Journées d'Etude
« Activités de l'Enseignant débutant et activités pour débuter »
Nantes, 11-12 Juin 2015

Place de la comparaison et de l'institutionnalisation lors de démarches d'investigation menées par des enseignants débutants de physique-chimie

Olivier Villeret

Maître de conférences en Physique,
ESPE de l'académie de Nantes. Centre de Recherche en Éducation de Nantes (EA 2661 : http://www.cren.univ-nantes.fr/), Structure fédérative Opéen & ReForm *Observation des pratiques éducatives et enseignantes, de la recherche à la formation* : http://www.opeenreform.univ-nantes.fr/).
CREN Université de Nantes,
Chemin de La Censive du Tertre - BP 81227, 44 312 Nantes Cedex 3, France.
olivier.villeret@univ-nantes.fr
Téléphone : 00 33 (0)6 80 99 19 14

RESUME :
En ce qui concerne les sciences physiques au collège et au lycée, les instructions officielles de l'éducation nationale incitent fortement les enseignants à mettre en place des démarches d'investigation dans leurs cours (Grangeat, 2011; Villeret, O. & Munoz, G. 2013). Les enseignants débutants du master MEEF PC (Métiers de l'Enseignement et de la Formation option Physique-Chimie) dont la formation est basée sur l'immersion forte en établissement et sur l'analyse de pratique réflexive sont donc formés à concevoir et mener de telles démarches. On adoptera ici une approche didactique croisée articulant didactique des sciences physiques centrée sur les contenus (savoirs et compétences) notamment la problématisation (Fabre, 1999, 2011 Fabre & Musquer, 2009) et didactique professionnelle basée sur l'analyse de l'activité (Clot 2005, Pastré, 2011). Il s'agit d'étudier chez ces débutants les phases de comparaison et d'institutionnalisation prenant place dans la démarche d'investigation qu'ils proposent. Notre recherche prend appui sur des études de cas à partir des films réalisés pendant les deux années de formation (M1 et M2) d'une promotion d'enseignants débutants à l'ESPE. Nous disposons des enregistrement filmés à la fois de leurs préparations de cours basés sur la démarche d'investigation, de leur gestion du cours et aussi des séances de "debriefing à chaud" ou des séances "d'autoconfrontations croisées" à froid qui suivent le cours. Les premiers résultats montrent que les phases étudiées ne font a priori pas partie de la démarche d'investigation, la démarche étant réduite aux seules phases d'émissions d'hypothèses, d'élaboration de protocole et d'investigation. La phase de comparaison est souvent escamotée à cause d'un tutorat trop serré de la part de l'enseignant débutant. La phase d'institutionnalisation est parfois également disséminée au cours de la démarche. On discutera les résultats observés sur ces deux phases.

MOTS CLES :
Enseignant débutant, Physique-Chimie, Démarche d'Investigation, Autoconfrontation, Institutionnalisation

Cet article s'inscrit dans notre recherche plus générale sur la formation à la démarche d'investigation chez les enseignants débutants de Physique Chimie. En ce qui concerne les sciences physiques au collège, les instructions officielles de l'éducation nationale données au Bulletin Officiel de l'Education Nationale (BOEN, 2008) incitent fortement les enseignants à mettre en place des démarches d'investigation (D.I.) dans leurs cours (Grangeat, 2011, Villeret & Munoz 2013). Il apparaît donc raisonnable de former les étudiants du master MEEF PC (Métiers de l'Enseignement, de l'Education et de la Formation option Physique-Chimie) à concevoir et mener de telles démarches. Nous nous focaliserons dans cet article sur deux des phases importantes de la démarche la comparaison et l'institutionnalisation afin de voir comment elles sont réellement mises en œuvre et nous en tirerons quelques idées pour la formation.

1. PROBLEMATIQUE ET CADRE THEORIQUE

Après avoir rappelé la prescription ministérielle sur la D.I. et notamment en ce qui concerne les phases de comparaison et d'institutionnalisation nous étudierons dans cet article comment les enseignants débutants étudiés les réalisent dans la démarche d'investigation qu'ils proposent.

On adopte ici une approche didactique croisée articulant didactique des sciences physiques centrée sur les contenus et notamment la problématisation (Fabre, 1999, 2011 Fabre & Musquer, 2009) et didactique professionnelle basée sur l'analyse de l'activité (Clot 2005, Pastré, 2011). Notre recherche prend place dans le contexte d'une formation basée sur l'immersion forte en EPLE (Etablissement Public Local d'Enseignement) et sur l'analyse de pratique réflexive, elle essaie de mettre en évidence des obstacles à la mise en place des phases de comparaison et d'institutionnalisation afin d'aider les étudiants à mieux construire ce type de séances.
Pour Michel Fabre, qui s'appuie sur l'étude du problème chez Dewey, Bachelard, Deleuze et Meyer (Fabre 2011) la problématisation consiste à poser et construire le problème (en mettant en évidence les données et les conditions du problème et en les mettant en tension) avant de le résoudre. On peut considérer que préparer et effectuer un cours constituent une problématisation pour un enseignant débutant

2. METHODOLOGIE

2.1. L'analyse à chaud et l'autoconfrontation hybride

Nous avons suivi durant leurs deux années de master (master MEEF Métiers de l'Enseignement de l'Education et de la Formation option physique-chimie) un groupe de dix huit étudiants lors de leur formation à la D.I. Les études de cas porteront ici sur 2 de ces étudiants. Cette formation est composée pour chacune des deux années d'une séance de 3h de réflexion sur la DI (prise de représentation, étude des textes institutionnels, discussion collective pour faire le point sur les acquis) d'une séance de préparation de cours en petit groupe (4h), de quatre séances d'effectuation-observation (4 x 1h) et de deux séances de débriefing (2 x 4h). Les thèmes abordés sont variés, nous étudierons dans cet article des séances en classe de cinquième en électricité (circuit série et parallèle) et chimie (chromatographie). Toute la procédure (préparation, effectuation, débriefing) est filmée et notre recherche s'appuie sur ces documents (années 2013-2014 et 2014-2015). Les cours sont

préparés par groupes de quatre, ils sont réalisés par un étudiant du groupe et observé par l'ensemble des étudiants (jusqu'à 12 étudiants au fond de la classe). Deux types de débriefings après les cours sont pratiqués avec les étudiants. Le débriefing à chaud a lieu dans l'heure qui suit l'observation. L'étudiant qui a fait le cours fait l'analyse en premier, puis c'est au tour des étudiants ayant préparé le cours avec lui, puis aux autres étudiants, au professeur de la classe et au formateur qui complète l'analyse et fait le lien avec les références théoriques en didactique et en pédagogie. Cette structure de prise de parole permet aux étudiants de s'exprimer et de s'initier à la réflexivité et au formateur d'observer la progression des étudiants quant à leur analyse des situations rencontrées. Le débriefing différé a lieu une semaine après le cours. Les étudiants disposent trois jours après le cours (quatre jours avant le débriefing) du film et de la transcription de la séance à laquelle ils ont assisté. Ils doivent en faire l'analyse. Le débriefing peut s'effectuer selon trois modalités. 1) Autoconfrontation simple faite par l'étudiant ayant effectué la séance (il analyse les passages de la vidéo qu'il juge intéressant). 2) Autoconfrontation croisée faite par les étudiants du groupe (les étudiants du groupe analysent les passages qu'ils jugent intéressants). 3) Autoconfrontation croisée hybride où l'arrêt sur image peut-être aussi provoqué par le formateur pour discuter un point qu'il juge important pour la formation, on est alors plus dans un but formatif que compréhensif. L'avantage de ces techniques d'autoconfrontations sur une simple analyse réflexive de pratique est selon Mollo et Falzon (2004) qu'elle « *vérifie les critères de vérité, d'exhaustivité et de fidélité* ». Pour une heure de cours l'analyse dure environ deux heures. L'analyse de pratique est très encadrée du point de vue déontologique. La confidentialité est impérative et toutes les analyses sont faite dans le plus grand respect des personnes observées et analysées. Pour cette recherche nous disposons également de films tournés lors des visites de stage lorsque le contenu du cours effectué avait trait à la DI.

Les verbatim seront présentés en italique et référencés de la manière suivante : la référence (V 04 52.34 F) présente l'indication de la cassette (ici V 04), le moment de l'enregistrement sur la cassette en minutes et secondes (ici 52.34) et la personne qui parle (ici P l'étudiant professeur ou un élève E ou encore la tutrice T de l'étudiant professeur).

2.2. Présentation succincte des deux études de cas

Nous présentons ci-dessous le synoptique des deux études de cas.

Etude de cas n°1 en électricité : l'intensité en circuit série ;
Situation : On dispose d'un circuit série comportant un générateur, une lampe L1 et une lampe L2. La lampe L1 est reliée à la borne + du générateur et brille plus que L2.
Question initiale d'un élève élève : Pourquoi le générateur donne plus d'intensité à L1 ?
Question finale (induite par P) : Est-ce que le générateur donne plus d'intensité à L1 ?
Protocoles (induits) : Protocole 1 : Mettre 3 ampèremètres et mesurer
Protocole 2 : Identique au protocole 1 avec inversion des pôles + et -
Etude synoptique de la phase d'institutionnalisation
a) Existence : Oui il existe une phase « canonique » d'institutionnalisation.
b) Forme, nature : Discussion classe entière puis écriture d'une phrase au tableau par l'enseignant, les élèves recopient la phrase sur leur cahier. « Dans un circuit en série l'intensité du courant est la même partout. [Puis ajouté par l'enseignant seul] C'est la loi d'unicité de l'intensité. Ne change pas si inverse l'ordre des dipôles ».
c) Qui est responsable ? Enseignant écrit la phrase dictée par élève (mais déjà préparée avant).
d) Lien avec la situation problème : Paraît éloignée de la question
e) Durée de la phase

Durée du cours (de 00.21 à 53.05) soit 52,73 minutes. Durée (de 47.22 à 51.34) soit 4,2 Proportion 7,96%

Etude de cas n°2 en chimie : Analyse d'un mélange liquide en chomatographie.
Situation : Monsieur X est retrouvé mort après avoir bu un verre de menthe à l'eau (couleur verte). Comment faire pour savoir si un poison (de couleur rouge) a été glissé dans le verre ? Un film présente ensuite une chromatographie d'une couleur verte composée de jaune et de bleu.
Question : Monsieur X a-t-il été empoisonné ?
Protocole : Protocole 1 : En fait refaire la manipulation du film
Etude synoptique de la phase d'institutionnalisation
a) Existence : Oui il existe deux phase « canoniques » d'institutionnalisation.
b) Forme, nature : Première phase après passation d'un film sur la technique chromatographique avec écriture d'un schéma au tableau par l'enseignant. Deuxième phase discussion finale.
c) Qui est responsable ? Enseignant écrit le schéma et fait les phrases finales.
d) Lien avec la situation problème : Confus
e) Durée de la phase
Durée du cours (de 01.02 à 80.01) soit 78,98 minutes
Durée phase 1 (de 21.39 à 37.41) soit 16,03 Proportion 20,29%
Durée phase 2 (de 72.48 à 80.01) soit 7,22 Proportion 9,16%

3. ANALYSE DE LA PRESCRIPTION

Amigues (Amigues, 2009) nous dit qu'il est important de faire l'analyse d'une prescription avant de voir la façon dont elle est mise en œuvre. En ce qui concerne les sciences physiques, on trouve la prescription de la démarche d'investigation de manière diffuse dans tous les programmes depuis 2008 et de manière explicite dans le programme officiel du collège. La prescription est explicitée dans le B.O. spécial n°6 du 28 août 2008. Dans le paragraphe III (p4) les prescripteurs donnent un certain nombre de repères sur la démarche qu'ils préconisent, puis ils proposent un canevas d'une séance d'investigation en sept moments essentiels. Ils précisent que c'est par commodité de présentation que ces sept moments essentiels ont été identifiés (intérêt méthodologique et non heuristique) : 1) Choix d'une situation problème, 2) Appropriation du problème par les élèves, 3) Formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles, 4) Investigation ou résolution du problème conduite par les élèves, 5) Echange argumenté autour des propositions élaborées, 6) Acquisition et structuration des connaissances, 7) Mobilisation des connaissances

Ce que nous avons appelé phase de comparaison et phase d'institutionnalisation correspond donc aux cinquième et sixième « moments » de la prescription.
Pour les concepteurs des programme la phase de comparaison « échange argumenté autour des propositions élaborées » est très importante puisqu'elle permet à la fois de travailler sur les résultats scientifiques (« communication au sein de la classe des solutions élaborées, des réponses apportées, des résultats obtenus, des interrogations qui demeurent », « confrontation des propositions, débat autour de leur validité, recherche d'arguments) et donc sur la construction de concepts, sur la modélisation mais aussi sur la méthodologie employée et de porter une réflexion épistémologique sur le rôle du chercheur. Du point de vue de la problématisation on peut ici tracer les trajectoires qui conduisent de la position à la construction et à la résolution du problème par les différents groupes.

La phase d'institutionnalisation « acquisition et structuration des connaissances » est elle aussi très importante. L'enseignant peut ici se poser la question de la structuration des connaissances. Comment arriver à exploiter au mieux le travail de problématisation des élèves à la fois dans les concepts et modèles construits (« mise en évidence, avec l'aide de l'enseignant, de nouveaux éléments de savoir (notion, technique, méthode) utilisés au cours de la résolution », « reformulation écrite par les élèves, avec l'aide du professeur, des connaissances nouvelles acquises en fin de séance », mais aussi dans les démarches employées, les institutionalisations tenant compte des démarches effectuées par les élèves « confrontation avec le savoir établi (comme autre forme de recours à la recherche documentaire, recours au manuel) en respectant des niveaux de formulation accessibles aux élèves, donc inspirés des productions auxquelles les groupes sont parvenus ». Cette phase peut-être aussi un développement de la précédente (« recherche des causes d'un éventuel désaccord, analyse critique des expériences faites et proposition d'expériences complémentaires »)

Nous avons par ailleurs fait une analyse du contenu de cette prescription (Villeret, O. 2014) et nous avons mis en évidence sept caractères fondamentaux qui concernent les contenus et les modalités de mise en œuvre. Trois de ces caractères impliquent directement les phases que nous étudions, nous indiquons entre parenthèse en quoi les phases de comparaison et d'institutionnalisation sont concernées.
1) Le caractère socioconstructiviste de la démarche (crée des déséquilibres cognitifs, permet discussion au sein de la classe des solutions élaborées, des résultats obtenus, des interrogations qui demeurent, recherche du débat argumentatif, de la confrontation des propositions) ; 2) Le caractère d'universalité aux sciences ; 3) Le caractère non systématique de la démarche ; 4) La liberté d'initiative pour l'enseignant ; 5) Le caractère finaliste sur la mise en place de connaissances scientifiques, ici c'est la phase d'institutionnalisation qui est directement concernée (la séance d'investigation se conclut par des activités de synthèse et de structuration) ; 6) Le caractère finaliste sur la mise en place de connaissances épistémologiques, ici les deux phases (surtout la comparaison) sont concernées. La démarche doit déboucher sur des connaissances épistémologiques. L'analyse des hypothèses et des protocoles proposés, la compréhension fine des méthodes utilisées, l'analyse des résultats (mêmes négatifs) et la confrontation de ceux ci aux hypothèses en sont des moyens. La recherche de preuves, les confrontations entre groupes, la recherche des causes d'éventuels désaccords, l'analyse critique des expériences, les propositions d'expériences complémentaires font travailler l'esprit critique des élèves qui analysent comment fonctionnent les sciences. 7) Le caractère finaliste d'accès à l'autonomie des élèves.

4. RESULTATS ET DISCUSSION SUR LA PHASE DE COMPARAISON

Nous avons observé sur les deux études de cas que nous présentons ici des obstacles à la mise en place d'une phase de comparaison pertinente. L'existence même de cette phase est souvent compromise par un tutorat (au sens de Bruner) extrêmement fort mis en place par l'étudiant qui tout en souhaitant que l'élève problématise souhaite aussi aller « le plus rapidement possible » vers la solution. Bien sur l'action sur la phase de comparaison à es répercussions sur la phase d'institutionnalisation.

4.1. Le tutorat fort pendant la phase de recherche empêche la formation d'une phase de comparaison

L'enseignant qui a posé la situation problème sait où il va… et il souhaite que tous les groupes arrivent à la « bonne solution ». Malgré un discours militant sur « le statut de l'erreur », qui reprend à son compte les éléments de la formation « l'erreur est normale, l'erreur est une chance, l'erreur sert à construire le savoir… » le « patrouillage » de l'enseignant n'est pas utilisé pour regarder l'avancée des groupes, faire une typologie des erreurs et les travailler dans une phase de comparaison mais pour faire un tutorat très serré sur tous les groupes… qui arrivent à trouver le bon résultat et donc éviter une « perte de temps » lors d'une phase de comparaison. L'intérêt de cette phase n'est visiblement pas bien comprise.

C'est ce que dit dans un débriefing l'enseignante tutrice (T 95 56.15 T)
« …quand on débute on est souvent comme ça, notre défaut c'est on sait où on va, et on veut y aller, et les élèves et ben on va les prendre, et pis un peu comme les chiens de berger là hop, faites, on les ramène vers… »
« *l'histoire des 3 ampèremètres c'est toi qui leur a imposé, parce que si tu écoutes bien les élèves, donc plus vers le fond ils en avaient mis qu'un, va savoir pourquoi ils l'avaient mis en dernier, après devant y'en a une qui t'as dit ben non on va le mettre au milieu et puis quelqu'un t'as dit ben on va le mettre en premier, bon, pis finalement t'as vu ils étaient même pas d'accord entre eux et au lieu de dire « ben écoute t'es pas d'accord ok tu gardes ton idée puis on y va » t'as dit « bon, ben on va voir, vous mieux garder cette idée là comme ça vous allez voir si un tel aura raison ou pas, ben non, ils garde son idée, qu'est ce que ça peut faire à la rigueur qu'il en mette que deux… ils ont rien vu quoi* »
« *Surtout qu'en plus avec un seul ampèremètre tu donnes un résultat pis tu demande « c'est quoi ton résultat » ils vont bien admettre que ça sert à rien, un résultat qu'est ce que tu veux dire avec ça* ? »

L'enseignant se focalise sur un point qu'il impose (ce qui évitera la phase de comparaison).
(V 04 25.35 E).
L'élève dit : « Le vert et le bleu sont montés y sont allé haut et le jaune et le rouge ils ont pas beaucoup monté ».
L'enseignant focalise sur une autre couleur…
« Et qu'est ce que vous avez remarqué en ce qui concerne le vert, le colorant vert ? »

4.2. Le tutorat fort pendant l'exposé des protocoles empêche la formation d'une phase de comparaison.

Exemple (T 95 20.10 P) : L'enseignant écrit au tableau le schéma électrique de l'expérience d'un groupe. Dialogue entre l'élève et l'enseignant.

E « J'ai placé un ampèremètre (A1) »
« Donc un ampèremètre (A1) avant la lampe L1 c'est ça ? Et ensuite je fais quoi ? »
« Et après on remet la lampe L2 derrière ».
« On remet la lampe L2 derrière et on referme le circuit ? »
« Oui » (Ici l'enseignante ne referme pas le circuit sur le schéma au tableau).
« Alors est ce que quelqu'un à une autre idée sur, pour continuer ce circuit, autre que celle-ci ? »(un élève d'un autre groupe répond)
« Euh, remettre un ampèremètre (A2) juste après L1 »
« Remettre un ampèremètre juste après L1 d'accord » (et l'écrit alors que ce n'est pas l'idée du groupe.)

On voit que l'enseignant « évite » une phase de comparaison en « guidant » c'est-à-dire en corrigeant l'idée « erronée » du groupe (on ne peut pas se contenter d'une seule mesure pour répondre à la question). L'enseignante se refuse à fermer le circuit sur le schéma et attend que quelqu'un ajoute des ampèremètres. On a ici un bon exemple d' « évitement de l'erreur ».

L'enseignant continue et cherche à faire placer un troisième ampèremètre (T 95 22.40).
« D'accord, donc ensuite je mets la lampe. D'accord, et puis après qu'est ce que tu proposes ? Je ferme le circuit ? »
« Oui »
« Oui ? On a rien… ? Tu as dit ? »
« Y'a rien à rajouter »
« Y'a rien à rajouter (mais elle ne ferme pas le circuit). Est-ce que quelqu'un à quelque chose à proposer… au lieu de fermer le circuit ? (On voit sur le film qu'elle n'est pas satisfaite, elle veut la « bonne réponse » elle va induire) Non ? Thomas ? Alors je ferme le circuit ? ou… Mais alors du coup quelle est notre question principale ? Quelle était notre question de départ ? … Elle est là hein… on veut savoir en fait si le générateur donne plus d'intensité ici qu'ici, qu'ici (Elle montre les 3 endroits où elle veut voir les 3 ampèremètres, monstration des caractéristiques déterminantes au sens de Bruner)
« Faut mettre un ampèremètre. »
« Donc on remet un ampèremètre effectivement »

Elle termine ce tutorat fort en lançant la classe sur une autre piste avec une question autre à laquelle tout le monde peut répondre et qui permet de clore ce tutorat fort.

« Est-ce que Juliette tu peux me donner les bornes. Je les mets comment ?
« COM en haut et A en bas… »

Ce tutorat fort est amplifié par la peur de pas finir, comme le temps est compté il faut faire « efficace » même si l'efficacité est l'ennemi de la réflexion et du constructivisme. On a dans le débriefing la tutrice qui dit « Vous avez eu peur de pas finir, mais vous auriez aussi bien fini ».

« ben oui on aura pas le temps de finir » si, mais si, parce que vous avez forcément deux trois tables qui eux ont tout trouvé, donc vous allez mettre au tableau et les élèves du fond qui n'ont pas trouvé ça mais qui eux ont été au bout de leur idée, qui sont quand même hyper satisfaits, ils voient en plus ça, donc en plus d'avoir emmagasiné une super information c'est qu'ils savent jusqu'où ils ont été, en plus ils ont le résultat théorique, est ce que c'est ça qu'on voulait savoir dans votre DI où est ce que c'est répondre à toutes les questions des élèves, je pense que c'est les deux »

4.3. Le tutorat fort pendant une phase d'institutionnalisation partielle empêche la formation d'une phase de comparaison.

Il y avait finalement deux protocoles réalisés par deux parties de la classe, mais l'enseignante ayant choisi le « bon protocole » elle ne débriefe pas l'idée qui a initié le second protocole.

« ce qui est bien c'est que t'as fait deux rangées, donc là je me suis dit c'est bon ça y est elle a compris qu'il faut vraiment qu'on mette sur la même balance les deux idées, parce que c'est aussi bien, et puis en fait à la fin et ben finalement je crois que Ouissem il a pas compris l'histoire du L2 et est ce que tu as insisté, je crois que tu viens de nous le dire, est ce que tu leur a fait remarqué finalement que L2 n'éclairait pas plus je ne crois pas »

4.4. Le tutorat fort empêche de poser des questions d'anticipation aux élèves.
« Alors redis moi ce que toi tu penses tu vois, alors tu penses que le courant va s'épuiser d'accord il va encore s'épuiser là alors qu'est ce que toi tu t'attends à lire sur l'ampèremètre ? C'est ça qu'il faut que vous leur demandiez, qu'est ce que vous vous attendez à lire sur l'ampèremètre ? »

Deux autres aspects, autre que le tutorat serré, ont une grosse influence sur la phase de comparaison et aussi sur celle d'institutionnalisation c'est d'une part le phénomène d'évitement des problèmes et d'autre part les représentations des enseignants (obstacle bachelardien redoutable).

4.5. L'évitement des problèmes scientifiques qui pourraient éclairer les phases de comparaison et d'institutionnalisation
Si la DI se veut simuler la pratique sociale de référence du chercheur (Martinand, J.L.) dépasser les critiques que certains didacticiens lui font et aussi travailler les aspects épistémologiques il faut donc promouvoir les « idées de recherche » des élèves. Mais cette disposition d'esprit n'est pas souvent adoptée par les enseignants débutants.

Exemple d'évacuation d'un problème scientifique (V 04 24.00)
Un élève propose de tester si une petite goutte monte moins qu'une grosse goutte (influence de la taille de la goutte en chromatographie).
E « Ouais mais la goutte elle était plus petite aussi »
P « Ouais mais ça avait rien…, qu'elle soit plus petite ou pas c'est le même produit donc euh, ça va monter de la même manière que s'il y avait une plus grosse goutte. »

Exemple d'évacuation d'un problème scientifique sur un problème technique (V 04 27.28 E)
Un élève se pose une question scientifique qui est évacuée par l'enseignant qui veut rester sur l'observation (dommage car le développement de l'idée de l'élève aurait pu être travaillé du point de vue épistémologique). Quelque part on appauvrit ainsi la phase de comparaison et on évite des institutionnalisations (V 04 27.28 E)

E « Pourquoi le rouge il monte moins vite que les autres ? »
P « On l'a vu tout à l'heure. Est-ce que quelqu'un peut lui expliquer ? Est-ce que quelqu'un a compris ?... En fait, le papier, là il s'agissait du papier filtre, donc le papier filtre s'est imprégné de l'eau salée, l'eau salée du coup monte, vous êtes d'accord, l'eau salée monte et va entraîner avec elle les colorants, les gouttes… donc elle entraîne avec elle les gouttes, donc là on a déposé ici une goutte de rouge, le rouge est monté a une vitesse moins importante que le bleu par exemple, vous voyez ? »
A la question « pourquoi le rouge monte moins vite » l'enseignant répond qu'on le constate… c'est comme ça.

4.6. Mise en évidence de l'obstacle des conceptions erronées de l'enseignant

4.6.1. Rappel d'une situation étudiée.

Commençons par reprendre un exemple donné dans (Villeret, O 2014) Nous allons étudier un autre obstacle que l'autoconfrontation permet de mettre en évidence : les conceptions erronées de l'enseignant. Lors de l'autoconfrontation nous repassons un petit extrait à l'enseignant P.

a) Situation débattue

Un groupe d'élèves se retrouve à un certain moment de leur démarche d'investigation avec sur leur paillasse le montage suivant : un circuit série comprenant une alimentation stabilisée (6 Volts) et deux lampes L1 et L2. Un problème se pose alors à eux : la lampe L1 brille mais pas la lampe L2 (alors que pour eux les deux devraient briller). Ils font appel à l'enseignant P qui va devoir solutionner le problème des élèves…

b) Analyse de la situation

« Y'a un problème avec le groupe … y'a une ampoule qui marche pas alors que le circuit est correct, c'est un circuit simple donc elle devrait marcher. Y'en a une qui marche pas donc je suis allé voir (dans la réserve) pour changer l'ampoule… ». (T 69 00.20 P)

On peut comprendre la réponse de l'enseignante novice d'une manière claire : la lampe L2 ne brille pas c'est donc qu'elle est grillée et donc je la change pour résoudre le problème. Cette mauvaise analyse de la situation est due à des représentations personnelles fausses qui prennent le pas sur l'analyse correcte de la situation. Du point de vue de la problématisation on a bien ici l'expression de la pensée plate (Fabre, 2011) qui va de la position du problème (une lampe ne brille pas) à la solution évidente erronée (c'est qu'elle est grillée). La construction du problème permettrait de résoudre d'une manière pertinente le problème. Les données : L1 brille et L2 ne brille pas et la condition : nous sommes en présence d'un circuit série mises « en tension » devraient aider à la problématisation. Puisque nous sommes en circuit série, le courant est identique en tout point du circuit, donc L1 et L2 fonctionnent, L2 n'est pas grillée même si elle ne brille pas, bien sûr dans ce cas les résistances des lampes L1 et L2 ne sont pas identiques.
L'obstacle, au sens de Bachelard (Bachelard 1937) est ici que l'enseignante possède une représentation, puisée dans la vie quotidienne à laquelle elle fait appel dans le feu de l'action. Son « expérience première » dirait Bachelard cause de son action inappropriée apparaîtra dans la suite du débriefing : chez soi quand une lampe ne brille pas c'est qu'elle est grillée et on la change.

Ils ont d'autre part compris d'où venait la «fausse» représentation.

« Je pense que d'instinct on change l'ampoule. » (T 69 17 14 M)

«…parce que chez nous quand y'a une lampe qui fonctionne pas c'est qu'elle est grillée hop tu la change…. Mais chez nous en fait c'est pas des circuits série…» (T 69 17 21 M)
Bien sûr ici le problème n'est pas le même puisque le circuit n'est pas câblé en dérivation. Notons que cet obstacle a un caractère général puisque les autres enseignants débutants du groupe n'ont pas signalé cette contradiction dans leurs analyses.

« Ben justement, je trouvais ça relativement normal comme situation donc je voyais pas s'il y avait un souci justement dans le, dans ce qui s'est passé. » (T 69 01 10 S)
Avant que la solution n'apparaisse deux autres extraits sont étudiés (références X5 et X7) sur le même problème qui suscite les mêmes réactions de la part de P et du groupe d'étudiants, ce qui montre l'enracinement de l'obstacle. M donne même une solution possible pour le « grillage » de la lampe (le passage intempestif de 6V à 12V sur l'alimentation stabilisée qui possède ces deux sorties).

« Ils se sont amusés à… ce groupe là il s'est amusé à passer plusieurs fois rapidement à passer du 6V à 12V en fait ». (T 69 03 13 M). « Ca les amuse de griller les ampoules… ». (T 69 03 21 M)
Puisque P pense alors que le problème ne vient pas de la lampe elle vérifie les connexions puis elle vérifie le générateur et revient sur la lampe (compatible avec les hypothèses de conceptions développées plus haut)

« Ensuite sur le générateur et sur les ampoules. » (T 69 04 18 P)

« D'accord. Et finalement c'était quoi le problème ? » (T 69 04 22 F)

« Les ampoules, je me souviens y'avait une ampoule qui était grillée. » (T 69 04 25 P)

c) Prise de conscience

L'autoconfrontation croisée hybride permet de faire un arrêt sur image. C'est la schématisation au tableau du montage observé qui amène la prise de conscience et permet de surmonter l'obstacle.

« Que si L1 ne brille pas L2 n'est pas censée briller. Enfin si celle-ci est grillée. » (T 69 07 01 P) « L2 brille pas non plus. C'est horrible » (T 69 07 10 P)
La prise de conscience du « problème » par P et par le groupe permet d'aller plus loin. Si la position du problème est très claire pour P (les deux lampes sont bien traversées par le même courant, elles fonctionnent), la solution du problème (pourquoi une ne brille pas) n'est pas encore claire. Ici la perception du problème se fait avec des prémisses incorrectes, il va donc être dur à résoudre.

« Comment tu expliques ça ? » (T 69 07 33 F) « Ben je l'explique pas. » (T 69 07 34 P)
Dans la discussion P met à jour une autre facette de l'obstacle en pointant une nouvelle représentation incorrecte : une lampe peut « bloquer » ou « capter » l'intensité.

« Parce qu'il y en a une qui bloque toute l'intensité enfin qui.. » (T 69 08 50 P) Non qui pas qui bloque, qui capte toute… » (T 69 08 57 P)

4.6.2. Sur la situation débattue en chromatographie.

Une erreur de logique est fréquemment faite par les enseignants débutants : croire que la réciproque d'une implication est toujours vraie (si A implique B on n'a pas forcément B implique A) et on aboutit a une fausse institutionnalisation.

« Est ce que c'est normal finalement d'obtenir une tâche jaune et une tâche bleue ? »
« Non »
« On a déposé une goutte de vert, on a obtenu tu m'as dit… du jaune et du bleu, est ce normal ?
« Non… si »
« Ben si, tu viens de me dire qu'en art plastique tu faisais ton vert avec du jaune et du bleu »,
L'enseignant confond les deux phénomènes. S'il est vrai qu'en peinture si je mélange du bleu et du jaune je vais obtenir du vert il n'est pas toujours vrai que si j'ai du vert il est constitué de bleu et de jaune.

5. RESULTATS ET DISCUSSION SUR LA PHASE D'INSTITUTIONNALISATION

5.1. propos sur l'institutionnalisation des débutants

Lorsqu'on les interroge au bout d'un an de pratique les étudiants déclarent majoritairement

a) Qu'institutionnaliser ce n'est pas comparer les résultats trouvés aux résultats de la littérature (« savoir savant » dans les livres, sur Internet…), mais c'est plutôt une validation par l'enseignant des savoirs découverts dans l'activité. L'enseignant donne caution ou pas à ce qu'ont trouvé les élèves.
b) Ils répondent souvent à la question « Faites vous de l'institutionnalisation ? » par des réponses du type « On la prévoit mais on a rarement le temps ».
c) La forme pour des institutionnalisation « canoniques » peut-être très variée (par écrit au tableau, texte à trous, sous forme de dictée, voire de discours à la cantonade sans que les élèves notent quoi que ce soit.

5.2. Mise en évidence de l'obstacle de survalorisation de la phase expérimentale : l'institutionnalisation ne fait pas partie de la D.I. Confusion démarche et phase.

Pour les étudiants, même après lecture des instructions officielles, c'est seulement la phase d'expérimentation, « de bidouille » qui est « la » démarche d'investigation. L'article (Villeret, O. 2014) met en évidence l'obstacle d'une survalorisation de la phase expérimentale. Il montre que les phases de rappel, de passation de la consigne et d'institutionnalisation ne font pas partie de la démarche d'investigation en début de formation. Mais s'ils ont lu la prescription avant la préparation de leur premier cours avec DI, la plupart des étudiants déclarent lors du premier débriefing que cette phase ne fait pas partie de la DI car *« les élèves ne sont plus en réflexion »*, on retrouve ici la confusion entre phase d'une démarche (l'institutionnalisation est une phase de la DI) et démarche dans une phase (les élèves ne sont pas en démarche de recherche dans cette phase). *« Je pense qu'on a été plus en investigation qu'en démarche. On a laissé un peu tomber le côté démarche et on a regardé que la partie investigation» (T 68 33.05 P) « Du coup dans démarche d'investigation y'avait que investigation et pas démarche.» (T 68 33.20 P).* Certains pensent que c'est juste une question de définition : *«C'est encore une question de définition de la démarche….» (T 68 28.01 P)*

Parfois ils admettent qu'elle en fait partie en relisant le texte de la prescription *« C'est dans le texte…(donc la phase d'institutionnalisation est bien dans la DI)» (T 68 24.36 P).* On assiste ici une prise de conscience très particulière, on voit bien que la lecture de la prescription (effectuée durant la formation) ne suffit pas à sa compréhension. Pour l étudiant C, l'institutionnalisation ne fait pas partie de la DI car les élèves de la classe n'ont pas trouvé la solution par eux même. *«… pour moi le cours aurait pu être une conclusion à la démarche d'investigation, ça aurait pu faire partie de la DI si vraiment tout le monde avait réussi à*

trouver la réponse au problème, donc c'aurait été vraiment une reprise de ce qu'ils avaient trouvé… P qui a fini par donner le montage à faire… ça ressemblait plus à un cours … à une démonstration …» (T 68 26.46 C)

On voit ici que la non prise en compte de l'institutionnalisation comme élément de la démarche d'investigation va à l'encontre du caractère finaliste sur la mise en place de connaissances scientifiques que nous avions mis en évidence lors de l'analyse de la prescription. Nous avons en effet signalé alors que la prescription demande à ce que la situation débouche sur des connaissances en terme de contenu et de compétences méthodologiques.

Une des conséquences de cet intérêt faible pour l'institutionnalisation dans la DI est d'être passé du « bon vieux cours magistral » ou l'on note tout et où on l'apprend par cœur à une « pseudo DI » où la seule chose important c'est de manipuler (temps noble) sans parfois conclure sur une trace écrite digne de ce nom.

5.3. Les types de savoirs en jeu dans l'institutionnalisation lors d'une DI

Nous en avons rencontré trois types

a) Les faux savoirs

On peut donner de l'enquête policière pour découvrir la chromatographe. Les élèves peuvent arriver à la conclusion « c'est Solène la coupable » sans pour cela faire de retour sur l'intérêt scientifique du problème qui était de découvrir la technique de la chromatographie et de réfléchir dessus.

b) Les savoirs scientifiques (conceptuels et techniques)

On peut aussi arriver à comprendre par exemple que la chromatographie est une technique d'analyse chimique qui permet de décomposer un mélange en ses composants élémentaires.

c) Les savoirs épistémologiques

On peut aussi arriver à réfléchir sur la science, sur ses méthodes, à comprendre comment fonctionne l'esprit scientifique, à imaginer des possibles, à comparer des méthodes (cf phase de comparaison).

5.4. La phase d'institutionnalisation ne revient pas en profondeur sur la phase de recherche.

La phase d'institutionnalisation n'est donc pas prise ici comme une voie de compréhension fine des méthodes de la science, une source de réflexion épistémologique et un apprentissage « incarné » des connaissances. Elle s'apparente plus à la mise en évidence d'un micro savoir *« c'est plus un récapitulatif de ce qu'ils ont compris, c'est des connaissances c'est pas de la résolution de problème. En fait le problème est déjà résolu. » (T 68 25.25 P).*

5.5. Les phénomènes d'institutionnalisation diluée.

Il existe à côté des phases d'institutionnalisation « canoniques » en fin de séance où tout le groupe classe est impliqué de nombreux moments ayant une fonction d'institutionnalisation mais qui peuvent se faire

1) A des moments différents (pas nécessairement à la fin des recherches on peut avoir des institutionnalisations préalables), avec ou non prise de note (trace écrite) donc avec possibilité forte d'oubli.

Exemple : Une « institutionnalisation » préalable a lieu sur la méthode pour faire une chromatographie avant la DI. (V 04 14.44 P)
« Alors maintenant on va regarder une vidéo, vous repérez les phases clé ».
Ce n'est pas l'enseignant qui fait le cours mais la vidéo. Le savoir arrive par la vidéo prévue par le prof qui fait ensuite une institutionnalisation par schéma.

2) Durant des temps très brefs.
Ces institutionnalisations très diluées ont lieu sur divers objets :
a) sur du vocabulaire scientifique
Exemple 1 (V 04 15.55 E):
« Les colorants ont « coulé »
« Coulé c'est vers le bas ont « monté » en fait »
Exemple 2 : (V 04 25 53 E)
E « (Le vert) Il s'est changé en deux couleurs, en jaune et bleu »
P« Il s'est, il s'est pas changé mais il s'est… décomposé »
Exemple 3 (V 04 26.45 P)
P « Donc finalement, on peut parler, quel mot pourrait symboliser ce faire, qu'est ce qu'ils ont fait le jaune et le bleu ils se sont … »
« Décomposé »
« Ouais décomposé »
« Dégradé »
« Dégradé »
« Décoloré »
« Non ils se sont pas décoloré, ils sont toujours jaune et bleu, le vert en fait s'est séparé, c'est ça le terme, y'a eu séparation des deux couleurs qui le constituait, ouais, ça va ? Donc séparation. Il y a eu séparation».

b) sur des mécanismes scientifiques.
« Mais qu'est ce qui a fait monter les colorants ? »
« Les sels minéraux »… « Parce que c'est de l'eau salée. »
« Ouais d'accord Donc l'eau salée effectivement à fait monter les colorants. On va mettre eau salée fait monter les colorants sur le schéma ».

c) sur la précision de l'observation
« Il les a pas tous fait monter le rouge il l'a fait descendre ».
« Il l'a fait descendre le rouge ?»
« Il était plus en bas que les autres » « Par rapport à la ligne, il est carrément descendu… »
« Ben, il est pas monté »
« Il était toujours au dessus de la ligne ?».
« Oui »
« Il a pas vraiment monté par rapport à tous les autres ».
« D'accord, donc il a monté, je te garantis qu'il a monté, mais effectivement y'a une notion là, y'a quelque chose qui, y'a un mot normalement, qui a été dit pour montrer que ça monte pas pareil »
Autre exemple (V 04 29.15 P) La reformulation par l'élève permet avec l'aide de l'enseignant de formaliser le travail sur le vocabulaire.
P « Qui peut, vite fait, me dire là, qui a compris le principe de la chromatographie ? » E « En fait la chromatographe en fait elle se compose de vitesses ben pour les colorants ben en fait pour les colorants en fait pour chaque colorant y'a une vitesse qui accélère, y'a aussi de

l'eau salée, quand on met de l'eau salée avec des colorants y'a une vitesse en fait qui monte par exemple le bleu ».
« Est-ce que c'est la vitesse qui monte »
« Non c'est le colorant »
« C'est le colorant qui monte…»
L'enseignant a évacué le concept d'accélération. L'institutionnalisation ici s'est faite à l'oral mais l'enseignant l'indique par écrit (marque sur le schéma au tableau). Mais cette institutionnalisation n'est pas recopiée par les élèves…

3) Pour un groupe d'élève ou quelques individus seulement. Avec souvent comme corollaire que puisque l'enseignant en a parlé, il n'éprouve pas le besoin de revenir là-dessus en classe entière.
Exemple : institutionnalisation forcée d'un mot clé (vitesse) auprès d'un petit groupe (V 04 24 44 P).

« Et on a vu donc qu'il y avait des niveaux différents. Et pourquoi, parce que l'eau salée a fait monter les colorants… a des… tout se déplace, tout se déplace avec une certaine… (attend le bon mot, le forme avec les lèvres) vitesse…vitesse… et du coup l'eau salée a fait monter les colorants a des vitesses différentes. Vous vous souvenez de ça ? On en a parlé. Ouais, on va mettre vitesse »
L'enseignant fait le cours avec un tutorat fort, et une institutionnalisation « forcée ».

Ce phénomène de dilution nous amène a repenser le schéma classique de la DI (consigne, hypothèses-protocole, recherche, comparaison, institutionalisation)…

5.6. La phase d'institutionnalisation ne revient pas sur les représentations, les obstacles qui ont émergé lors des phases précédentes.

5.6.1. Exemple des « laisses de mer »
Les élèves qui peuvent avoir en tête l'image des « laisses de mer » et du « canard (alcool) » ont du mal à concevoir que des objets montent à des vitesses différentes.
Les représentations des élèves, lorsqu'elles ne sont pas décryptées laissent une ombre lors de l'institutionnalisation. (V 04 29.57 E)
E « Du coup les colorants ils devraient monter tous au même niveau parce que l'eau quand elle monte, elle est au même niveau je veux dire, donc les colorants ils devraient monter en même temps ».
P « Et non, justement, chaque colorant a sa propre vitesse… (la classe est dubitative) … vous voyez ça ? Donc l'eau va emporter avec elle les gouttes mais à des vitesses différentes. Ca veut dire que le rouge est plus fainéant que le bleu par exemple, ah ça va être plus difficile de le faire monter que le bleu, ouais ? »
En plus de ce travail de déconstruction à faire sur la représentation type « laisse de mer » on constate que le mot « fainéant » peut ancrer une représentation « anthropomorphique » des molécules (obstacle) auprès es élèves.

5.6.2. Exemple du courant qui s'épuise »
Exemple 1 : Le courant « s'épuise » au fur et à mesure qu'il rencontre des objets…
Dialogue entre l'enseignant P et l'élève E (T95 10.20 P)

« Alors je vais vous demander quel est le problème rencontré ici ? »
« L1 brille plus que L2 »
« Quelle autre phrase du texte peut vous faire poser une autre question ? Qu'est ce qu'on dit quant à L1 et L2 ? L1 surtout… Tu l'as dit tout à l'heure Hugo… »
« C'est relié à la borne plus »
« C'est relié à la borne plus. Quelle question vous vient à l'esprit ? L1 brille plus que L2 c'est ce que nous dit le texte. Et on nous dit que L1 est relié à la borne plus »

L'enseignant insiste sur le fait que la lampe L1 qui brille le plus est reliée au pôle « plus ». La représentation classique qui est présente chez les élèves dans le raisonnement séquentiel (Viennot) sous entend que le courant s'épuise au fur et à mesure. C'est ce que l'on voit dans le dialogue suivant (T 95 11.32) entre l'élève E3

« Le courant il se divise »
« Il se divise, alors c'est-à-dire ? »
« Ben, il en donne plus à L1 qu'à … »
« Il en donne plus L1 qu'à L2… Alors telle est la question, alors quelle question pourrait-on formuler avec ce que tu viens de dire Sarah ? »
« Pourquoi il en donne plus à L1 ? »

L'enseignant infléchit la question de l'élève :

« Pourquoi le générateur donne plus d'intensité (à L1) »
« Alors, pourquoi, est ce qu'on en est sûrs ? »
« Non »
« Ou est ce que … ? »
« Heu…Est-ce que…le générateur donne plus d'intensité à L1 ? »

Cette représentation qui émerge n'est pas retravaillée dans l'institutionnalisation qui dit simplement que l'intensité du courant est la même partout.

5.6.3. Exemple de la lampe « grillée »

Si une lampe brille moins que l'autre c'est peut-être qu'elle est abîmée voire grillée. Encore une fausse représentation de l'élève qui n'est pas traitée en institutionnalisation. (T 95 43.09)
« L'ampoule elle est grillée, elle a un problème (avec L2) »
« Qu'est ce qui est grillée ? »
« (L2) elle est faible »
« Ben oui elle est faible mais c'est ce que nous disait le texte du départ, il nous disait quoi, que le phare avant qui était L1 brillait plus, ça veut dire que l'autre brille beaucoup moins, finalement y'a pas de problème. »

5.7. L'institutionnalisation ne débouche pas sur une nouvelle question

On peut ici faire un travail épistémologique puisqu'en sciences en général la réponse à une question débouche sur de nouvelles questions.
L'institutionnalisation ne rebondit pas sur la question qui est maintenant : le courant est le même comment se fait-il que L1 brille plus que L2 ? C'était d'ailleurs la question sous jacente du départ, qui pourrait déboucher sur de nouveaux apprentissages.

5.8. La phase d'institutionnalisation ne revient pas sur les erreurs.

Dans le dialogue suivant entre l'enseignant et les élèves l'enseignante fait expliciter la bonne réponse mais pas la mauvaise. L'institutionnalisation pourrait revenir sur ce point pour faire travailler l'erreur. (T 95 28.43 M)
« Quel sera le signe…, si on réalise notre circuit comme ça, qu'on observera sur l'ampèremètre ? Est ce qu'il y aura un signe plus, enfin est ce qu'il y aura rien ou est ce qu'il y aura un signe moins ? Il sera positif ou négatif le courant lu ici (montre successivement les 3 ampèremètres) ?
« Négatif »
« Négatif ? » (Le ton de la voix peut induire que c'est une mauvaise réponse)
« Positif » (autre élève)
« Positif . Pourquoi positif ? »

L'enseignant ne demande de justifier qu'à la « bonne réponse » on est toujours sur l'obstacle d'évitement de l'erreur.

Autre exemple : seules les bonnes réponses s'expriment. Les résultats « différents » sont rejetés (T 95 61.00)
T « c'était juste devant moi donc j'ai vu ici il y avait 0,14 et 0,15 et là 0,09 0,09 et -0,09 alors le moins ils ont rien compris, ils savent pas pourquoi y'en a un, donc tu peux te servir, au contraire tu peux te servir, donc tu fais une pause totale là, t'éteins le courant, ah alors moi j'ai un moins là, est ce que c'est grave ? Est-ce qu'on doit tout débrancher etc…tu leur rappelle ça comme ça ils vont comprendre et la fois d'après ils se tromperont pas. »
F « Mais ça c'est intéressant ton -0,09 c'est intéressant pour toute la classe ».
T « Pour toute la classe »
F « Et j'ai regardé attentivement comment tu corrigeais le truc, enfin c'est toi qu'à résolu le problème ».
T « J'allais y venir après ouais… laisser l'élève faire, tu es là, vous êtes là pour chapeauter, pour éviter qu'il y ait une bêtise, mais à chaque fois tu dis ben non il faut que tu refasses là je crois que t'as pas bien regardé le tableau, regarde bien toutes tes données »
F « Ou même tu laisses le -0,09 dans la solution au tableau et après t'en discutes. »
T « Oui, et au contraire tu le relève dans ta tête tu vas dire tiens je vais les interroger après ».
F « A la limite, c'est ça qui va être intéressant pour toi c'est le -0,09 c'est le 0,14 c'est pas les 0,09 que tout le monde à trouvé »

5.9 Les connaissances universitaires de l'étudiant posent question
« Et là pourquoi ils ont 0,14 0,14 et 0,15 et pas comme les autres ? Tu sais ou pas ? »
« Non »
« Parce que là eux le savent pas et toi non plus ».

5.10. L'institutionnalisation ambigue
Les phrases ambiguës en institutionnalisation sont préjudiciables (V 04 30.51 P)
Exemple d'une reformulation sur le principe de la chromatographie.
P « Tiens vas y est ce que tu peux m'expliquer le principe ? »
« Ben l'eau salée elle a séparé le vert … du jaune et du bleu»
Le vert n'est pas séparé du jaune et du bleu… il se décompose.

5.11. L'institutionnalisation ne travaille pas le point de vue épistémologique
L'institutionnalisation partielle devrait être transposée au cas étudié mais la transposition peut ne pas être réussie. Les élèves au lieu de transposer la technique apprise dans le film à leur problème répètent les expériences du film. (V 04 46.27 P)

P « Colorants vous m'avez mis jaune vert bleu rouge. Donc on a du jaune, on a du bleu on a du rouge. Donc le rouge c'est quoi là, pour nous, dans notre contexte ? » « C'est le poison »
« Le vert c'est quoi ? »
« Ben le liquide »
« Le liquide que M X a bu d'accord. Et le jaune et bleu c'est pourquoi ? »
« C'est les composants du vert »

En fait les élèves n'ont pas compris que seuls le vert (témoin liquide de référence) le rouge (témoin poison) et la solution à analyser (provenant du verre de la victime) devraient être testés (voire même uniquement contenu du verre et poison pour confirmer sa présence). L'institutionnalisation devrait analyser du point de vue épistémologique cette situation où les élèves ont refait ce qu'ils avaient vu dans le film (problème de transposition de l'institutionnalisation partielle).

On peut se poser la question de la passation de la consigne puisque les élèves ont prit le colorant vert de référence au lieu de prendre la solution retrouvée dans le verre de la victime… pour analyser s'il y a du poison dans le verre de la victime. (V 04 52.40 P). Cet incident est sûrement du à une consigne mal posée mais devrait être analysée du point de vue épistémologique : Quel colorant vert est prit comme témoin et quel liquide pour comparer ? (V 04 54.06 P)
P« Qu'est ce qu'on cherche identifier ? Au début, qu'est ce qu'on, là on parlait de quoi ? Dans notre contexte ? »
« On parlait de séparer… Les colorants… »
« De séparer les colorants. Mais alors de quelle solution on parlait ? Regardez là votre feuille… on parlait là du liquide que M X a bu. Donc on va chercher en fait, on va déposer une goutte du liquide que M X a bu, donc qui est de couleur… »
« Rouge »
« Rouge ? »
« Verte »
« Ouais verte plutôt. Ensuite, donc vous allez déposer quoi comme goutte 'pour vérifier justement qu'il y a du (colorant) … poison, qu'est ce qu'on va mettre ? »
« Une goutte de colorant de couleur »
« De quelle couleur ? Le poison, on dit que le poison est … »
« Rouge »
« Voila, on va mettre une goutte de rouge, et une goutte de vert et qu'est ce qui constitue le vert on a dit… »
« Ben le bleu et le jaune » (autre élève répond)

On ne doit pas prendre le colorant vert mais la solution ingérée par la victime… L'institutionnalisation partielle a permis la compréhension du protocole mais pas la compréhension du problème. (V 04 58.24 P)

P« Très bien, et quels colorants vous allez mettre, justement c'est ce que je disais avec les filles devant. »
E« Jaune, vert, bleu, rouge ».
P« OK alors le vert ça correspond à quoi ? »
E« Au bleu et au jaune ».
P« Ca correspond à quelle solution sur le bureau ? Dont on a parlé en début d'heure ? »
E« Euh »

P« Ce que on cherche a identifier justement »
E « Il se mélange »
P « Non »
E « Il se sépare »
P« Oui, mais je vais dire ton colorant vert c'est ce que l'on cherche à identifier, donc c'est le sirop de menthe à priori »
E« Oui »
P« Ouais d'accord vous voyez, et le rouge c'est pour quoi ? »
E « Euh c'est le poison »
P« Ouais c'est pour vé… (vérifier) (elle induit la réponse) vérifier si dans la (la menthe) si dans la menthe il y a du poison. Et le jaune et le bleu on avait dit que c'était quoi ? »
E « Hum »

Ils font une manipulation par imitation sans savoir ce qu'ils font et où est le problème. Le travail en formation doit être de travailler sur la façon de poser les questions pour faire faire une vraie problématisation.

P« Ben on a dit que ça constituait quoi en fait ? C'était les constituants de quoi ? »
E« Du vert »
P« Du vert, donc c'est pour vérifier si y'a bien du vert en fait dans la menthe ».

Un travail épistémologique sur la raison est intéressant.
Ici on a eu une incompréhension du problème, le problème était mal posé, la position du problème (au sens de la problématisation) n'était pas assurée. Ils ont imité l'expérience vue en vidéo sans comprendre le problème (on a ici une science sans réflexion… c'est même pire que la pensée plate que dénonçait Bachelard puisque le problème n'est même pas posé). (V 05 00.14 E)
« on voit pas de trace de poison sur le chromatogramme 1 »
L'enseignante se rend compte de l'erreur commise (V 05 01.14 P)
P« Euh juste une question : pour le vert, pour le colorant vert, alors attendez, hop, pour le colorant vert vous avez bien utilisé quand même votre liquide que vous cherchez à identifier, oh oh je vous parle, pour le colorant vert vous avez bien pensé à utiliser le liquide qu'on cherche à identifier quand même et pas le vert, colorant vert qu'il y a dans la corbeille là bas… C'est bien ce que je pensais… pourtant je croyais, il me semble que je vous l'ai dit en passant non ? Je vous l'ai dit en passant je vous ai dit d'utiliser ce liquide là »
E« Ah bon moi je croyais… »

La « récupération didactique » de l' « incident » mériterait aussi une analyse épstémologique lors de l'institutionnalisation. (V 05 02.05 P)

P « Ben oui vous cherchez à identifier… ceux qui l'ont pas encore fait vous utilisez le liquide… ceux qui l'ont déjà fait c'est pas grave… bah tu en déduiras du coup en fonction de ce que tu obtiens. Tu obtiens ça, disons que ça c'est ton… il a pas encore trempé suffisamment… tu en déduiras les choses en fonction de ce que tu obtiens, même si tu n'as pas du poison dedans c'est pas grave ».

Il serait intéressant d'analyser lors de l'institutionnalisation si les élèves ont bien compris pourquoi ils n'ont pas de poison. Qu'ont-ils analysé ? On voit bien ici l'intérêt d'une phase de comparaison intergroupes qui précèdera l'institutionnalisation. L'analyse de leurs réflexion sera en effet très productive.

5.12 L'institutionnalisation doit permettre aussi une remédiation.
Un élève ne comprend pas l'institutionnalisation… (V 05 07.07 E)
E« Pourquoi y'a pas de vert ? »
« Qu'est ce qu'on a dit tout à l'heure sur le vert ? »
« Parce qu'il y a du vert ? Ca se rassemble le vert»
« Mais ça se rassemble pas au contraire, l'eau salée va faire séparer, on l'a dit tout à l'heure va faire séparer le jaune et le bleu qu'il y a dans le vert. Donc en fait au départ t'avais une tache verte et en fait ça s'est séparé en jaune et bleu ouais ? »
« Ah ouais OK »

On notera que dans ce cas l'institutionnalisation avait commencé avant que tout le monde soit prêt.

5.13 L'institutionnalisation magistrale.
La place laissée aux élèves lors de l'institutionnalisation est importante. La synthèse n'est pas forcément faite en commun, et les élèves peuvent ne pas y participer. Le facteur temps est souvent pour détruire une institutionnalisation intéressante (V 05 12.48 P)

« Bien, on va noter tout ça ensemble. Alors qu'est ce qu'on a observé ? Allez rapidement parce que c'est bientôt l'heure. Vous m'écoutez tous. Alors là c'est notre ligne qu'on va appeler ligne de dépôt en fait. Qui oui était à peu près a 2 cm du bas. Donc on va l'appeler la ligne de dépôt. Sur laquelle on va déposer les, on a déposé quoi, du jaune, bon j'ai pas les couleurs je vais mettre J pour jaune, du bleu du rouge et on a mis du vert. Pour certains ils ont utilisé ce vert là et pour d'autres ce vert là on est bien d'accord. Donc on va mettre V pour vert. Le vert qu'est ce qu'on a remarqué pour le liquide en question ? »
E « C'est quoi la question »
P « Qu'est ce qu'on a remarqué à propos du vert, mais celui-ci (liquide avec poison). Ceux qui ont utilisé la solution là, qui l'a utilisée ? Ouais qu'est ce que vous avez observé ?Donc orange, finalement c'est à la même hauteur que le rouge ou pas ? (oui) Donc en fait c'est du rouge mais c'est du rouge qui se voit très peu puisqu'il n'y en a as autant que le rouge pur, vous voyez ça ? Donc on obtient du rouge, on va mettre un R pour du rouge, ensuite qu'est ce qu'on a obtenu… au fond ? Qu'est ce qu'on a obtenu ? Du jaune donc J et du bleu. Donc vous êtes d'accord avec l'ordre (non). Non ? Ton rouge il est pas là ? (si) Bien. Donc on a pu observer que cette tache là est à la même hauteur que celle-ci, c'est du rouge, cette tache là est à la même hauteur que le jaune pur, et celle-ci à la même hauteur que le… bleu. Et donc là on a notre ligne d'arrivée de l'eau salée en fait, donc on va l'appeler front de l'éluant et l'éluant en fait c'est l'eau salée. Vous y êtes tous là. Vous notez ».

On peut se poser la question de savoir si les élèves ont compris l'essentiel. La solution retient qu'il y a du poison mais quid de l'apprentissage de la chromatographie ? (V 05 17.40 P)
« Donc on peut dire que notre liquide, vous notez tout ça on est d'accord, (on a pas la même) oui mais on note la même c'est une conclusion commune. Allez, notre liquide contient donc du… vert (jaune et bleu) qui provient de la menthe, du sirop de menthe, il contient aussi quoi,… (poison) du rouge, on écrit là, qui prouve la présence de poison. Qu'est ce qui se passe là bas ? Allez chut… ».

Cette phase de conclusion est très intéressante à analyser en formation.

CONCLUSION

L'analyse des films des préparations de cours, de gestion de cours et de débriefing autour de la démarche d'investigation en physique chimie on permis d'analyser les phases de comparaison et d'institutionnalisation. Celles ci présentent paraissent liées. Le travail à faire en formation est ainsi éclairé. Une bonne compréhension de la prescription paraît indispensable pour mieux cerner les rôles de la comparaison t e l'institutionnalisation. La phase de comparaison semble le plus souvent écartée au bénéfice d'un tutorat fort qui permet une « efficacité » pour arriver à la bonne solution. Des éléments entravant l'investigation des élèves sont mis en exergue (représentations erronées de l'enseignant…). La phase d'institutionnalisation n'est pas toujours envisagée de manière « canonique », elle est parfois disséminée au cours de la démarche. Ces éléments travaillés lors du débriefing permettent des prises de conscience et sont utiles pour la formation des étudiants, ils ont pu effectuer une métacognition intéressante qui va les aider à conceptualiser la DI (Vergnaud, G. 1996), progresser dans leur réflexion « en action » (Schön, D. 1983). Ces deux phases paraissent deux points clé importants de la DI.

Références bibliographiques

Amigues, R. (2009). Le travail enseignant : prescriptions et dimensions collectives de l'activité. Les sciences de *l'éducation pour l'ère nouvelle*, 42/1, 11-25.

Bachelard, G. (1937) *La formation de l'esprit scientifique*. Paris. Librairie philosophique Vrin.

BOEN (2008) *Programmes du collège*. BOEN spécial n° 6 du 28 août 2008.

Bruner, J. S. (1983). *Le développement de l'enfant. Savoir faire, savoir dire*. Paris : PUF.

Clot, Y. (2005). *Travail et pouvoir d'agir*. Paris : PUF.

Fabre, M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris : PUF.

Fabre, M. & Musquer, A. (2009). Comment aider l'élève à problématiser ? Les inducteurs de problématisation. *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle*, 42-3, 111-129.

Fabre, M. (2011). *Éduquer pour un monde problématique. La carte et la boussole*. Paris : PUF.

Falzon, P. & Mollo, V. (2004). Auto- and allo-confrontation as tools for reflective activities. *Applied ergonomics*, 35, pp. 531-540.

Fleury B. & Fabre M., (2006). La pédagogie sociale : inculquer ou problématiser. L'exemple de l'introduction du développement durable dans l'Enseignement agricole, *Recherche en éducation*, n°1, novembre. URL : http://www.recherches-eneducation.net/IMG/pdf/REE-no1.pdf.

Grangeat, M. (2011) (Ed.). *Les démarches d'investigation dans l'enseignement scientifique Pratiques de classe, travail collectif enseignant, acquisitions des élèves*. Lyon : Ecole Normale Supérieure.

Pastré, P. (2011). *La didactique professionnelle. Approche anthropologique du développement chez les adultes*. Paris : PUF.

Schön, D. (1983) *Le praticien réflexif. A la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*. (Edition française 1994) Montréal (Canada). Les éditions logiques

Vergnaud, G. (1996). Au fond de l'action, la conceptualisation. In J. M. Barbier (Ed.) *Savoirs théoriques et savoirs d'action* (pp. 275-292). Paris : PUF.

Villeret, O. & Munoz, G. (2013). Elaboration collective d'une option Méthodes et Pratiques Scientifiques (MPS) basée sur la démarche d'investigation en classe de seconde de lycée : quels effets observés du point des acteurs ? In Grangeat (*Dir.*). *Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation : des formations et pratiques de classes* Grenoble : PUG.

Villeret,O. (2014). L'autoconfrontation hybride comme aide à la mise en évidence d'obstacles à la mise en place de la démarche d'investigation en physique. Congrès ARDIST Marselle 12-14 mars 2014.