

Gestion et appréhension des conceptions en chimie.

--

Liaisons inter et intra moléculaires : un pont entre le monde macroscopique et sous-microscopique

Formation secondaire – Filière C

Légende
● : eau
● : oxygène
○ : hydrogène

Qu'est-ce que la vue grossie montrerait après l'évaporation de l'eau?

a. b. c.

Mémoire de Master de **Adriana Negri**

Sous la direction de **Mélanie Buser**

Bienne, 28/05/23

Remerciements

Ce travail de recherche n'aurait pas été possible sans ma directrice, Mme Mélanie Buser, que je souhaite remercier pour sa confiance, ses conseils et corrections tout au long de l'intense période de rédaction du TER.

Je souhaite remercier les trois professeurs qui ont donné leur disponibilité pour s'entretenir avec moi au sujet de leurs méthodes et stratégies de prévention, détection et remédiation des conceptions.

Un grand merci à Pascale pour ses relectures et conseils.

Pour finir, je tiens à remercier mon mari Laurent et mes enfants Amélie et Sébastien pour leur soutien !

Résumé

La chimie est considérée comme une matière abstraite, car elle se manifeste sur trois niveaux différents. Le niveau symbolique des formules chimiques, le niveau sous-microscopique des atomes et molécules et le niveau macroscopique, observable. Faire le lien entre ces trois niveaux permet d'avoir une bonne compréhension de la matière. L'apprentissage de cette discipline nécessite une modélisation de la réalité. Néanmoins, si les modèles générés sont faux il sera très difficile de construire un savoir scientifique. Dans cette recherche, ces faux modèles sont appelés conceptions.

Les fausses représentations de la chimie sont rarement issues de l'expérience personnelle comme dans le cas de la biologie ou la physique. En revanche, elles peuvent se produire dans le cours de chimie. Voici pourquoi, dans cette recherche, des professeur-e-s expérimentés seront questionné-e-s sur les méthodes qu'ils/elles mettent en place pour faire face aux conceptions des élèves en termes de prévention, diagnoses et remédiations. De ces entretiens sont ressorties plusieurs problématiques. Notamment, l'influence du langage issu du sens commun ainsi que des difficultés d'abstraction liée à cette matière. De plus, il en ressort qu'une très grande partie du travail des enseignants est dédiée à la prévention des conceptions en s'appuyant par exemple sur la précision du langage. En revanche, moins d'ampleur est réservé à la diagnose et la remédiation. Les conceptions étant difficiles à repérer dans un temps exigü, des pistes de réflexion et des outils concrets pour pallier ce déséquilibre seront néanmoins envisagés.

Mots clés : Conceptions, chimie, enseignement secondaire, prévention et changement conceptuel.

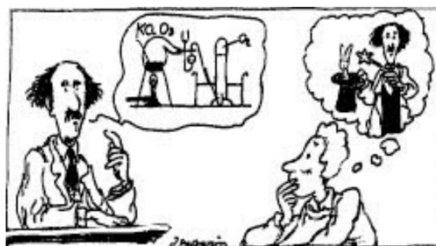


« Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis, and Cure: Classroom Resources » Kaith Taber.

Table des matières

REMERCIEMENTS	I
RÉSUMÉ	II
INTRODUCTION	1
1. PROBLÉMATIQUE ET QUESTION DE RECHERCHE	2
1.1 L'IMPORTANCE DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES. LES ENJEUX SOCIÉTAIRES.	2
1.2 LA CHIMIE UNE DISCIPLINE CENTRALE POUR LA SOCIÉTÉ.	2
1.3 LA CHIMIE UNE DISCIPLINE SCOLAIRE AU CŒUR DES SCIENCES.	2
1.4 LA FORMATION DE L'ESPRIT SCIENTIFIQUE ET LE TERME « REPRÉSENTATION »	3
1.5 LES CONCEPTIONS ET LES CONCEPTIONS ALTERNATIVES	4
1.6 LES CONCEPTIONS SONT-ELLES UN OBSTACLE POUR L'APPRENTISSAGE ?	5
1.7 LES ORIGINES DES CONCEPTIONS EN CHIMIE.	5
1.8 QUEL EST LE RÔLE DE L'ENSEIGNANT DE CHIMIE ?	5
1.8.1 COMMENT FAIRE FACE AUX CONCEPTIONS ?	6
1.9 LES LIAISONS INTRA ET INTERMOLECULAIRES UN PONT NÉCESSAIRE POUR LA COMPRÉHENSION DES PHÉNOMÈNES MACROSCOPIQUES ET LE MONDE SOUS-MICROSCOPIQUE.	7
1.10 RÉSUMÉ ET QUESTION GÉNÉRALE DE LA RECHERCHE	8
1.11 QUESTIONS DE RECHERCHE ET HYPOTHÈSES	9
2 MÉTHODOLOGIE	11
2.1 FONDEMENTS MÉTHODOLOGIQUES	11
2.1.1 RECHERCHE QUALITATIVE	11
2.1.2 APPROCHE HEURISTIQUE.	12
2.1.3 DÉMARCHE DESCRIPTIVE ET COMPRÉHENSIVE.	12
2.1.4 PROCESSUS DÉDUCTIF	12
2.2 NATURE ET CORPUS	13
2.2.1 L'ENTRETIEN SEMI-DIRECTIF. APPORTS ET LIMITES.	13
2.2.2 LE GUIDE D'ENTRETIEN	14
2.2.3 PROCÉDURE ET PROTOCOLE DE RECHERCHE	14
2.2.4 ÉCHANTILLONNAGE	14
2.3 MÉTHODES ET TECHNIQUES D'ANALYSE DES DONNÉES	16
2.3.1 TRANSCRIPTION ET ANALYSE	16
2.4 RÉSULTATS	17
2.4.1 PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS	17
2.4.2 DIFFICULTÉS POSSIBLES À L'ORIGINE DES CONCEPTIONS	17
2.4.3 ANALYSE DES RÉPONSE AUX QUESTIONS DE RECHERCHE.	20
3 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	25
3.1 EN RÉSUMÉ DANS UN TABLEAU.	27

Introduction



« Aussi bizarres qui paraissent les réponses des élèves de prime abord, il s'agit de se mettre en quête du sens qu'elles peuvent avoir, de reprobuer les opérations intellectuelles dont elles sont la trace. Certes il n'est pas assuré qu'une réponse qui nous surprend (ou nous irrite) contienne une logique identifiable, il se peut fort bien même qu'elle soit le fruit de la seule ignorance ou de la distraction, mais voilà : si je pars de ce principe-là, je cesse de pousser la réflexion au-delà. Et du coup, si du sens s'y trouvait caché, je m'interdis y pouvoir accéder. »

Jean-Pierre Astolfi 1997

Dans ce travail de recherche il sera questions de creuser dans les erreurs des élèves en chimie. Car derrière il s'y cache une logique. En effet pour apprendre, toute personne se construit un modèle, qui est une image simplifiée de la réalité. Néanmoins si le modèle à la base est faux, le savoir qui sera construit dessus ne sera pas scientifique. Un faux modèle sera appelé dans ce travail conception. Pour de raisons de concision, au lieu de conception non scientifique ou représentations alternatives ou encore « misconceptions », termes que l'on peut retrouver en littérature, désignant le même objet.

De plus, par rapport à la biologie ou la physique où il est possible de se faire des modèles par rapport à son propre vécu, la chimie est une matière abstraite dans laquelle les élèves n'ont pas trop d'occasions de se construire des faux modèles à partir de leurs expériences. Pour cela le professeur joue un rôle fondamental dans la construction de ces modèles.

Afin de comprendre comment les enseignant·e·s de chimie s'y prennent face aux conceptions des élèves, des entretiens seront effectuées dans le but de creuser au sein des leurs stratégies de préventions, détection et remédiations de ces représentations alternatives.

1. Problématique et question de recherche

1.1 L'importance de l'enseignement des sciences. Les enjeux sociétaux.

L'enseignement des sciences, entrelacé à celui des sciences humaines est au cœur de la formation de la / du citoyen-e dans le monde actuel. Dans une société qui devient de plus en plus complexe, l'individu perd ses repères. Celle-ci, en affranchissant l'individu, dans un premier temps d'une vision révélée et enchantée du monde (Durkheim, 1922), puis, dans un second temps, des récits relayés par les institutions (Dubet, 2002), rend l'individu libre et en même temps le fragilise puisqu'il n'est plus enserré dans le maillage et les entrelacs symboliques construits par la société (Piot, 2012). « Le prix de cette liberté acquise dans un monde devenu moins lisible et plus incertain est, pour l'individu, l'obligation, s'il en a les ressources affectives, cognitives et identitaires, de calculer rationnellement son action, de prendre des décisions. » (Piot, 2012, p 94).

1.2 La chimie une discipline centrale pour la société.

La chimie contribue de façon déterminante aux besoins de l'humanité en nourriture et médicaments, vêtements et habitations, énergie et matières premières, transports et communications. Elle fournit des matériaux à la physique et à l'industrie, des modèles et des substrats à la biologie et à la pharmacologie, des propriétés et des procédés aux sciences et aux techniques (Lehn, 2011).

La chimie est une discipline centrale aux sciences de la nature : elle fait naturellement le pont entre la physique et la biologie, se situant souvent à un niveau de zoom intermédiaire entre les deux. L'apprentissage de la chimie peut aider les étudiants de sciences à comprendre les autres disciplines scientifiques (Cormier, 2014).

1.3 La chimie une discipline scolaire au cœur des sciences.

La chimie étudie la composition de la matière et les réactions ayant lieu entre les molécules qui la constituent. Elle traite autant de propriétés macroscopiques de la matière que de propriétés sous-microscopiques (invisibles à l'œil nu et au microscope) qui permettent

d'expliquer et de prédire les phénomènes macroscopiques. Dans le cadre de l'enseignement, les élèves sont amenés à développer des « connaissances », donc à savoir que la matière a une nature atomique, qu'il y a différents types de liaisons chimiques, qu'il y a différents symboles et langages etc. (Plan d'études cantonal francophone pour la formation gymnasiale, 2020, pp. 38-39). De plus, ils doivent acquérir des « savoir-faire » notamment, savoir comment utiliser des modèles, mesurer ou calculer des pH...etc. Mais aussi savoir quand et pourquoi, utiliser des outils mathématiques ou certaines techniques pour caractériser le produit d'une réaction. À côté ces trois types de connaissances : déclaratives, procédurales et conditionnelles (Tardif, 1992), le cours de chimie cherche à faire acquérir aux élèves des compétences *attitudinales scientifiques* et transversales tels que : la rigueur dans l'expression des idées et la recherche d'informations, une capacité d'analyse et de déduction, une organisation autonome et le développement d'un esprit critique ainsi que l'aptitude à être à l'écoute de l'autre. (Plan d'études cantonal francophone pour la formation gymnasiale, 2020, p. 39).

1.4 La formation de l'esprit scientifique et le terme « représentation »

Selon le plan d'étude évoqué en haut, l'élève n'a qu'à être une page blanche, ou plutôt une chambre qui n'attend que à être remplie et aménagée. Remplie de connaissances où l'esprit scientifique peut s'installer et se développer en suivant les conseils de l'enseignant-e.

Cependant, Astolfi et al. précisent que « les apprentissages ne viennent pas remplir le vide de l'ignorance mais sont en concurrence avec ce que les élèves savent ou croyant déjà savoir, ce qui complique singulièrement la tâche de l'enseignant » (Astolfi et al., 1998, p. 45).

Ce qui n'est pas tenu en compte est que quand il se présente à la culture scientifique, l'esprit n'est jamais jeune. Il est même très vieux, car il a l'âge de ses préjugés (G. Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique* 1934/2019. P 17). Selon Bachelard c'est en termes d'obstacle qu'il faut poser le problème de la connaissance scientifique. En effet, c'est dans l'acte de connaître qu'apparaissent des obstacles épistémologiques qui se présentent souvent comme causes d'inertie (G. Bachelard, 1934). Selon Bachelard, on connaît contre une connaissance

antérieure, en détruisant des connaissances mal faites et en surmontant ce qui, dans l'esprit même, fait obstacle à la spiritualisation (Bachelard, 1934).

Cette connaissance « mal faite » est ce que Michel S. Onge appelle une « représentation » (Onge, 2010).

Les représentations sont utiles dans leur rôle de simplifier et schématiser la réalité pour mieux la retenir. Néanmoins, si elles sont fausses, elles peuvent être un obstacle à l'apprentissage. On parle alors de conceptions ou représentations alternatives.

« Ainsi toute culture scientifique doit commencer, par une catharsis intellectuelle et affective. Reste ensuite la tâche la plus difficile : mettre la culture scientifique en état de mobilisation permanente, remplacer le savoir fermé et statique par une connaissance ouverte et dynamique, dialectiser toutes les variables expérimentales, donner enfin à la raison des raisons d'évoluer. » (Bachelard, 1934/2019, p. 22)

Une culture est scientifique quand elle se remet en question en renonçant à ses représentations afin de faire place au réel. C'est ainsi que l'esprit scientifique est formé.

« Le réel n'est jamais "ce qu'on pourrait croire" mais il est toujours ce qu'on aurait dû penser. » (Bachelard, 1934/2019, p16)

1.5 Les conceptions et les conceptions alternatives

Pour Giordan et de Vecchi (1997, p.91), une conception est un « ensemble d'idées coordonnées et d'images cohérentes, explicatives, utilisées par les apprenants pour raisonner face à des situations problèmes. »

Une conception est « alternative » quand elle constitue une connaissance propositionnelle ou conceptuelle différente de la définition scientifiquement acceptée d'un concept, ou incompatible avec celle-ci (Driver & Easley, 1978)

Dorénavant, j'utiliserai le terme conception pour désigner des conceptions alternatives ou représentations alternatives.

1.6 Les conceptions sont-elles un obstacle pour l'apprentissage ?

Sur ces conceptions l'élève peut construire son savoir avec le risque qu'un nouveau concept se mette en conflit avec sa conception initiale et d'être mal interprété ou évité. Les étudiants peuvent vivre une dissonance cognitive. (Festinger, 1962)

Selon Astolfi, « La nouvelle notion peut s'ajouter à l'ancienne conception avec une nouvelle réorganisation. « Les apprentissages scientifiques ne résultent pas d'une simple juxtaposition à des connaissances antérieures ; le progrès intellectuel résulte plutôt de la réorganisation d'un ensemble, souvent complexe, qui s'y opère » (Astolfi et al., 2008, p. 155).

1.7 Les origines des conceptions en chimie.

Pour revenir à ce qu'il a été énoncé plus haut, la chimie est une discipline qui fait le pont entre la physique et la biologie. Mais, alors qu'il est possible de comprendre qu'en physique et biologie les étudiants puissent arriver en classe avec des conceptions naïves dues à leur observation du monde (par exemple, sur le mouvement des corps ou la « nutrition » des végétaux) (Wandersee et al., 1994), en chimie, les apprenant·e·s ne sont pas en contact direct avec les notions qui seront à l'étude. Ils/elles n'ont pas l'occasion d'avoir une intuition sur des notions comme les molécules ou les réactions d'oxydoréduction ; elles/ils arrivent en classe avec moins de préconceptions que dans les autres sciences. En effet, si les conceptions sont élaborées pour donner un sens à ce qui est présenté en classe par rapport leur connaissances antérieurs, par rapport à ce que l'on trouve en littérature beaucoup de conceptions peuvent venir de l'enseignement. Il semble que le principal obstacle à l'apprentissage en chimie est l'obstacle didactique de Bachelard (Bachelard, 1934).

1.8 Quel est le rôle de l'enseignant de chimie ?

L'enseignant·e, notamment en chimie, recouvre un rôle primordial concernant la naissance des conceptions. Son rôle est celui de limiter leur formation, repérer les conceptions répandues entre ses élèves et se questionner sur les raisonnements qui peuvent mener à ces représentations. Enfin, « en sachant à quoi s'attaquer, les professeurs pourront proposer des

activités de réflexions ou des explications [...] destinées à cet effet à leurs étudiants ». (Cormier, 2014, p 20).

Pour résumer, l'enseignant·e a le devoir de :

1 Limiter la formation des conceptions.

En connaissant des exemples de conceptions répandues à travers des listes et inventaires afin d'essayer de les éviter. (Annexe A)

2 L'enseignant doit repérer les conceptions des élèves.

Les représentations peuvent s'exprimer à travers des *erreurs*, la *justification* que l'élève donne à ses réponses. Il est aussi possible de repérer les conceptions à travers des *tests diagnostiques* par exemple : « Molécules, polarité et phénomènes » (Cormier, 2014).

3 Mettre en place une remédiation, selon les modèles qui suivent.

1.8.1 Comment faire face aux conceptions ?

Selon Giordan, « Apprendre c'est de changer ses conceptions » (A. Giordan (1998), Apprendre !) Si les conceptions sont repérées alors il sera possible d'agir sur elles pour les changer.

Afin d'opérer le changement de ses conceptions, Potvin (Genève 2020), détaille trois possibles modèles de changement conceptuel que je vais présenter ci-dessous.

Modèles de changement conceptuel (Potvin, Genève 2020)

1. Le modèle de remplacement . Ce modèle consiste à créer un conflit cognitif (Festinger, 1962) dans l'espoir que les élèves renoncent à leurs idées. (Expérience de l'eau chaude et froide).

2. Les modèle de transformation ou de recadrage . (Vosniadou, 1994) Ce modèle se repose sur un principe de restructuration du savoir. Pour Vosniadou, c'est un changement de catégorie déontologique. Il s'agit de trouver un chemin pour sortir de la représentation et arriver à la réalité sans passer par un choc cognitif.

3. Le modèle de coexistence (2010) : affirme que les conceptions erronées peuvent coexister avec les conceptions scientifiques peu importe la discipline et les degrés d'expertise. (Potvin & Co. 2020).

Sur le plan pédagogique cela engendre des conséquences. Ce modèle renonce à discréditer les conceptions initiales. Selon ce modèle, il ne faut pas « attaquer » leur propre conception mais essayer juste de faire entrer la nouvelle conception dans la « course » et la rendre disponible (étape de la disponibilité) dans la tête des élèves pour qu'ils puissent l'utiliser et de cumuler un succès avec. L'espoir est que les élèves apprennent à discriminer les bons schémas et les utilisations qui peuvent être faites et inhiber les schémas erronés. (Potvin, Genève 2020).

1.9 Les liaisons intra et intermoléculaires un pont nécessaire pour la compréhension des phénomènes macroscopiques et le monde sous-microscopique.

D'après les réflexions de Kermen (Kermen, 2019), sur la difficulté des élèves à intégrer la dualité du monde macroscopique et microscopique.

Roger Barlet précise, que le macroscopique est observable, tangible, et résulte de ce qui se passe au niveau sous-microscopique inaccessible, qui est modélisable (Barlet & Plouin, 1994).

Un lien, qui se fait entre l'état macroscopique et sous- microscopique, né lorsque nous introduisons le concept de liaisons inter et intramoléculaires.

Il semble pertinent que des aspects sous-microscopiques comme les liaison chimiques (inter et intramoléculaires) et par conséquent la polarité des molécules soient bien maîtrisés afin d'avoir les bases pour entamer une réflexion pertinente en chimie et de s'approprier des notions plus complexes.

De la même manière rebondit Cormier « Étant donné que ces concepts sous-jacents servent à expliquer des phénomènes macroscopiques comme le changement d'état ou la solubilité, les conceptions alternatives à leur sujet pourraient avoir un impact négatif sur l'apprentissage de notions plus avancées » (Cormier, 2014, p.20).

1.10 Résumé et question générale de la recherche

En résumé, les conceptions sont des schémas qui sont nécessaires à la compréhension du monde. Néanmoins, beaucoup d'entre elles peuvent être erronées et empêcher l'acquisition d'un savoir scientifique. L'origine de ces conceptions sont en chimie dues principalement à l'enseignement ou à des raisonnements influencés par le sens commun et les heuristiques. Ces raisonnements alternatifs en chimie sont influencés par la particularité de cette matière qui regroupe trois domaines de savoir : le domaine macroscopique, sous-microscopique et symbolique. Le rôle de l'enseignant-e n'est pas seulement celui d'enseigner les conceptions scientifiques mais aussi celui de guider l'élève afin qu'il puisse surmonter ses conceptions.

Un chapitre faisant le lien entre monde macroscopique et sous-microscopique est celui des interactions intermoléculaires qui est traité en première année gymnasiale. Pour cette raison mes recherches seront effectuées dans ce moment spécifique dans le but d'apprendre à cibler et palier l'insurgence des conceptions.

Dans le but de me construire en tant qu'enseignante de chimie, je pense que différencier mes pratiques pédagogiques en tenant compte des conceptions des élèves c'est un pas vers l'inclusion.

Ces préoccupations ont inspiré les questions suivantes :

Quels sont les conceptions et les raisonnements des élèves de première année gymnasiale qui mènent à donner des mauvaises réponses ?

De quelle manière, les conceptions des élèves sont traitées, par les enseignants de chimie du secondaire 2 ?

1.11 Questions de recherche et hypothèses

3. Est-ce que l'analyse des conceptions, un outil de réflexivité nécessaire qui vise à améliorer la pratique pédagogique d'un·e enseignant·e de chimie au niveau du secondaire 2 ? (Question de recherche spécifique 1 + sous-questions a.-c.)

Sous-question a) Par quelles pratiques pédagogiques les enseignants·e-s du secondaire 2 visent à limiter l'émergence de conceptions alternatives inter-intramoléculaires ?

Hypothèses pour la sous-question a :

1. Étant la chimie une matière abstraite, les professeurs veilleront à prévenir des faux raisonnements et des faux modèles par rapport à leur expérience personnelle.
2. La prévention se fait en s'appuyant sur les listes des conceptions que l'on peut trouver en littérature.

Sous-question b) Quels sont les outils employés par les enseignant·e-s dans le but de détecter les conceptions ?

Hypothèses pour la sous-question b:

3. Les pratiques des enseignants visant la détection des conceptions se font par rapport à l'analyse des erreurs des élèves et à leurs démarches.
4. Des test diagnostiques du type : « Molécules, polarité et phénomènes » (Cormier, 2013)) pourraient être utilisés.

Sous-question c) Face aux conceptions, quelles sont les remédiations possibles utilisées par les enseignant·e-s ?

Hypothèses pour la sous-question c:

5. Selon les trois modèles de changement conceptuel proposés plus haut, les professeurs pourront chercher de discréditer les conceptions en passant par un conflit cognitif afin de les remplacer (modèle de remplacement). En alternative, ils pourront opter pour

un modèle de restructuration du savoir à petits pas (modèle de transformation).
Autrement, les professeurs pourront « accepter » la coexistence des conceptions avec les conceptions scientifiques dans l'espoir que les élèves deviennent capables d'inhiber les schémas erronés. (Modèle de coexistence).

2 Méthodologie

2.1 Fondements méthodologiques

Afin de répondre aux questions de ma recherche, l'approche méthodologique envisagée est de type qualitatif à visé heuristique. La démarche adoptée qui sera de type descriptive et compréhensive pourra être analysée selon un processus déductif et inductif. Ces notions seront expliquées à la suite.

2.1.1 Recherche qualitative

Mon travail vise à recueillir des données sur la prévention/diagnostique et remédiation des conceptions en chimie de la part des enseignants du secondaire 2.

À travers les données récoltées lors des entretiens j'aimerais avoir une vision de comment des professeur·e·s avec personnalités et expériences différentes gèrent l'insurgence et la diversité des conceptions dans leurs classes. J'aimerais ainsi découvrir les pratiques et les compétences que je devrai acquérir afin de pouvoir gérer aux mieux l'apprentissage de la chimie.

Pour Pinar, Potvin & Rousseau (2004), la recherche est de type qualitatif lorsqu'elle « met l'accent sur l'expérience subjective des individus dans leurs transactions avec leur environnement. La compréhension de ce qui est vécu et la recherche de sens au vécu individuel sont prioritaires à tout autre objectif » (p.61).

Les entretiens seront effectués dans le cadre du *Gymnase de Bienne et du Jura Bernois*. Ceci, afin de privilégier le contact direct avec le sujet sur le terrain. Selon les recommandations de Paillé et Mucchielli (2012) la recherche qualitative « implique un contact personnel avec les sujets de la recherche, principalement par le biais d'entretiens [...] dans les milieux mêmes où évoluent les acteurs » (p. 13)

Enfin, pour un travail de type qualitatif l'accent est mis sur la qualité de l'échantillon. En privilégiant le choix de l'échantillon par rapport à la quantité comme le précisent Baribeau et Royer (2012), « en recherche qualitative, il est en effet reconnu que la qualité de l'échantillon

est moins liée à sa taille et à sa représentativité qu'au fait qu'il produit des informations nouvelles (p.35).

2.1.2 Approche heuristique.

Mon travail vise à découvrir quel sont les bons réflexes qu'un professeur de chimie doit mettre en œuvre non seulement pour éviter d'alimenter des fausses croyances et des faux modèles mais pour les détecter et y remédier. Il est aussi pertinent de faire une comparaison entre les stratégies mises en place par rapport à l'expérience et à la personnalité des professeur-e-s.

« Les approches méthodologiques à visée heuristique permettent au chercheur de saisir la richesse des pratiques enseignantes et ainsi d'en développer une meilleure connaissance sans chercher à les évaluer » (Tupin, 2003, p.170).

2.1.3 Démarche descriptive et compréhensive.

Lors de mes entretiens les interviewés seront amenés à décrire leurs démarches mais aussi à expliquer comme ils y sont arrivés ainsi que les causes et les raisons qui les ont poussés à adopter certains comportements.

Pour Fortin (2010), « cette méthode vise la compréhension et la description de l'expérience humaine, telle qu'elle est vécue par la personne » (p. 257).

2.1.4 Processus déductif

Les informations récoltées par les entretiens seront généralisées et reconduites à la littérature. Ainsi il sera possible de tirer des conclusions plus générales. Ceci est une approche de type déductif. Selon la définition Pasche Gossin (2020-2021), le processus d'analyse déductif se résume à « partir des théories et aller chercher dans les données ». De plus, Blais et Martineau (2006) ajoutent que le processus d'analyse déductif est « un type de raisonnement qui consiste à passer du spécifique vers le général » (p.4).

2.2 Nature et Corpus

2.2.1 L'entretien semi-directif. Apports et limites.

L'outil de récolte que j'ai choisi pour la collecte des données est l'entretien. Le choix se fait par rapport à la nature qualitative de ma recherche. Mon travail n'est pas qu'un inventaire des conceptions des élèves en chimie mais une analyse sur la manière personnelle que les professeurs peuvent adopter pour appréhender et gérer les conceptions des élèves. La définition que Baribeau et Royer (2012) donnent à l'entretien a pu contribuer à ma décision :

« L'entretien individuel, plus que tout autre dispositif, permet de saisir, au travers de l'interaction entre un chercheur et un sujet, le point de vue des individus, leur compréhension d'une expérience particulière, leur vision du monde, en vue de les rendre explicites, de les comprendre en profondeur ou encore d'en apprendre davantage sur un objet donné. Comme la parole est donnée à l'individu, l'entretien s'avère un instrument privilégié pour mettre au jour sa représentation du monde. » (p.26)

De plus, « un deuxième avantage de l'entretien concerne la compréhension des questions, puisque l'enseignant peut obtenir des clarifications en cas d'incompréhension » (De Saint André & Co, 2010, p.166).

Une limite est pourtant soulevée par De Saint André & Co, il s'agit du phénomène de « désirabilité sociale » mentionné par (Allaire, 1988) qui « risque d'amener l'enseignant à donner la réponse qu'il pense adéquate en fonction des attentes du chercheur, afin que celui-ci génère une image positive de lui » (De Saint André & Co, 2010, p.166)

Afin de pallier ce problème, les entretiens se dérouleront au gymnase dans lequel les enseignants travaillent, comme d'ailleurs a été suggéré par Paillé et Mucchielli (2012)

Parmi les typologies d'interviewes j'ai choisi l'entretien semi-directif afin de faire mieux ressortir avec plus de liberté les approches des professeurs. La définition donnée par Van Campenhoudt et Quivy (2011), correspond à cette volonté.

L'entretien semi-directif, ou semi-dirigé, est certainement le plus utilisé en sciences sociales. Il est semi-directif en ce sens qu'il n'est ni entièrement ouvert, ni canalisé par un grand nombre de questions précises. Généralement, le chercheur dispose d'une série de questions-guides, relativement ouvertes [...]. Autant que possible, il « laissera venir »

l'interviewé afin que celui-ci puisse parler ouvertement [...]. Le chercheur s'efforcera simplement de recentrer l'entretien sur les objectifs chaque fois qu'il s'en écarte [...] (p.171).

2.2.2 Le guide d'entretien

Le guide d'entretien est une étape fondamentale et selon Combessie (2003), doit être « [...] rédigé avant l'entretien et comporte la liste des thèmes ou des aspects du thème qui devront avoir été abordés avant la fin de l'entretien » (p. 25). Imbert (2010) confirme cela et ajoute que « l'entretien est structuré par le chercheur qui construit un guide d'entretien à partir d'éléments issus d'une enquête exploratoire ; les questions sont ouvertes et les thèmes sont proposés » (p.26).

De plus, Jovic (s. d.) mentionne qu'au cours de l'entretien, il est nécessaire de « relancer afin que le sujet approfondisse et explore le(s) thème(s) du guide d'entretien » (p.79).

Le guide se trouve en Annexe 0, il compte trois questions issues de mes interrogations de recherche et les possibles relances. Les thèmes abordés sont trois. Notamment :

- Comment les professeur·e·s gèrent la prévention des conceptions ?
- Quels types et comment les conceptions sont détectées ?
- Quels sont, pour les professeur·e·s interviewé·e·s, les remédiations possibles face aux conceptions des élèves ?

2.2.3 Procédure et protocole de recherche

Afin de pouvoir effectuer des entretiens semi-directifs, les candidat·e·s ont été contacté·e·s d'abord par un échange direct où j'ai pu demander s'elles/ils étaient intéressé·e·s et disponibles à passer l'entretien. Ensuite je suis revenue vers eux en les contactant par mail. En ce moment j'ai pu fournir les lignes générales des questions posées et le matériel concernant les recueils des conceptions. Également, nous avons pu convenir la date et l'heure de l'entretien.

2.2.4 Échantillonnage

Selon Blanchet & Gotman (2014), « définir la population, c'est sélectionner les catégories de personnes que l'on veut interroger, et à quel titre ; déterminer les acteurs dont on estime qu'ils sont en position de produire des réponses aux questions que l'on se pose » (p. 46).

Les enseignant·e·s que j'ai décidé d'interroger n'ont pas été choisis en fonction de leur âge et leur sexe mais par rapport à leur niveau d'expérience. L'échantillon compte trois professeur·e·s du secondaire deux avec respectivement sept, onze et treize ans d'expérience dans l'enseignement de la chimie dans tous les niveaux et les différentes filières. Selon Huberman (1991) les enseignant·e·s sont stabilisés dans leur pratique dès leur septième année. Mon échantillon compte donc trois professeurs expérimentés.

Voici un tableau contenant les profils des interviewés. Les prénoms choisis sont fictifs afin de préserver l'anonymat.

Prénoms	Années d'expérience
Sara	10 ans
Nolan	13 ans
Igor	7 ans

2.3 Méthodes et techniques d'analyse des données

2.3.1 Transcription et analyse

Après avoir effectué les entretiens, les avoir enregistrés, une nouvelle étape se pose. La transcription. Freyssinet-Domjon (1997) la définit ainsi : « La transcription est l'opération par laquelle le contenu verbal recueilli oralement passe de l'enregistrement sonore à un support écrit » (p.167)

Il existe plusieurs types de transcriptions. Le premier type est la transcription intégrale aussi appelée transcription mot à mot. Il s'agit d'une reprise fidèle du discours oral sans modifications ni reformulations. Néanmoins, cette sorte de transcription n'est pas forcément utile dans une recherche de type sociologique. Ce qui m'a fait pencher plutôt pour une analyse de contenu. Fortin (2010) parle de l'analyse de contenu comme un traitement des données qualitatives qui a comme finalité de découvrir les thèmes marquants et les tendances.

Pour ce faire, les réponses ont donc été reformulées fidèlement après plusieurs écoutes de la bande sonore. Ensuite, catégorisées dans un tableau par rapport à la question appropriée. En effet, on remarque que lors d'une réponse à une question donnée, des propos liés à d'autres questions posées en précédence pouvaient resurgir. Pour cela, il a fallu rediriger la réponse vers la bonne question. De la même manière les thèmes hors sujet n'ont pas été regroupés dans la transcription. Ainsi faisant, les points les plus importants et les plus pertinents pour cette recherche seront analysés afin de tirer des conclusions et de répondre aux questions de recherche énoncées dans la problématique. De plus, afin de faciliter le traitement des données un code couleur a été utilisé :

- Les thématiques récurrentes ont été mises en évidence en vert.
- Les exemples concrets ont été soulignés en jaune.

Des problèmes récurrents qui, selon les interviewés peuvent être à l'origine des conceptions, ont été surligné en bleu. (Annexes VI, VII, VI)

2.4 Résultats

2.4.1 Présentation et analyse des résultats

Les questions posées lors des entretiens portaient respectivement sur le thème de la prévention face aux possibles conceptions, sur le diagnostic de ces fausses croyances et enfin sur les possibles pratiques de remédiation.

Lors de l'analyse des trois interviews le thème concernant des difficultés pouvant être à l'origine des conceptions a été évoqué de manière spontanée par les trois professeurs interviewés.

De plus, par rapport à un premier approche visuel des réponses obtenues, (voir les annexes VI, VII et VIII) la première question, celle relative aux démarches visant la prévention de ces conceptions , est celle qui a été le plus développée.

Avant d'aborder de manière systématique les réponses aux questions des interviewé·e·s . Les difficultés évoquées en haut par les professeur·e·s seront précisées et regroupées en différents catégories. Ensuite, elles seront rattachées à des problématiques déjà détaillées en littérature.

2.4.2 Difficultés possibles à l'origine des conceptions

Le problème de l'abstraction

Selon les interviewé·e·s, la difficulté à connaître de notions de bases comme le tableau périodique est liée à son niveau d'abstraction. En effet, même comprendre ce qu'est un élément est compliqué car il est difficile de repérer une substance constituée d'un seul élément pur en nature. Souvent les substances sont constituées d'éléments combinés. La chimie manque de tangibilité.

Certains élèves n'arrivent pas à atteindre le degré d'abstraction nécessaire, ce qui empêche de corriger des éventuelles conceptions.

Ce sujet est évoqué en littérature. Les chercheurs posent l'origine du problème de l'abstraction par la raison que la chimie se développe dans trois domaines différents. Les

domaines symbolique (équations, les symboles et les formules chimiques), sous-microscopique (la conceptualisation d'atome et molécule) et macroscopique (les phénomènes observables comme les couleurs, la phases) (Gilbert & Treagust, 2009). « Ce n'est en effet qu'après avoir maîtrisé ces trois domaines et leur interrelation qu'un étudiant pourra aspirer à utiliser correctement les modèles de la chimie pour prédire et expliquer les réactions de la matière. » (Cormier, 2014. p 7).

Le problème du langage et du sens commun

D'après les interviewé-e-s, certaines conceptions se créent en mélangeant le langage courant et avec le langage scientifique. Par exemple : « l'oxydoréduction dépend de l'oxygène », « la chimie organique est la chimie du vivant ». Le langage courant peut créer des faux amis. « Le gaz carbonique est mal ». Alors qu'en chimie, si lors d'une combustion du gaz carbonique est produit cela ne semble pas aussi grave par rapport aux autres substances qui peuvent être produites.

Hartley et ses collaborateurs (Hartley, Wilke, Schramm, D'Avanzo, & Anderson, 2011) recommandent d'ailleurs aux enseignants de chimie de porter une attention particulière au vocabulaire qu'ils utilisent en classe, afin d'éviter la confusion possible avec le langage courant. (Talanquer, 2006)

Ce problème est aussi lié aux raisonnements du sens commun qui ne causent aucun mal dans la vie courante mais peuvent apporter des conceptions alternatives. À ce propos, Talanquer a développé un cadre en chimie qui s'appelle : *Commonsens chemistry* (Talanquer, 2006). « Certaines conceptions, ne sont pas causées par l'enseignement formel, mais plutôt par la reconstruction du raisonnement dans la tête des étudiants, à l'issue d'un enseignement formel » (Cormier, 2014. p 17).

Le problème des méconnaissances et des lacunes a été évoqué par un des interviewé-e-s. Notamment, la non-connaissance que le tableau périodique est divisé en métaux et non

métaux. Cette méconnaissance est d'après le professeur interviewé un problème dans la différenciation entre liaisons intramoléculaires (liaison métallique, covalente et ionique).

Un autre point évoqué concerne les raisonnements faux qui peuvent trouver leur origine dans la transposition didactique et la nécessité de simplifier certains concepts plus complexes.

« Ce ne sont pas toutes les mauvaises réponses en chimie qui proviennent de conceptions alternatives : certaines proviennent d'un manque de connaissances, d'autres d'un agencement incorrect de concepts pourtant corrects. » (Cormier, 2014. P 74) La problématique des méconnaissances et des mauvais raisonnements qui sont à l'origine des difficultés est servie de base à plusieurs auteurs pour analyser les difficultés des apprenant en chimie (Gilbert & Treagust, 2009; Harrison & Treagust, 2002; Nicoll, 2001; Talanquer, 2011; Treagust, Chittleborough, & Mamiala, 2003; Tsapalis, 1997; Wu, 2003).

Le problème de la manipulation des données mathématiques. Notamment, poser des équations, connaître les unités et faire des transformations d'unités. Savoir repérer dans le texte les données dont on a besoin.

Ce problème, qui a été évoqué en littérature (Driver & Easley, 1978), peut être un facteur décourageant vis-à-vis de l'apprentissage des sciences.

La difficulté à faire des liens

Le problème avec le fait de catégoriser ou de trop compartimenter fait que les élèves se contentent d'apprendre par cœur des catégories sans faire de liens.

Le problème du temps du gymnase français par rapport à la section bilingue a été soulevé par une interviewée. Le problème du temps et également lié à celui des évaluations répétées qui porte les élèves à réfléchir à court terme. Ce type de structure compacte, fait qu'il peut être plus difficile de tisser des liens. Et par conséquent il est plus compliqué de revenir sur les conceptions.

Les conceptions sont difficiles à diagnostiquer. Cette dernière problématique est ressortie lorsqu'il a été demandé aux interviewé·e·s de se prononcer vis-à-vis de la conception : « L'évaporation d'un composé entraîne le bris des liaisons covalentes de ses molécules » (Cormier, 2014, p.8). Seulement un des trois interviewés a pu relever cette conception mais seulement dans des rares cas. De plus, ce type de conception n'avait pas vraiment été recherchée par les candidats.

La question a été posée dans les entretiens en raison du fait que seulement le 14% des étudiants d'une recherche (Cormier, 2014, p. 8) ont répondu correctement à un énoncé portant sur ce thème.

À ce sujet, Cormier explique que « Nos étudiants apprennent à répondre à nos questions d'examen et même lorsqu'ils réussissent nos cours, ils peuvent avoir une représentation personnelle du contenu qui n'est pas en accord avec la théorie scientifique. » (Cormier, 2017, p. 10).

Il est reconnu que les conceptions alternatives sont difficiles à diagnostiquer par les professeur·e·s parce qu'elles ne s'expriment généralement pas dans un contexte de classe traditionnel et qu'elles sont constituées dans un système explicatif qui semble cohérent et fonctionnel aux étudiants (Astolfi et collab., 2008).

2.4.3 Analyse des réponse aux questions de recherche.

Question 1 : Face aux possibles conceptions des élèves quels sont les pratiques pédagogiques que vous adoptez afin de les prévenir/limiter ?

Lors de cette première question il avait été demandé aux professeur·e·s, avec un recueil de conceptions à la main (voir annexes III, IV), de se prononcer concernant les pratiques qu'ils mettaient en œuvre pour limiter la naissance des conceptions alternatives. (Voir les annexes Vi, VII.VIII)

L'importance d'utiliser un langage clair qui ne laisse pas de place aux malentendus et en faisant très attention au vocabulaire est un point fondamental.

Une activité de prévention qui se fait par rapport au « feeling » et à l'expérience est aussi évoquée dans les trois cas. La prévention des pièges dans lesquelles les élèves peuvent « tomber » en donnant des exemple explicites des erreurs qui sont souvent commis. Notamment, appuyer sur le fait que les ponts H sont des liaisons intermoléculaires et non pas intramoléculaires et insister que lors d'une évaporation ce sont les molécules qui se séparent et non pas les liaisons covalentes qui se cassent. Au sujet des ponts-H, une démarche qui est prônée au gymnase consiste à parler de ponts-H et interactions intermoléculaires et non pas de liaisons-H et liaisons intermoléculaire. Ceci, pour appuyer sur le caractère électrostatique des interactions intermoléculaires. Une professeure arrive à faire des liens entre différentes langues et la manière dont on nomme les interactions intramoléculaires. Par exemple, en allemand on parle de « Wasserstoffbrücken » (ponts hydrogène) alors qu'en anglais de « hydrogène bonds » (liaisons hydrogène). Mettre en garde, vis-à-vis du langage utilisé dans les différentes littératures devrait aider les élèves à ne pas se confondre.

Le problème du langage en chimie est soulevé par Sophie Canac (Canac, 2017) qui cite « La chimie moderne s'est constituée en même temps que son « langage ». Il lui faut presque un siècle pour s'élaborer et il paraît aujourd'hui complètement « naturel », cela étant sans doute lié à son « apparente » simplicité. » (Bensaude-Vincent & Stengers, 1993, p. 4).

Avertir de la possibilité de commettre des erreurs déclenche chez les novices, de fonctions d'inhibition de type expert. Des conceptions peuvent exister avec les conceptions scientifiques même dans les experts (Potvin et al., 2020). Selon leurs recherches, c'est ainsi que même pour les experts les conceptions ne sont pas effacées mais inhibés (modèle de coexistence).

Un autre point évoqué est lié à la nécessité de répéter un même concept au moins sept fois (même si c'est très difficile de le mettre en œuvre avant le test). La répétition étant faite dans des contextes et sous des canaux différentes (visuel, auditif, kinesthésique).

Selon Taber (2001) la principale difficulté des élèves en chimie serait dans le trois niveaux de représentation : symbolique, sous-microscopique et macroscopique. Il faudrait donc répéter le concept au moins par rapport à ces trois niveaux différents. Comment symbolise-t-on ce

phénomène ? Comment les molécules interagissent-elles ? Qu'est-ce que l'on peut voir lorsque ce phénomène se produit ? En variant entre les trois canaux.

« Le philosophe se console aisément. Il admire le symbolisme lorsqu'il marche et le rejette quand il ne marche pas. Il est tout près, au moindre échec, de conclure : après tout, il ne s'agissait que de représentation. [...] Les chimistes sont plus exigeants. Ils ont toujours la pensée que les symboles doivent retrouver quelques aspects de la réalité. Précisément, ils les réfèrent à la réalité. Cette attitude d'un symbolisme appliqué réclame, outre la cohérence logique des symboles, une efficacité expérimentale. Les chimistes peuvent sans doute s'entendre comme tout le monde, sur des conventions. Mais leurs conventions se chargent, à l'application, de coefficients réalistes différents. (Canac, 2017, p.4)

Une autre approche qui est utilisée est celui de modéliser de manière très concrète et kinésique. Par exemple, des personnes qui se serrent la main (liaison intramoléculaire), interagissent avec un autre groupe de personnes par exemple à travers d'une discussion sur un thème commun (interaction intermoléculaire). Humaniser la chimie et parler aux élèves sur le plan émotionnel fait qu'ils vont être plus réceptifs. L'important, selon les interviewé-e-s est de faire attention et bien « semer » ce type de modélisation.

Les professeur-e-s, sont disposés à accepter en début du gymnase, des modélisations simplifiées. Néanmoins, afin de garder les élèves dans une optique de changement conceptuel, une stratégie serait de prévenir les élèves depuis le début. En effet, selon un interviewé les élèves ont envie de croire qu'il y a une seule réponse possible. Leur faire prendre conscience rapidement que les modèles vont se complexifier pourrait les aider à faire face à la fixité des conceptions.

Question 2 : Comment, avez-vous remarqué des conceptions apparaître chez vos élèves ?

Lors de cette deuxième question, il avait été demandé quelles conceptions avaient été détectées et comment.

Les conceptions qui sont ressorties dans les entretiens concernent des confusions entre des liaisons intramoléculaires (ioniques, métalliques et covalentes) comme s'il n'y avait pas de différence entre elles. Par rapport à la liste proposée, l'erreur commune est de penser que les

ponts-H sont comme la liaison intramoléculaire O-H, et non comme relative aux attractions électrostatiques entre deux liaisons différentes.

Une autre difficulté est celle de distinguer quel type de molécule peut faire des ponts-H. La seule présence d'oxygène et hydrogènes n'est pas la condition fondamentale.

Penser qu'un acide faible n'est pas dangereux ou comme mentionné plus haut, associer un oxydant à l'oxygène (faux amis) ou donner au gaz carbonique une connotation toujours négative.

Les conceptions ressortent par rapport aux questions posées en classe, des erreurs et des raisonnements liés au langage courant et lors de justifications données dans les tests.

Question 3 : Dans votre pratique pédagogique, quelles sont les remédiations possibles aux conceptions ?

Lors de cette troisième question l'accent a été mis sur la remédiation.

Les trois professeur·e·s interviewé·e·s essaient d'y revenir dès qu'elles sont exprimées par les élèves pendant le cours. Cela dépend néanmoins de la participation des élèves. Face aux élèves trop discrets il sera plus difficile d'y remédier ainsi. Si les conceptions sont remarquées dans les examens, il est souvent trop tard car la correction ne sera pas de grand intérêt pour les élèves.

Selon N. le fait d'avoir une conception, même fautive peut être un bon prétexte pour revenir dessus et insister en présentant la bonne conception scientifique et en discréditant le faux modèle. Ceci rappelle un des modèles de changement conceptuel proposé par les travaux de Posner et al. (1982). Selon leurs travaux, pour qu'un changement conceptuel se vérifie dans l'esprit des étudiants il faut qu'ils ressentent une insatisfaction vis-à-vis de leur modèle pour que la nouvelle représentation qui soit présentée en remplacement semble plus intelligible et soit ainsi acceptée.

Selon S. il est possible de revenir aux conceptions en faisant des liens, par exemple entre des activités en laboratoire et des notions passées. De cette manière il sera possible de reprendre ces notions difficiles dans des contextes différents.

3 Conclusions et perspectives

La chimie est une branche abstraite, les élèves peuvent se construire des modèles qui n'ont pas leur origine dans la vie courante comme c'est le cas pour la biologie ou la physique. Bachelard soutient que ces modélisations trouvent leur origine dans l'enseignement (Bachelard, 1934/2019) comme déjà cité plus haut. L'enseignant·e, notamment en chimie recouvre un rôle primordial concernant la naissance des conceptions. Son rôle est celui de limiter leur formation, repérer les conceptions répandues parmi ses élèves et de se questionner sur les raisonnements qui peuvent mener à ces représentations. Cette préoccupation a suscité trois questions notamment :

- a. Par quelles pratiques pédagogiques les enseignants ·e-s du secondaire 2 peuvent limiter l'émergence de conceptions alternatives inter-intramoléculaires (tableau : annexes III et IV)?
- b. Quels sont les outils employés par les enseignant·e-s dans le but de détecter les conceptions ?
- c. Face aux conceptions, quelles sont les remédiations possibles utilisées par les enseignant·e-s ?

Ce qui en est ressorti de mes entretiens sont tout d'abord des problématiques que les candidat·e-s ont évoqués et que je résumerai ci-dessous :

- Le problème de l'abstraction dans les trois niveaux propres à la chimie notamment, le niveau symbolique, sous-microscopique et macroscopique ;
- Le problème du langage et du sens commun ;
- Le problème des méconnaissances et des lacunes ;
- Le problème dû aux raisonnements et à la nécessité didactique de simplifier/catégoriser ;
- Le problème lié à la manipulation des données mathématiques ;
- La difficulté à faire des liens et le manque de temps ;
- La difficulté à diagnostiquer les conceptions.

Ensuite, lors de l'analyse des réponses, ce qui a été relevé visuellement est qu'une grande place dans la didactique des professeurs interviewés est réservée à la prévention des

conceptions. Le pouvoir préventif dépend en grande partie de l'expérience qui aide à devancer les pièges et à éveiller l'attention de l'élève face à celle-ci. D'ailleurs, c'est ainsi qu'il est possible d'inhiber des conceptions chez les élèves (Potvin et al., 2020). Prévenir les élèves qu'ils devront faire face à la complexification vis-à-vis de certains modèles est un outil de prévention qui est proposé. Les élèves seront ainsi dans une posture qui vise naturellement au changement conceptuel.

L'usage d'un vocabulaire et d'un langage clair et explicite est toujours évoqué. Le doute aurait moins de place pour s'installer.

L'importance de répéter les modèles en faisant des liens est indispensable pour fixer les conceptions scientifiques et leur donner du sens.

Les conceptions répertoriées, n'étaient pas pour la plupart connues des candidats mais elles auraient pu être un bon outil de référence.

Les conceptions sont détectées par rapport aux questions posées en cours, aux justifications données dans le test et aux raisonnants des élèves.

Enfin, pour ce qui concerne la remédiation. Les trois candidat·e·s concordent sur l'importance de revenir sur les faux modèles dès qu'ils se présentent afin de les discréditer. Ou, en poursuivant la même fin, de les révoquer à plusieurs reprises et dans des contextes différents en faisant des liens avec différentes parties du programme.

3.1 En résumé dans un tableau.

Questions de recherche	Hypothèses (H)		Conclusions
Par quelles pratiques pédagogiques les enseignants-e-s du secondaire 2 visent à limiter l'émergence de conceptions alternatives inter-intramoléculaires ?	1. La chimie étant une matière abstraite, les professeur-e-s veilleront à prévenir des faux raisonnements et des faux modèles par rapport à leur expérience personnelle.	Hypothèse 1. <u>Confirmée.</u>	Les professeurs font appel à leur expérience afin de prévenir de faux raisonnements et conceptions, en s'appuyant en prévalence sur la clarté du langage.
	2. La prévention se fait en s'appuyant sur les listes des conceptions que l'on peut trouver en littérature.	Hypothèse 2. <u>Infirmée</u>	L'usage des listes de conceptions trouvées en littérature ne fait pas partie des stratégies de prévention employés.
Quels sont les outils employés par les enseignant-e-s dans le but de détecter les conceptions ?	3. Les pratiques des enseignants visant la détection des conceptions se font par rapport à l'analyse des erreurs des élèves et à leurs démarches et réflexions.	Hypothèse 3. <u>Confirmée</u>	La détection se fait par rapport aux justifications que les élèves donnent aux réponses, lors des tests ou leurs interventions en classe.
	4. Des test diagnostiques du type : « Molécules, polarité et phénomènes » (Cormier, 2013) pourraient être utilisés.	Hypothèse 4. <u>Infirmée</u>	Néanmoins, aucune pratique qui vise à déceler les conceptions comme un test diagnostique n'a été pas mise en place.
Face aux conceptions, quelles sont les remédiations possibles utilisées par les enseignant-e-s ?	5. ...les professeurs pourront chercher de discréditer les conceptions en passant par un conflit cognitif afin de les remplacer (modèle de remplacement). En alternative, ils pourront opter pour un modèle de restructuration du savoir à petits pas (modèle de transformation). Autrement, les professeurs pourront « accepter » la coexistence des conceptions avec les conceptions scientifiques dans l'espoir que les élèves deviennent capables d'inhiber les schémas erronés. (Modèle de coexistence).	Hypothèse 5. <u>Confirmée</u>	Les faux schémas sont discrédités par les professeurs en expliquant où et pourquoi ce schéma ne fonctionnent pas. Ces méthodes rappellent des modèles de transformation et de remplacement. <u>L'hypothèse est confirmée.</u> Les professeur-e-s confirment les bons schémas en faisant des liens à plusieurs reprises et en différents contextes. En démontrant ainsi la validité de la conception scientifique. Ceci rappelle le modèle de coexistence. <u>L'hypothèse est confirmée.</u>

Il est possible de constater, que même si les professeur·e·s interviewé·e·s ne font pas de manière consciente de liens à la littérature, leur pratique est souvent conforme à cette dernière.

Notamment, ils/elles font référence à l'abstraction de la matière et à la nécessité d'utiliser un langage précis. De même, concernant les modèles de changement conceptuel, leurs démarches visent à poursuivre les mêmes objectifs sans nécessairement se référer à la littérature.

Toutefois, l'utilisation de listes de conceptions ainsi que des test diagnostiques sont des pratiques méconnues par les enseignants.

Afin de faire appel à ces deux pratiques inexploitées, suivre les conceptions des élèves du secondaire 2 le long des années gymnasiales en faisant recours à des questionnaires diagnostiques sur deux pallier comme celui utilisé par Cormier dans sa thèses doctorale (2014) pourrait aider les enseignant·e·s à suivre les conceptions des élèves et à perfectionner leurs stratégies de préventions, détection et remédiation.

Pour terminer, à travers cette recherche j'ai eu la chance d'approfondir le thème des conceptions en chimie qui était pour moi méconnu. Chaque apprenant·e arrivant en cours avec un bagage d'idée. Pour la chimie encore davantage, ces modèles, se forment de manière tacite dans la tête des élèves. J'ai l'impression avec ce travail, d'avoir gagné du recul et acquis des outils précieux pour mieux faire face aux représentations des élèves, dans l'espoir de pouvoir les guider de la meilleure façon dans leur construction du savoir.

Références bibliographiques

Astolfi J.-P.(1997). *L'erreur, un outil pour enseigner*. ESF.

Astolfi, J. P., Peterfalvi, B., & Vérin, A. (2011). *Comment les enfants apprennent les sciences*. Retz.

Bachelard, G. (1934). *La formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance*. Vrin.

<https://athenaphilosophique.net/wp-content/uploads/2019/07/Bachelard-Gaston-La-Formation-de-lesprit-scientifique.pdf>

Bachelard, G. (1953). *Le matérialisme rationnel*. Presses universitaires de France. PUF.
https://www.puf.com/content/Le_mat%C3%A9rialisme_rationnel_1

Baribeau, C., & Royer, C. (2012). L'entretien individuel en recherche qualitative : usages et modes de présentation dans la Revue des sciences de l'éducation. *Revue des sciences de l'éducation*, 38(1), 23-45.

<https://doi.org/10.7202/1016748ar>

Campenhoudt, L. V., & Quivy, R. (2011). *Manuel de recherche en sciences sociales*. Dunod.

Canac, S. (2017). *Le langage symbolique de la chimie en tant que méta-niveau entre registre empirique et registre des modèles : une problématique de l'enseignement-apprentissage de chimie* [Doctoral dissertation, Université Sorbonne Paris Cité].

<https://theses.hal.science/tel-01969361/>

Combessie, J. C., & Combessie, J. C. (2007). *La méthode en sociologie* (Vol. 124). La découverte.

<http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=19184830>

Cormier, C. (2014). Au-delà de la réussite scolaire : les étudiants de Sciences comprennent-ils vraiment la chimie ? *Pédagogie collégiale vol. 27, no 2, hiver 2014*.

<http://eduq.info/xmlui/handle/11515/21924>

Cormier, C. (2015). *Étude des Conceptions Alternatives et des Processus de Raisonnement des Étudiants de Chimie du Niveau Collégial sur la Molécule, la Polarité et les Phénomènes Macroscopiques*. [Ph.D. thésis, Université de Montréal]

<https://doi.org/1866/11916>

De Saint-André, M. D., Montésinos-Gelet, I., & Morin, M. F. (2010). Avantages et limites des approches méthodologiques utilisées pour étudier les pratiques enseignantes. *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, 13(2), 159-176.

<https://doi.org/10.7202/1017288ar>

Driver, R., & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84. <https://doi.org/10.1080/03057267808559857>

- Dubet, F. (2002). *Le déclin de l'institution*. Média Diffusion. Seuil.
<https://doi.org/10.4000/questionsdecommunication.7552>
- Durkheim, É. (1922). *De la division du travail social*. F. Alcan.
<http://alain-leger.lecigales.org/docs/Durkheim.pdf>
- Estivals, R. (1986). *Pensée et langage, par Vigotsky*. *Communication & Langages*, 69(1), 125-127. https://www.persee.fr/doc/colan_0336-1500_1986_num_69_1_1798
- Gilbert, J. K., De Jong, O., Justi, R., Treagust, D. F., & Van Driel, J. H. (Eds.). (2003). *Chemical education: Towards research-based practice* (Vol. 17). Springer Science & Business Media. <https://link.springer.com/book/10.1007/0-306-47977-X>
- Festinger, L. (1962). *A theory of cognitive dissonance* (Vol. 2). Stanford University Press.
- Fetherstonhaugh, T., & Treagust, D. (1992). Students' understanding of light and its properties: Teaching to engender conceptual change. *Science Education*, 76(6), 653-672. <https://doi.org/10.1002/sce.3730760606>
- Fortin, M.F. (2010) *Fondements et étapes du processus de recherche : Méthodes quantitatives et qualitatives*. 2nd Edition, Chenelière éducation.
<https://eduq.info/xmlui/handle/11515/35682>
- Freyssinet-Dominjon, J. (1997). *Méthodes de recherche en sciences sociales*. Montchrestien.
<https://excerpts.numilog.com/books/9782707606921.pdf>
- Gilbert, J. K. (2009). *Multiple representations in chemical education* (Vol. 4, pp. 1-8). D. F. Treagust (Ed.). Dordrecht: Springer.
<https://content.e-bookshelf.de/media/reading/L-4921-c4c44dc93b.pdf>
- Giordan, A. (1998). *Apprendre !* (Vol. 2). Belin.
- Gotman, A., & Blanchet, A. (1992). *L'enquête et ses méthodes : l'entretien*. Nathan.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2002). The particulate nature of matter: Challenges in understanding the submicroscopic world. *Chemical education: Towards research-based practice*, 17, 189-212. https://doi.org/10.1007/0-306-47977-X_9
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Huberman, A. M., & Miles, M. B. (1991). *Analyse des données qualitatives : recueil de nouvelles méthodes*. Éditions du Renouveau pédagogique ; De Boeck., <http://eduq.info/xmlui/handle/11515/4542>
- Imbert, G. (2010). L'entretien semi-directif : à la frontière de la santé publique et de l'anthropologie. *Recherche en soins infirmiers*, 102, 23-34.

Kermen, I., & Canac, S. (2021). Espèce chimique, entité chimique, substance chimique ? *Le Bulletin de l'Union des Professeurs de Physique et de Chimie*.
<https://hal.science/view/index/identifiant/hal-03406139>

Lehn, J-M. (2011) *La chimie: science et art de la matière*. Unesco. (Consulté le 1 juin 2023) <https://fr.unesco.org/courier/yanvar-mart-2011-g/chimie-science-art-matiere#:~:text=Elle%20fournit%20des%20mat%C3%A9riaux%20%C3%A0,aux%20sciences%20et%20aux%20techniques>.

Lincoln Y.S. (1995), Emerging criteria for quality in qualitative and interpretive research. *Qualitative Inquiry*, 1, 275-289. <https://doi.org/10.4135/9780857028211>

<https://doi.org/10.3917/rsi.102.0023>

Nicoll, G. (2001). A report of undergraduates' bonding misconceptions. *International Journal of Science Education*, 23(7), 707-730.
<https://doi.org/10.1080/09500690010025012>

Noël-Gaudreault, M. (2010). Moi j'enseigne, mais eux, que se représenta-ils ? Entrevue avec Michel Saint-Onge. *Québec français*, (110), 34-35.
https://cdc.qc.ca/ped_coll/pdf/saint_onge_02_2.pdf

Paillé, P., Mucchielli, A. (2012). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales*. Armand Colin.
<https://doi.org/10.3917/arco.paill.2012.01>

Peterson, R. F., Treagust, D. F., & Garnett, P. (1989). Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade-11 and -12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), 301-314. <https://doi.org/10.1002/tea.3660260404>

Pinard, R., Potvin, P., & Rousseau, R. (2004). Le choix d'une approche méthodologique mixte de recherche en éducation. *Recherches qualitatives*, 24, 58-82.
<https://doi.org/10.7202/1085563ar>

Piot, T. (2012). Le langage, organisateur et instrument de la réflexivité professionnelle des enseignants. Dans : Maurice Tardif éd., *Le virage réflexif en éducation: Où en sommes-nous 30 ans après Schön ?* (pp. 93-105). Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur. <https://doi.org/10.3917/dbu.tardi.2012.01.0093>

Plan d'études cantonal francophone pour la formation gymnasiale. (2020). Direction de l'instruction publique et de la culture.
<https://www.bkd.be.ch/fr/start/themen/bildung-im-kanton-bern/mittelschulen/gymnasium/lehrplan-gymnasium.html>

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science education*, 66: 211–227.
<http://dx.doi.org/10.1002/sce.3730660207>

Potvin, P (2020, 26 février). *L'apprentissage des sciences et les changements conceptuels à la lumière des développements récents en neurosciences et en sciences de l'éducation*. [Conference]. Genève. <https://mediaserver.unige.ch/play/VN3-35ac-2019-2020>.

Potvin, P., Malenfant-Robichaud, G., Cormier, C., & Masson, S. (2020, September). Coexistence of misconceptions and scientific conceptions in chemistry professors: A mental chronometry and fMRI study. In *Frontiers in Education* (Vol. 5, p. 542458). Frontiers Media SA.
<https://doi.org/10.3389/feduc.2020.542458>

Taber, K. S. (2001). Building the structural concepts of chemistry: Some considerations from educational research. *Chemistry education research and practice*, 2(2), 123-158.
<https://doi.org/10.1039/B1RP90014E>

Talanquer, V. (2006). Commonsense chemistry: A model for understanding students' alternative conceptions. *Journal of Chemical Education*, 83(5), 811.
<https://doi.org/10.1021/ed083p811>

Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry "triplets". *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.3726358>

Tardif, J.(1992). Pour un enseignement stratégique: l'apport de la psychologie cognitive. Montréal: Éditions Logiques. *Revue des sciences de l'éducation*, 19(2), 421-422.
<https://doi.org/10.7202/031636ar>

Treagust, D. F., & Duit, R. (2008). Conceptual change: A discussion of theoretical, methodological, and practical challenges for science education. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 297-328
<http://dx.doi.org/10.1007/s11422-008-9090-4>

Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368.
<https://doi.org/10.1080/0950069032000070306>

Tsaparlis, G. (1997). Atomic and molecular structure in chemical education: A critical analysis from various perspectives of science education. *Journal of Chemical Education*, 74(8), 922-925.
<https://doi.org/10.1021/ed074p922>

Tupin, F. (2003). De l'efficacité des pratiques enseignantes ? *Presses Univ. du Mirail*.
<https://doi.org/10.4000/questionsvives.1234>

Van der Kleij, F. M., Feskens, R. C., & Eggen, T. J. (2015). Effects of feedback in a computer-based learning environment on students' learning outcomes: A meta-analysis. *Review of educational research*, 85(4), 475-511.
<https://doi.org/10.3102/0034654314564>

Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and instruction*, 4(1), 45-69. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90018-3)

Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., & Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science. *Handbook of research on science teaching and learning*, 177, 210. <https://doi.org/10.4236/ce.2015.68085>

Wu, H. K. (2003). Linking the microscopic view of chemistry to real-life experiences: Intertextuality in a high-school science classroom. *Science education*, 87(6), 868-891. <https://doi.org/10.1002/sce.10090>

ANNEXES

ANNEXE I

CONTRAT DE RECHERCHE

HEP-BEJUNE

Le présent contrat suit le code d'éthique de la recherche pour les Hautes Ecoles Pédagogiques.

Ci-dessous, les conditions du présent contrat de recherche :

- *L'entretien sera enregistré et retranscrit dans son intégralité.*
- *La non-divulgateion du nom de la personne interviewée ainsi que des élèves est **entièrement** garantie, l'anonymat étant utilisé aussi bien dans la retranscription de l'entretien que dans l'analyse des données.*
- *Les données seront retranscrites et analysées selon les règles de confidentialité. Elles peuvent être **uniquement** accessibles aux personnes travaillant sur cette recherche.*
- *Les données collectées seront **uniquement** utilisées dans le cadre de ce travail de recherche.*
- *Une fois les données analysées, les enregistrements vont être **détruits** afin de protéger et respecter la sphère privée des personnes interviewées.*
- *À tout moment, la personne interviewée peut **mettre fin** à l'entretien si elle le souhaite.*

Si souhaité, toutes personnes interviewées peuvent, lors de sa publication, recevoir un exemplaire de ce travail de recherche. En signant ce présent contrat, les deux parties s'engagent à le respecter tout en soulignant, une nouvelle fois, que le travail peut être interrompu à tout moment sans éventuelle conséquence.

Date et signature ;

Date et signature ;

ANNEXE II

GUIDE D'ENTRETIEN

Je tiens à vous remercier d'avance pour avoir accepté de participer à cette recherche par-delà cet entretien. La durée moyenne de cet entretien est, je vous le rappelle, de 20 minutes. Comme vous le savez, *cet entretien est réalisé* dans le cadre de mon travail de mémoire qui s'intéresse aux conceptions non scientifiques qui ont les élèves du secondaire 2 sur le thème des interactions intermoléculaires en chimie. Comment ces conceptions sont-elles repérées et quels types de remédiation sont mises en place par les professeurs.

Rappel des règles de confidentialité et du code d'éthique de la recherche :

L'entretien qui suit sera enregistré, puis retranscrit, en respectant les règles de confidentialité. En effet, les données seront entièrement anonymisées, aucun nom n'apparaîtra aussi bien dans la retranscription que dans l'analyse des données afin de préserver l'anonymat de la personne interviewée ainsi que des élèves.

Aussi, les données récoltées seront uniquement utilisées dans le cadre de ma recherche et je vous garantis qu'elles seront détruites à la fin de ce travail de mémoire.

De plus, et ce à tout moment, la personne interviewée peut mettre fin à l'entretien si elle le souhaite.

Données personnelles de la personne interviewée :

Années

d'enseignement :

Degrés

scolaires :

ANNEXE 3 : CONCEPTIONS

Concept	Conception alternative	Source
Notion de molécule	Les composés comme le chlorure de sodium, un composé ionique, existent sous forme de molécules.	Butts et Smith (1987); Coll et Taylor (2001); Othman, Treagust et Chandrasegaran (2008)
Nature corpusculaire de la matière	Les particules ont les mêmes propriétés que la substance qu'elles constituent.	Ben-Zvi et coll. (1986); Johnson (1998); Mulford et Robinson (2002); Othman et coll. (2008)
	Les molécules prennent de l'expansion lorsqu'elles sont chauffées.	Ayas, Özmen et Çalik (2010); Griffiths et Preston (1992); Lee, Eichinger, Anderson, Berkheimer et Blakeslee (1993)
Liaison chimique	La liaison hydrogène est la liaison chimique la plus forte.	Nicoll (2001)
	Ce qui retient les atomes ensemble est autre chose que des liaisons chimiques.	Griffiths et Preston (1992)
	La liaison chimique est constituée de deux électrons qui forment une tige entre les atomes.	Butts et Smith (1987)
Polarité des liaisons	Les liaisons sont polaires quand le partage des électrons est égal entre les deux atomes.	Birk et Kurtz (1999); Nicoll (2001); Peterson, Treagust et Garnett (1989)
	(1) la polarité d'une liaison est due au nombre d'électrons de valence de chaque atome lié; (2) la polarité d'une liaison est due à la charge ionique des atomes liés; (3) les électrons non liants influencent la position des électrons partagés et déterminent la polarité de la liaison; et (4) l'atome le plus volumineux exerce un plus grand contrôle sur les électrons partagés.	Birk et Kurtz (1999)
Forme des molécules	La forme d'une molécule est uniquement due au nombre de paquets liants.	Birk et Kurtz (1999); Peterson et coll. (1989)
	La forme d'une molécule est uniquement due au nombre de doublets libres.	Birk et Kurtz (1999); Peterson et coll. (1989)
	La forme d'une molécule est due à sa polarité.	Birk et Kurtz (1999); Nicoll (2001); Peterson et coll. (1989)
Polarité des molécules	Une molécule peut être non polaire uniquement si ses liaisons sont non polaires.	Birk et Kurtz (1999); Peterson et coll. (1989)
	Une molécule est polaire si ses liaisons sont polaires.	Birk et Kurtz (1999)
Liaisons intermoléculaires	La liaison hydrogène est toute liaison covalente mettant en jeu un atome d'hydrogène.	Henderleiter, Smart, Anderson et Elian (2001)
	La formation d'une liaison hydrogène est une réaction chimique de déshydratation.	Henderleiter et coll. (2001)
Polarité des substances	Il n'y a pas de relation entre la polarité d'une substance et sa structure moléculaire.	Butts et Smith (1987); Nicoll (2001)
Changement de phase	L'ébullition entraîne le bris des liaisons covalentes à l'intérieur des molécules.	Bodner (1991); Butts et Smith (1987); Henderleiter et coll. (2001); Mulford et Robinson (2002); Osborne et Cosgrove (1983); Othman et coll. (2008)
	L'évaporation d'un liquide entraîne la disparition de la matière.	Ayas et coll. (2010)

ANNEXE IV

Conceptions autour de la liaison chimique

Cormier, C. (2014). Au-delà de la réussite scolaire: les étudiants de Sciences comprennent-ils vraiment la chimie?. *Pédagogie collégiale* vol. 27, no 2, hiver 2014.

CONCEPTIONS CONSTITUANT LE CADRE CONCEPTUEL VRAISEMBLABLE DE LA LIAISON CHIMIQUE		
CONCEPTION	ITEM	POURCENTAGE*
Liaisons intermoléculaires		
Les liaisons intermoléculaires sont les liaisons à l'intérieur des molécules.	Q11	49,4 %
Les liaisons hydrogène sont des liaisons covalentes.	Q17 Q13	39,2 % 22,7 %
Les liaisons hydrogène sont des liaisons dipôle-dipôle.	Q18 Q13 Q17	11,1 % 9,7 % 9,5 %
Liaisons covalentes		
L'évaporation d'un composé entraîne le bris des liaisons covalentes de ses molécules.	Q14 Q15	61,6 % 42,8 %
Les liaisons covalentes se brisent lors de la mise en solution.	Q19	10,7 %
Mise en solution		
Les composés moléculaires s'ionisent toujours dans l'eau.	Q10 Q19	19,3 % 3,2 %
La mise en solution de composés moléculaires entraîne la réorganisation du solvant et du soluté en de nouveaux composés.	Q10	12,5 %

* Pourcentage des répondants manifestant cette conception alternative.

ANNEXE V

Outils de recueil des données

Guide pour l'entretien semi-directif des enseignantes.

Dans ces questions, les termes conceptions naïves et conceptions scientifiques sont adoptées pour bien marquer la différence face aux interlocuteurs

Les questions posées étant dérivées des questions de recherche sont les suivantes :

Question 1 : Face aux possibles conceptions des élèves quels sont les pratiques pédagogiques que vous adoptez afin de les prévenir/limiter ? (La question est posée en montrant les tableaux des principales conceptions répertoriées dans les travaux scientifiques. Annexe 1 et

Relances possibles :

- Les relances possibles se font par rapport aux tableaux des conceptions répertoriées.

Question 2 : Avez-vous remarqué parmi vos élèves, des conceptions apparaître ?

Relance possible :

- Avez-vous utilisé des test diagnostiques ?
- Avez-vous détecté ces conceptions par rapport aux raisonnements de l'élève ?
- Par rapport à l'analyse des erreurs ?

Question 3 : Dans votre pratique pédagogique, quelles sont les remédiations possibles aux conceptions.

Relances possibles :

- Dans vos pratiques il vous arrive d'utiliser des modèles de « changement conceptuel » ?
 - Modèle de remplacement. Le changement conceptuel se fait par dissonance cognitive.
 - Recadrage : Trouver un chemin pour passer des conceptions naïves aux conceptions scientifiques.
 - Coexistence : La conception scientifique est introduite an « acceptant » la conception naïve mais en se donnant le but de la faire primer en dépit de cette dernière.

ANNEXE VI : Interviewe Sara

Question 1 : Face aux possibles conceptions des élèves quels sont les pratiques pédagogiques que vous adoptez afin de les prévenir/limiter ?

Ce que je fais maintenant, quand je fais le cours là souvent je m'arrête car les élèves pensent que...

Sinon je me mets à la place d'un élève qui réfléchirait à la mauvaise façon et je leurs explique pourquoi ça ne peut pas être.

Les choses plus flagrants, plus important, je pense qu'avec l'expérience tu sais ou les difficultés se trouvent.

Concernant la banque de donné des conceptions peut aider mail le problème c'est juste la difficulté des thèmes qui sont abordés ici. Parfois il y a des choses très simples comme le sel fond dans le lait chaud et après il y a des choses plus compliqués.

Il y a des questions de vocabulaire qui sont plus difficiles à détecter et à mettre sous forme de liste.

Pour le thème des ponts-H ici on y tient de parler de pont-H et non pas de liaison H. alors que dans certains livres et sur internet on parle de liaison H. Quand je fais le cours je l'explique bien. Et quand je fais le lien entre l'allemand et l'anglais je montre qu'il faut faire attention au langage car en allemand c'est Hydrogen Brücke alors qu'en anglais on dit H-Bond.

Mon maître des stage HPE à Berne mon maître de stage était à cheval sur les mots que j'utilisais en cours. J'essaie d'utiliser le plus possible le bon vocabulaire même si ce n'est pas suffisant car les élèves nous écoutent et entendent mais ils ne font pas attention aux mots qu'on utilise et alors il faut faire un stop et dire que j'ai utilisé ce mot là et non pas un autre.

Ça serait intéressant de faire le cours et la semaine suivante poser un petit questionnaire comme celui-ci (elle indique les questionnaires de Cormier). Avec des questions un peu bizarres et y revenir dessous si le résultat est étrange.

On le dit aux élèves qu'en première année ils sont autorisés à certaines conceptions pour simplifier et qu'ensuite à fur et à mesure que vous grandissez il faut le complexifier. Les modèles se complexifient. Il faut les prévenir qu'ils sont en train d'apprendre à fur et à mesure comme ils sont en train d'apprendre le français. On apprend les règles générales et après on regarde les choses plus complexes. Les élèves lorsqu'ils arrivent au gymnase ont besoin de croire qu'il y a une seule réponse à chaque question mais ce n'est pas si simple. Prévenir suffisamment tôt peut aider à faire évoluer les conceptions des élèves.

Question 2 : Avez-vous remarqué parmi vos élèves, des conceptions apparaître ? En quelle manière avez vu pu les détecter ?

Face à la conception : Lors d'un changement d'état les liaisons intramoléculaires se brisent. Ce n'est pas la majorité des élèves qui fait ce type de raisonnement mais il y a parfois quelques élèves par classe qui a du mal à concevoir cette notion du passage d'un état à l'autre sans casses les liaisons.

Même si on ne pose pas les questions telles que sont marquées ici on arrive à relever les mis-conceptions. En leur demandant d'expliquer leurs réponses ; Mai c'est dommage parce que parfois c'est tard, c'est à la fine du chapitre et il faudra prendre le temps de corriger cette erreur de compréhension avec l'élève. Pas forcément avec toute la classe car la majorité ont compris.

Cette histoire de ponts-H Difficulté à distinguer quel type de molécule peut faire ce pont-H. Il suffit qu'il y ait de l'oxygène et de l'hydrogène dans la molécule que tout de suite ils vont te dire il y a un pont-h. L'acétone a une température d'ébullition très basse car il ne fait pas de ponts H mais il est soluble dans l'eau parce qu'il fait des ponts-H. Ma ça faite de pont h ou non !

Leur raisonnement ne sont pas faux et cela vient de la nécessité de simplifier des choses qui sont plus complexes. En qu'en simplifiant on néglige certains aspects. Parfois l'élève s'accroche à certains aspects et il n'arrive pas à l'intègre dans l'explication.

Un élève qui cherche de contrarie/ trouver la faille et soulève des problématiques.

Conception difficile, la notion de chaleur. Même si on répété et on explique plusieurs fois ne peuvent pas concevoir qu'on peut avoir des échanges entre deux glaçons de 0 ou -10 degré. La notion du froid. On revient sur le langage et la discordance entre langage scientifique et langage courant.

Question 3: Dans votre pratique pédagogique, quelles sont les remédiations possibles aux conceptions.

Il est important, pour des grosses conceptions qui ont des répercussions sur la compréhension des autres thèmes, de revenir dessous, et de montrer aux autres quels erreurs on peut faire dans la compréhension. Dommage que les conceptions sortent aussi tard.

Je ne fais toujours des corrections entières des tests mais parfois je reprends un exercice, je réexplique. Si le tes est très bon je redonne un corrigé. La remédiation je la fais en allant vers tel ou tel élève en réexpliquant personnellement. Je n'explique pas toujours devant toute la classe les erreurs qui font les élèves. La remédiation est faite en petits groupes.

Ou, retravailler de manière différente. En faisant des liens par exemple trois mois plus tard en laboratoire revenir sur des notions passées et des interprétations qui n'étaient pas correctes et les recorriger. Faire des liens entre différents chapitres qui leurs ne paissent pas évidents au premier abord et qu'ils leur permettent de reprendre justement ces notions difficiles sur lesquelles ils butent en générale.

Problème du manque du temps (3 ans à la place des 4 en gymnaise bilingue).

ANNEXE VII : Interviewe Igor

Question 1 : Face aux possibles conceptions des élèves quels sont les pratiques pédagogiques que vous adoptez afin de les prévenir/limiter ?

C'est de prévoir les pièges dans lesquelles les élèves vont tomber. On collecte les erreurs par rapport à l'expérience.

Par exemple pour les ponts H j'essaie d'appuyer sur les potentiels erreurs et les prévenir. Je dis que les ponts H c'est n'est pas la liaison intramoléculaire mais intermoléculaire.

Pour prévenir la conception : l'évaporation entraîne des bris d'une liaison covalente : Au tout début on parle de changement d'état et on parle de liaison. J'insiste bien que sont les molécules qui se séparent et non pas les liaisons qui se cassent.

Dire explicitement pendant les cours quels sont les erreurs que l'on fait.

Ne pas de laisser place aux doutes.

Par rapport au feeling je peux prévoir quels sont les erreurs dans lesquels les élèves peuvent tomber ou par rapport à l'expérience. Préparation de mon côté et l'expérience.

Faire attention aux langages ! Parfois lorsqu'on dit de phrases on ne dit pas on n'utilise pas les mots justes et parfois ça reste comme ça. Par exemple lorsqu'on parle de stabilité ça pourrait vouloir dire plein de choses. 8 règle de l'octet – noyau stable...). Attention au vocabulaire. Ne pas faire trop de raccourcis à l'orale.

On ne peut pas passer toute la leçon à anticiper. C'est une question de clarté. Faire que le message il soit le moins ambigu possible.

Essaie de relativiser.

Dans la liste il y a beaucoup de conceptions que je ne rencontre pas.

Problèmes. Programme, temps.

Le problème de travailler pour l'évaluation. Tellement d'évaluations tout le temps qu'ils réfléchissent à court terme.

Question 2 : Comment avez-vous remarqué parmi vos élèves, des conceptions apparaître ?

Par rapport à l'expérience, on les voit dans les questions qu'ils posent dans les erreurs qu'ils font.

Par rapport à la liste on a vu l'erreur du pont H. penser que le pont H est la liaison OH et non pas l'attraction entre les deux.

Je n'ai jamais vu d'élèves commettre l'erreur sur la conception : l'évaporation entraîne les bris d'une liaison covalente.

Définition des acides (forts et faible) ce n'est pas qu'un acide est faible qu'il n'est pas dangereux.

Les élèves changent les formules lorsqu'ils doivent équilibrer les réactions.

L'oxydoréduction : les élèves pensent à l'oxygène.

(problème lié au langage courant)

Ou le terme organique qui a une connotation de vivant.

Donc il faut que la définition s'élargisse. Ça fait des faux amis. (Problème lié au langage courant)

Le « gaz carbonique c'est mal » mais par rapport à toutes les autres substances dangereuses qui se libèrent lors d'une combustion ce n'est pas si grave. (conception courante du gaz carbonique)

Développer une façon de réfléchir, c'est en expliquant et ayant compris le concept. Donner à écrire des justifications. Ce 'n'est pas le résultat numérique par exemple mais la justification que l'on donne est important

Question 3 : Dans votre pratique pédagogique, quelles sont les remédiations possibles aux conceptions.

Lorsque les erreurs sortent pendant les cours il est intéressant de réappuyer sur les conceptions. Il est plutôt une bonne chose pour remédier.

Si les erreurs sortent pendant le test.

Les élèves ne reviennent pas dessous.

Et la c'est dommage car en chimie ça vaut le coup de se corriger. L'idéal

c'est que les conceptions sortent

pendant le cours mais cela dépend de

la participation des élèves. Il y a des

élèves très discrets qui ne posent pas

de question et qu'ils disent d'avoir

toujours compris.

ANNEXE VIII : interviewe Nolan

Question 1 :

Méconnaissance du tableau périodique, et le fait qu'il est divisé en deux parties métaux et non métaux.

Le Tableau Périodique étant **abstrait et artificiel**.

Prevention :

Il faut que l'élève comprenne ce qui est un élément.

Difficulté : dans le fond avoir un élément pur est difficile car les éléments sont combinés. Les élèves voient difficilement dans la vie de tous les jours des éléments purs.

La chimie est abstraite. Difficulté de tangibilité.

- mais pédagogiquement il faudra le revoir 7 fois (visuel, auditif...). Peut être 3 fois plus la quatrième le travail écrit, la correction et l'examen finale.

- Exemple de rédaction d'un rapport. « Dire tous les détails d'un travail depuis le début n'est pas suffisant car c'est tout un processus d'apprentissage. D'intériorisation des choses (manipulation manuel et intellectuel pour rédiger un rapport.

- **conception intra - inter. C'est très difficile** l'intra et l'inter : faire des parallèles avec la vie de couple. (deux individus 2s'attirent » entre eux. Thème compliqué même avec des exemples. Modéliser avec les personnes. Molécule 1 et 2 ils se serrent la main. Un couple d'élève interagit avec un autre couple d'élèves. (l'interaction pourrait être symbolisé par un thématique qui intéresse les couples d'élèves).

Il faut humaniser la chimie (il faut bien semer). L'électronégativité est l'amour pour les électrons. C'est une bonne stratégie pour communiquer avec les élèves. Parler à ses émotions. Parler aux élèves sur le plan émotionnel fait qu'ils vont être plus réceptifs.

Les étudiants détestent l'abstrait. La plupart des étudiants n'aiment pas se modéliser mais les émotions sont pour eux plus parlant.

- l'évaporation de l'eau : jamais posé cette question, jamais regardé cela sur cet angle-là. C'est pas un concept que j'explique. Je ne m'intéresse pas à ce qui se passe au niveau des liaisons.

Mais pour expliquer il faut modéliser : Faire visualiser avec des modèles (Molimode® ou lego). Deux pièces de lego sont des molécules et si je les assemble elles forment des liaisons (intermoléculaires).

Si je chauffe je tape tellement fort que les pièces de lego se détachent l'un l'autre

Faire une distinction entre le langage commun et le langage scientifique. Exemple . le nuage sur la casserole c'est de la vapeur d'eau.

Branche abstraite pas trop de solution. Il faut fournir un travail de compréhension, construire les objets et faire un travail personnel. L'élève doit reprendre la matière et se dire s'i on a construit un concept.

Sais-je répéter ce concept à un enfant de 5 ans.

Problème : **Catégorisation, oui mais jusqu'à où ?** : les métaux alcalins, ...les métaux de transition métaux lourds... faire de case fait que les élèves apprennent par cœur et ils ne font pas de liens entre les cases.

Chacun véhicule sa vision même entre différents chimistes (organiciens et inorganiciens chimiste physicien). Chacun véhicule une vision différente.

Faire de manière méthodologique, avec les unités. Maîtriser la méthodologie de résolution de problème

Question 2 :

- Les liaisons métallique ionique et covalente comme si c'était la même chose.

- par rapport aux **questions qu'ils posent**, révision des travaux écrit : aux réponses qui donnent. A la correction des travaux écrit. Après avoir vu le concept 3/4 situations différents...mais pédagogiquement il faudra le revoir 7 fois.

- conception intra - inter. C'est très difficile l'intra et l'inter.

- l'évaporation de l'eau : jamais posé cette question, jamais regardé cela sur cet angle-là. Ce n'est pas un concept que j'explique. Je ne m'intéresse pas à ce qui se passe au niveau des liaisons.

Question 3 :

Pas si mal d'avoir une conception fautive et de la détruire. **Car on modélise beaucoup et après on dit que c'est faux**. On ne peut pas éviter que les élèves partent dans des conceptions. **D'un côté si font un modèle qui est faux et derrière le prof corrige jusqu'à ce que les élèves fassent juste.**

Des élèves qu'on n'arrive pas à les corriger car des conceptions trop encrées ou des **limites d'abstraction** pour certains. C4 se travaille ou pas ? à 15-16 ans il y a des différences mais parfois on ne peut pas rien faire...

Problème de déconstruire et reconstruire

- bonne relation bonne ambiance de classe situation familiale, motivation. **Le lacunes sont un des problèmes.**

Problème de raisonnement en mathématique qui doit être intégré. Poser les équation connaître les unités faire les transformation d'unités chercher dans la consigne les données les chiffres dont on a besoin et les mettre dans l'équation. Pas ce schéma inculqué (faire des schémas) il y a de la peine à résoudre l'exercice. Il faut faire ce boulot en math.