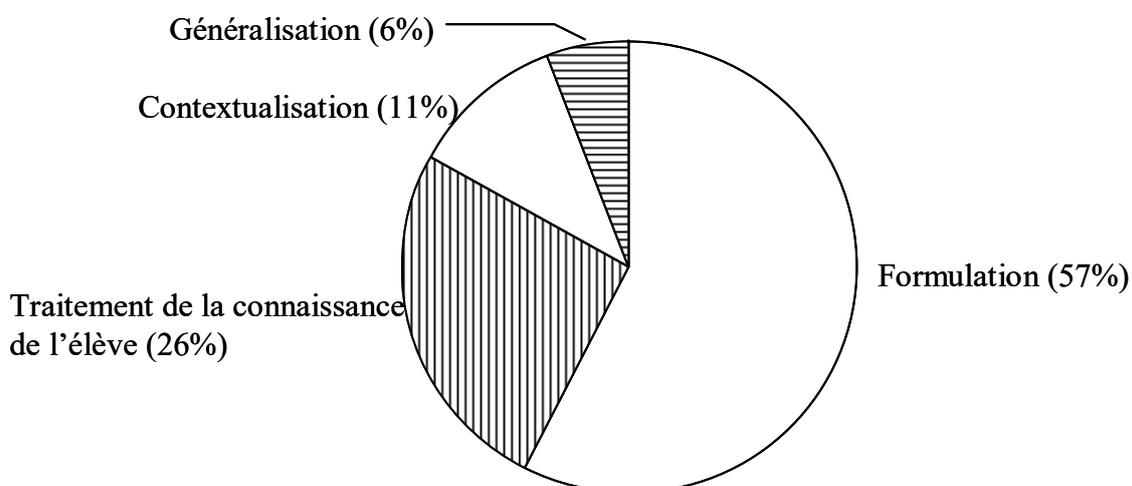
Dans une troisième intervention donnée d'un enseignant, il peut se trouver plusieurs catégories. Par exemple : « d'accord donc grâce à la phénolphtaléine ici on a dit qu'on identifie l'ion hydroxyde, est-ce que c'est un anion ou un cation ? » fait apparaître un jugement sur la connaissance (le « d'accord »), une formulation (ce qui suit) et une nouvelle question.

Suite aux 524 réponses d'élèves, nous avons observé 791 interventions des enseignants en tout, catégorisés en 454 formulations (57%), 204 traitements de la connaissance (26%), 86 contextualisations (11%) et 47 généralisations (6%). Ces chiffres montrent l'importance donnée à la formulation (Fig. 6). Nous avons aussi constaté que la contextualisation et la généralisation se répartissaient souvent sur plusieurs échanges ternaires alors que les formulations et les traitements de connaissance étaient complétés dans un même échange ternaire.

- Les formulations au nombre de 454 sont à rapprocher des 410 questions texte et hors texte. Sur 3 enseignants et 11 débriefings, chaque question s'est traduite par une reformulation de la réponse de l'élève. Ces 454 formulations se répartissent en 340 répétitions de ce qu'a dit l'élève, 10 répétitions d'une partie seulement, 41 réelles reformulations (avec d'autres termes pour exprimer la même idée), 62 récapitulations, et 1 reprise d'une phrase d'une réponse d'un échange ternaire antérieur. L'abondance des répétitions permet de s'assurer que toute la classe a bien entendu la réponse de l'élève et doit être comparée aux seules 10 répétitions partielles. Celles-ci peuvent être considérées comme un tri de l'information contenue dans la réponse de l'élève, tri qui n'est que rarement fait. Les 41 reformulations et les 62 récapitulations, qui apportent effectivement de l'information, constituent seulement 13,1% des évaluations.

- Parmi les 204 traitements de la connaissance, les enseignants ont, par 89 fois, porté un jugement sur la connaissance, ils ont, 65 fois, utilisé la connaissance de l'élève et, 50 fois, ajouté des connaissances qui n'étaient pas dans la réponse. Ces deux dernières catégories totalisent 115 interventions et constituent l'apport effectif de connaissances des enseignants. Ce chiffre, vaut pour les 11 débriefings étudiés. Il constitue un faible apport dans les séances. Enfin, nous avons observé 86 contextualisations et 47 généralisations qui constituent aussi des moments importants de l'apprentissage, où la relation entre le champ expérimental et le modèle est centrale. Nous pensons que ces chiffres dépendent fortement du type de tâche et du champ scientifique dans lequel l'étude est effectuée, en relation avec l'importance du modèle dans la tâche.

Figure 6 – Les différentes évaluations de l'enseignant après une réponse de l'élève



La figure 6 montre l'importance donnée à la formulation dans la troisième intervention de l'enseignant. Le traitement de la connaissance occupe seulement une petite partie du temps d'enseignement. La contextualisation et la généralisation qui sont fondamentales occupent une petite partie dans le dialogue. Du point de vue des enseignants - l'information a été obtenue pendant les différentes réunions du groupe SESAMES - beaucoup d'élèves s'ennuient pendant de telles discussions. Notre analyse peut aider à comprendre ce sentiment. Les élèves connaissent 22,7% des questions (les questions textes) et 44,8% des questions sont en rapport avec ce qu'ils ont vu et fait lors de l'activité. D'ailleurs, l'enseignant passe beaucoup de temps à répéter les réponses des élèves. Les élèves, pendant leurs interventions, décrivent et interprètent les observations faites pendant l'activité. Et le traitement de la connaissance prend seulement une petite partie du temps d'enseignement.

■ **Apparition des facettes**

L'étude didactique des débriefings a montré que les facettes de connaissances de l'enseignant étaient presque toutes exprimées dans la troisième intervention. Nous avons constaté que le débriefing d'une même activité ne mettait pas en jeu les mêmes catégories de facettes, ni parfois le même nombre de facettes suivant l'enseignant. De même, si un enseignant corrige une même activité deux fois de suite (avec deux demi-classes), ou deux ans de suite, nous n'observons pas le même nombre de facettes, ni les mêmes catégories de facettes. Pour HE, par exemple, nous avons observé pour le débriefing de l'activité portant sur l'élément chimique, 11 facettes avec un groupe d'élèves et 6 avec le groupe suivant ; et l'année suivante, c'étaient 12 facettes avec un groupe et 16 avec le groupe suivant. Nous pouvons envisager que les facettes dans les troisièmes interventions diffèrent parce qu'elles apparaissent fortement liées aux réponses des élèves, et dépendent donc du contexte d'enseignement. L'analyse concernant les catégories est dans la suite.

● **Cas de la tâche élément chimique**

Lors du débriefing de l'activité correspondante, nous avons constaté que les enseignants ont proposé 24 facettes que nous avons regroupées en catégories : catégorie A pour celles qui concernent la conservation de l'élément chimique, catégorie B pour celles liées à une transformation chimique, et catégorie C pour les caractéristiques de l'élément chimique. Chaque enseignant, pendant le débriefing corrigé, a utilisé entre 6 et 12 facettes. Seules 2 facettes se sont révélées communes à tous les enseignants. Nous avons constaté que, pour ces débriefings, 5 facettes sont utilisées pour traduire l'aspect conservatif de l'élément chimique par exemple :

L'élément chimique cuivre se conserve. Les enseignants ont utilisé également 13 facettes pour traduire les changements liés à une transformation chimique par exemple : L'élément chimique cuivre change de couleur, et 6 facettes sur les caractéristiques de l'élément chimique comme par exemple : Le nombre [d'élément chimiques] est conservé, etc. (A, B et C sont les groupes de facettes précédemment définis). Les enseignants ont utilisé des facettes différentes qui font partie des 3 catégories et ont répété certaines facettes plusieurs fois.

- *Cas de la tâche modèle de Lewis*

La séquence d'enseignement incorporant l'introduction du modèle de Lewis a été légèrement différente pour les deux enseignants HE et MC que nous avons observés (Tab.4). HE a donné le texte du modèle⁸ à lire à la maison, accompagné de quatre questions, avant de l'utiliser en classe. La préactivation (la correction de ces quatre questions avant de proposer aux élèves de traiter la tâche) a duré 6 min 50 s et 6 min 53 s pour chaque demi-classe. Puis les élèves ont réalisé la première tâche de la séance en 11 min pour les élèves de HE, et 20 min pour ceux de MC. Chaque enseignant a corrigé l'activité, en 10 min 05 s et 12 min 37 s pour HE, et en 9 min 04 et 7 min 01 s pour MC. Plusieurs différences de durées apparaissent dans le tableau 3. Elles s'expliquent de la façon suivante : (1) les élèves de HE ont été plus rapides que les élèves de MC qui n'avaient pas préactivé le modèle. (2) Le débriefing a duré plus longtemps chez HE que chez MC, car HE a fait en sorte de laisser fréquemment la parole aux élèves, nous décomptons 30 et 38 échanges ternaires, alors que MC (qui s'est ensuite dite pressée par le temps) ne questionnait la classe qu'après de longs monologues. Il n'y a eu que 9 et 7 échanges ternaires. Pour autant, le nombre de facettes apparues pour ces deux collègues est peu différent (voir Tab. 5), attestant d'un contenu proche.

Tableau 4 – Déroulement de la séance et durée des différentes phases pour deux demi-classes

Enseignant	Introduction du modèle	Préactivation	Activité	Debriefing
HE	A la fin de la séance précédente, et accompagné de 4 questions	6 min 50 s 6 min 53 s	10 min 27s 9 min 00 s	10 min 05 s 12 min 37 s
MC	Au début de l'activité	non fait	20 min 07s 27 min 43s	9 min 04 s 7 min 01 s

Nous avons constaté que les enseignants utilisaient entre 16 et 21 facettes que ce soit pour une préactivation ou un débriefing (voir Tab. 5). Ces facettes étant variables d'un enseignant à l'autre et d'un débriefing à l'autre il en résulte que 100 facettes sont mises en jeu au total. C'est un grand nombre de facettes en comparant avec celles de l'élément chimique. La raison de l'abondance des facettes retrouvées dans les débriefings semble liée au fait que cette tâche met en jeu le texte d'un modèle. En termes de facettes, ce texte en contient 18 dont 1 est commune avec le texte de la tâche (Annexes 1, 2 et 3). Sur les 100 facettes utilisées par les 2 enseignants lors de 2 préactivations, 4 débriefings et 1 cours, peu de facettes sont strictement présentes dans le modèle (entre 2 et 8 suivant les cas – Tab.5). Cela indique que la plupart des facettes apparaissant dans les discours des enseignants sont spontanément formulées. Nous constatons que l'ordre de grandeur du nombre de facettes dans chaque situation est proche de celui présent dans le texte du modèle. Cela peut laisser penser que le modèle de Lewis, quelle que soit la situation (débriefing ou préactivation), requiert l'usage d'une vingtaine de facettes.

⁸ Le texte du modèle introduit de nombreuses notions nouvelles correspondant à des connaissances théoriques. Il contient les définitions d'un certain nombre de concepts sensibles : molécule, liaison covalente, doublets d'électrons liants et non liants, électrons, couches électroniques, règle du duet et de l'octet, et d'ions monoatomiques.

Tableau 5 - Nombre de facettes du modèle utilisées par chaque enseignant dans chaque situation, et nombre total de facettes totales

(ML)	HE Préact 1	HE Corrigé 1	HE Préact 2	HE Corrigé 2	MC Corrigé 1	MC Corrigé2
Facettes du modèle	4	8	4	7	6	2
Facettes totales	15	19	19	21	19	16

- *Cas de la tâche classification périodique*

Nous avons compté 4 facettes lors du débriefing fait par HE : 2 facettes mises en jeu 2 fois : « on change de ligne quand on arrive à une couche », et « les éléments de la dernière colonne forment la famille des gaz rares ou nobles » ; 5 facettes pour MC : une seule facette répétée 5 fois « les éléments d'une même colonne réagissent de façon similaire » ; et 3 facettes pour DI (une seule facette 3 fois, la même que MC). Si l'on compare cette tâche avec celle relative au modèle de Lewis, il apparaît plus de facettes différentes dans le débriefing de l'activité portant sur le modèle de Lewis que celle portant sur la classification périodique : 6 facettes différentes pour le premier groupe d'élèves et autant pour le deuxième groupe pour HE ; 4 pour le premier groupe et 5 pour le deuxième groupe pour MC. Cette abondance de facettes utilisées par les enseignants dans le débriefing portant sur le modèle de Lewis, comparée à la classification périodique, peut se comprendre parce qu'ils disposent du texte d'un modèle, et que la tâche a explicitement questionné ce modèle. Ce n'est pas le cas de la tâche portant sur la classification périodique. Cette différence de structure de tâches montre ces effets jusque dans son débriefing. Nous avons aussi constaté, lors du débriefing de l'activité classification périodique, des facettes relatives à des concepts de chapitres antérieurs. Il s'agit là d'une observation sur la continuité du savoir (Tiberghien & al. 2007 a et b) pendant un enseignement par activités. Nous pouvons dire que c'est une activité spécifique du débriefing et pas nécessairement du débriefing-corrigé. Par exemple dans le corrigé en classe entière de l'activité portant sur la classification périodique, nous avons trouvé 38 facettes pour HE dont 12 sont des facettes déjà utilisées lors du débriefing de l'activité portant sur l'élément chimique, et 10 avec celui portant sur le modèle de Lewis.

Pour conclure sur l'analyse en termes de facettes de connaissances, nous avons constaté que le corrigé d'une même activité ne mettait pas en jeu les mêmes facettes, ni parfois le même nombre de facettes suivant l'enseignant. Une variété de facettes a été utilisée par les enseignants pour un même thème. Pour un thème donné par exemple le modèle de Lewis nous avons trouvé une abondance de facettes. Cette abondance de facettes utilisées par les enseignants peut se comprendre par le fait qu'ils disposent du texte d'un modèle, et que l'activité a explicitement questionné ce modèle.

6. Remarques et implications pour l'enseignement

- *L'enseignant et le manuel scolaire*

Nous avons constaté la grande hétérogénéité de l'évocation des connaissances en classe, d'une activité à l'autre, d'un enseignant à l'autre pour un sujet, et pour un même enseignant d'une séance à l'autre. Pour que l'élève s'y retrouve, c'est-à-dire pour qu'il ne manque pas d'informations indispensables, il semble nécessaire qu'il puisse se référer à un texte du savoir adapté et complet. Une alternative et proposition, dont la pertinence reste à vérifier, peut être d'expliquer à l'élève comment utiliser le manuel scolaire qui contient un texte de savoir. La relation entre la séance faite en classe et le manuel, n'est donc peut-être pas immédiate et la relation entre l'élève et le manuel pourrait utilement être prise en charge par l'enseignant, en classe. Dans les pratiques courantes, le manuel est souvent un outil de travail personnel de l'élève. Il n'est partagé avec l'enseignant que pour la seule utilisation des exercices. Il y a là une marge d'évolution pour les pratiques enseignantes, à savoir considérer que l'utilisation du manuel, lequel a été prescrit par l'enseignant, soit guidée par celui-ci.

■ Pistes pour d'autres formes de débriefing

Organiser un débriefing-corrigé d'une activité est donc une idée assez immédiate pour un enseignant. Le 'script' du débriefing est tout tracé et va depuis le suivi stricto sensu du texte de la tâche jusqu'à des dérivés peu éloignés du 'script' de cette tâche. Mais alors, que faire à la suite d'une activité qui a été censée introduire le savoir ? En effet, le mode corrigé n'apparaît pas approprié pour un travail motivant. Nous avons échafaudé, lors des réunions SESAMES, quelques situations potentiellement intéressantes qui pourraient se substituer aux corrigés et où les élèves peuvent garder une trace écrite. Deux propositions peuvent être alors efficaces. L'enseignant peut soit faire écrire les élèves ou les guider à la prise de notes, soit se référer à un texte de savoir (Khanfour-Armalé et La Maréchal, 2009).

Une autre proposition qui peut aussi trouver son efficacité est la préactivation qui précède l'activité. Il s'agit d'exercices mettant en jeu des connaissances de la tâche qui seront repris dans le débriefing. La préactivation précédant l'un des débriefings a réduit sa durée. Ce débriefing a été plus dense qu'un autre en termes de facettes de connaissances, et donc peut être plus motivant. Nous n'avons pas assez de données pour valider cette hypothèse mais la préactivation peut être une piste d'amélioration des débriefings-corrigés.

Conclusion

L'approche linguistique et didactique des débriefings de type corrigé a permis de montrer l'intérêt de cette pratique enseignante, mais a montré ses limites si l'enseignant se restreint à corriger la tâche.

En se laissant guider par le texte de la tâche, il se prive d'une structure différente qui pourrait être plus adaptée pour présenter l'ensemble des connaissances du domaine étudié.

La catégorisation des questions posées par l'enseignant nous a permis de comprendre la relation entre le débriefing de type corrigé et l'activité ainsi que la manière dont les enseignants rapportent leurs questions à celles dérivées de la tâche. Ces questions peuvent être (i) plus concrètes (les questions de contexte), (ii) davantage abstraites (les questions méta), (iii) plus simples (les questions de simplification), ou (iv) plus complexes (les questions de relation). La contextualisation et la généralisation, qui sont fondamentales, occupent une petite partie dans le discours et particulièrement dans l'évaluation de l'enseignant. Les généralisations qui interviennent dans les troisièmes interventions pourraient être l'occasion d'une rupture de l'échange ternaire et faire place à une dictée (commentée) de certaines connaissances, ce qui n'est pas le cas. La structure d'une discussion de classe en échange ternaire (IRE) contraint les élèves qui souhaitent intervenir sous forme de questions à le faire (3% seulement des interventions des élèves sont des questions). Mehan (1982, p.75) a remarqué que les élèves devenaient très tôt habiles pour s'introduire dans la conversation et s'immiscer dans une structure linguistique organisée par un enseignant. Tout s'est donc passé, dans nos études de cas, comme si les enseignants figeaient le format de la discussion.

L'étude didactique des débriefings a montré que les facettes de connaissances de l'enseignant étaient presque toutes exprimées dans les troisièmes interventions. Nous avons constaté que le débriefing d'une même activité ne mettait pas en jeu les mêmes facettes, ni parfois le même nombre de facettes suivant l'enseignant. Le décompte des facettes laisse penser une grande hétérogénéité du fonctionnement des connaissances en classe.

Certains choix méthodologiques, comme la considération de la classe en deuxième interlocuteur et le traitement des échanges enchâssés, peuvent être discutables; toutefois, notre but est de mettre en lumière l'analyse de l'activité de l'enseignant et de ses échanges avec ses élèves lors du débriefing.

Références bibliographiques

- BUTY C. TIBERGHIEU A. & LE MARÉCHAL J.-F. (2004), Learning hypotheses and an associated tool to design and to analyse teaching-learning sequences, *International Journal of Science Education*, vol.26, p.579 – 604.
- BOUCHARD R. (1999), Le dialogue pédagogique : unités pragmatiques et procédés énonciatifs, In Barberis J.-M., *Le français parlé variétés et discours*, Montpellier III : Université P. Valéry, p. 69-8
- BOUCHARD R. (2005), Le “cours”, un événement orographique structuré : Etude des interactions pédagogiques en classe de langue et au delà... , *Le Français dans le Monde : recherche et applications*.
- CARLSEN W.S. (1992), Closing down the conversation: discouraging student talk on unfamiliar science content, *Journal of Classroom Interaction*, vol.27, n°2, p.15-21.
- KERBRAT-ORECCHIONI C. (1996), *La conversation*. Paris : Seuil.
- 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, Université Lumière Lyon 2, Lyon.
- KHANFOUR-ARMALÉ R. (2008), *Structuration par l'enseignant des connaissances construites par des élèves ayant travaillé en autonomie lors d'une activité expérimentale de chimie*, Thèse de doctorat, Université Lumière Lyon 2, Lyon.
- KHANFOUR-ARMALÉ R. (2012), The continuity between the lab work and the post lab session. The Influence on Learning: Progress of Reaction via ICT. *Giornale di Didattica e Cultura della Società Chimica Italiana, La Chimica Nella Scuola* proceedings ICCE-ECRICE, n. 3, 2012, p.429-433.
- KHANFOUR-ARMALÉ R. & LE MARÉCHAL J.-F. (2008), Construire une catégorie grâce à une analogie : Cas du concept d'élément chimique, *Didaskalia*, n°32, p117-157.
- KHANFOUR-ARMALÉ R. & LE MARÉCHAL J.-F. (2009), Représentations moléculaires et systèmes sémiotiques, *Aster* n°48, p. 63-88.
- LE MARÉCHAL J.-F., KHANFOUR-ARMALÉ R., AUBERT I., JEAN-MARIE O., BASTARD H., DUBIEF M.-C., MARET S., NANCY D. (2007), Lien entre les différents aspects d'un concept, cas de l'enseignement de l'élément chimique et de la classification périodique, *Bulletin de l'Union des Professeurs de Physique et Chimie*, Vol. 101, n°. 803, p. 443-454.
- LEPLAT J. (1997), *Regards sur l'activité en situation de travail*, Contribution à la psychologie ergonomique, Paris: PUF.
- MEHAN H. (1982), Le constructivisme social en psychologie et en sociologie, *Sociologies et Sociétés*, vol.XIV, p.77-95.
- 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*, Kiel: IPN. p. 110-128.
- Mortimer, E., & Scott, P. (2003). *Meaning Making In Secondary Science Classrooms*. McGraw-Hill Education (UK).
- SCOTT P. & MORTIMER E.-F. (2002), Meaning making in high school science classrooms: a tool for analysing and planning teaching interactions, Noordwijkerhout. Proceedings of IVth ESERA Conference. Utrecht, p. 1-4.
- SINCLAIR J.-McH. & COULTHARD R.-M. (1975), *Towards an Analysis of Discourse. The English used by teachers and pupils*. Oxford University Press

Annexe 1

Questions proposées aux élèves lors de la phase de préactivation introduite par l'enseignant HE préalablement à la séance portant sur le modèle de Lewis de la liaison covalente (voir Annexe 2 pour le texte du modèle).

- 1) Par quoi représente-on un doublet d'électrons dans la représentation de Lewis ?
- 2) On considère l'atome de carbone de configuration électronique $(K)^2(L)^4$.
 - a. Donner le nombre d'électrons périphériques pour cet atome.
 - b. Cet atome a-t-il une structure en octet ? Expliquer pourquoi à l'aide de l'énoncé correspondant.
- 3) Un doublet non partagé peut-il constituer une liaison chimique covalente, expliquer pourquoi à l'aide de l'énoncé du modèle 3 ?

Annexe 2

Texte du modèle issu de la séquence d'enseignement portant sur le modèle de Lewis de la liaison covalente proposé par les trois enseignants filmés en vue de faire travailler les élèves.

Structure en duet, structure en octet

Un atome ou un ion qui a deux électrons sur sa couche externe K a une structure en duet.

Un atome ou un ion qui a huit électrons sur sa couche externe a une structure en octet.

Règles du duet et de l'octet :

Pour $Z \leq 18$, les atomes qui n'ont pas la structure en duet ou en octet captent, cèdent ou mettent en commun des électrons pour l'acquérir.

LA LIAISON CHIMIQUE : MODELE DE LEWIS

1) Principes de base du modèle de Lewis

Énoncé n°1 - Le modèle de Lewis ne s'intéresse qu'aux électrons périphériques des atomes, c'est-à-dire aux électrons de la dernière couche électronique de chaque atome.

Énoncé n°2 - Dans une molécule, les atomes sont liés par des liaisons chimiques covalentes.

2) Définition de la liaison chimique covalente

Deux atomes liés par une liaison chimique covalente mettent en commun 1 électron chacun. Ces deux électrons mis en commun sont localisés entre les deux atomes ; on représente ces 2 électrons par un trait entre les symboles des 2 atomes : exemple H—Cl.

3) Doublet non liant et doublet liant

Dans les molécules habituelles, tous les électrons sont groupés par paires. Quand une paire d'électrons constitue une liaison chimique covalente, c'est un doublet liant, sinon, c'est un doublet non liant.

On convient de représenter un doublet d'électrons par un trait "—". Un doublet liant, c'est-à-dire une liaison chimique covalente est donc représentée par un trait entre les symboles de 2 atomes, et un doublet non liant est représenté par un trait à côté du symbole d'un atome.

4) Electrons qui entourent un atome

a) Dans une molécule, on appelle électrons qui "entourent" un atome, les électrons des doublets non liants de l'atome et des doublets liants attachés à l'atome. **Attention** à ne pas confondre avec les électrons périphériques de l'atome.

b) Les deux électrons d'un doublet qui lie deux atomes A et B font partie des électrons qui entourent l'atome A et des électrons qui entourent l'atome B.

5) Représentation de Lewis et décompte des électrons

a) La représentation de Lewis d'une molécule est une représentation des atomes et de tous les doublets d'électrons (liants et non-liants) de cette molécule.

b) Le nombre d'électrons qui apparaissent dans cette représentation de Lewis d'une molécule doit être égal à la somme des nombres d'électrons périphériques de chaque atome la constituant.

Ne sont pas concernés par ce modèle :

- Les solides ioniques, par exemple NaCl ou MgO. Ces solides ioniques ne sont pas constitués de molécules mais d'ions.
- Les solides métalliques, par exemple, le fer, le cuivre...
- Quelques molécules qui ne sont pas au programme du lycée exemple SF₆, BF₃...

Conséquences du modèle de Lewis

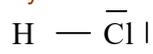
- a) Si l'on représente une molécule dont les atomes ne respectent pas la règle de l'octet, c'est que l'on a commis une erreur.
- b) Il arrive qu'il faille établir des liaisons double ou triple entre certains atomes pour que la règle de l'octet soit satisfaite.
- c) Une molécule est forcément neutre (non chargée).

Annexe 3

Consignes cadrant la première partie de l'activité des élèves dans la séance portant sur le modèle de Lewis.

1) Application du modèle à la représentation de Lewis de la molécule de chlorure d'hydrogène

- a) Combien de liaisons chimiques covalentes y a-t-il dans la molécule HCl ? Justifier à l'aide du modèle.



b) Combien y a-t-il d'électrons dans la représentation de Lewis de cette molécule ?

c) Le (b) de l'énoncé n°5 du modèle est-il vérifié ?

d) Utiliser les énoncés 3 et 4 du modèle pour vérifier que chaque atome de cette molécule respecte la règle de l'octet.