

Impact du débat scientifique sur le changement conceptuel des élèves au cours de l'apprentissage par problématisation des concepts d'oxydoréduction

FAYCEL BOUZAZI, RYM NAIJA

Institut Supérieure de l'Éducation
et de la Formation Continue
Université Virtuelle de Tunis
Tunisie
faycel.bouzazi@gmail.com
rym.naija@uvt.tn

ABSTRACT

This article focuses on the analysis of a scientific debate conducted with Tunisian students (17-18 years old) in the third year of an experimental sciences class during the construction of reasoned knowledge about the phenomenon of oxidation-reduction. This work falls within the theoretical framework of problematization. The data are collected from a video recording of the session. The analyses carried out (epistemic analysis and linguistic analysis) show that the debate allows learners to discuss and confront their points of view, their ideas and their initial conceptions on the concepts of oxidation-reduction. Indeed, through exchanges, learners can engage in the construction of arguments, counter-arguments, etc. This can promote a gradual awareness of the limits and insufficiencies of their initial conceptions and prepare a conceptual change from common language to scientific language.

KEYWORDS

Problematization, scientific debate, conceptual change, macroscopic analysis, mesoscopic analysis, microscopic analysis

RÉSUMÉ

Cet article porte sur l'analyse d'un débat scientifique mené avec des élèves tunisiens de troisième année (17-18 ans) en classe de sciences expérimentales lors de la construction d'un savoir raisonné à propos du phénomène d'oxydoréduction. Ce travail s'inscrit dans le cadre théorique de la problématisation. Les données sont recueillies à partir d'un enregistrement vidéo de la séance. Les analyses menées (analyse épistémique et analyse linguistique) montrent que le débat permet aux apprenants de discuter et de confronter leurs points de vue, leurs idées et leurs conceptions initiales sur les concepts d'oxydoréduction. En effet, à travers les échanges, les apprenants peuvent s'engager dans la construction d'arguments, de contre-arguments, etc. Cela peut favoriser une prise de conscience progressive des limites et des insuffisances de leurs conceptions initiales et préparer un changement conceptuel du langage commun au langage scientifique.

MOTS-CLÉS

Problématisation, débat scientifique, changement conceptuel, analyse macroscopique, analyse mésoscopique, analyse microscopique

INTRODUCTION

Le phénomène d'oxydoréduction est enseigné à partir de la troisième année du secondaire et se poursuit jusqu'au supérieur. Son enseignement comme concept clé de la chimie est confronté à de nombreuses difficultés, il se heurte souvent à plusieurs problèmes (conceptuels et didactiques). D'une part, les élèves éprouvent des difficultés pour appréhender les concepts redox et les relier entre eux (Soudani et al., 1996). En chimie, la réduction signifie un gain d'électrons alors que dans le langage de tous les jours, le fait de gagner n'implique pas une réduction (Soudani et al., 1996). Les apprenants rencontrent des difficultés dans la mémorisation de règles spécifiques pour équilibrer les équations de ces réactions surtout celles qui font intervenir les couples redox complexes. D'autre part, le manque de rigueur dans le langage employé pour formuler une définition ou rendre compte d'une situation donnée et l'imprécision du langage chez les élèves peuvent trouver leur origine dans le discours des enseignants eux-mêmes (Soudani & Constantin, 2003). Selon Soudani et Cros (1998), l'oxydoréduction est unilatéralement enseignée par le modèle de transfert d'électrons. Par la suite le nombre d'oxydation est introduit comme appui mais ne correspond à aucun problème à résoudre par l'élève. Cela conduit à une approche qui se ferme sur « un terme conclusif qui arrête l'évolution possible de la pensée » (Astolfi & Drouin, 1992) et que l'enseignement actuel de l'oxydoréduction plonge l'élève directement dans des situations d'abstraction.

Par ailleurs, le programme officiel tunisien des sciences physiques (Ministère de l'Éducation, 2009), insiste pour conduire les activités de formation par des méthodes actives, des méthodes selon lesquelles les apprenants doivent être capables de construire eux-mêmes leurs connaissances, de s'approprier des compétences et de les intégrer dans des situations significatives où l'élève assume une grande part d'initiative et de responsabilité dans la construction de son savoir et dans l'acquisition de savoir-faire.

Dans cette perspective le cadre théorique de la problématisation (Orange, 2000a) peut être mis à profit puisqu'il permet d'amener les élèves à formuler les hypothèses et à les confronter aux faits, à travers un débat en classe, ce qui contribue au développement de la pensée critique chez les élèves.

CADRE THÉORIQUE ET PROBLÉMATIQUE

Cadre théorique

Notre recherche s'inscrit dans le cadre qui vise la compréhension du processus de problématisation auprès des élèves tunisiens de troisième année de sciences expérimentales pour identifier les raisons mobilisées par les élèves lorsqu'ils construisent leurs explications à propos du phénomène d'oxydoréduction afin d'accéder à un savoir raisonné suite à un débat scientifique en classe.

Problématisation

Le concept de problématisation s'inscrit dans l'approche rationaliste de l'activité scientifique (Bachelard, Popper, Canguilhem) où l'activité langagière rejoint l'activité de problématisation afin de mettre en valeur la nécessité de la construction des savoirs raisonnés en sciences (Orange, 2003). Comme le dit Orange (2005), « un savoir scientifique n'est pas seulement un savoir qui permet de résoudre des problèmes ; c'est aussi un savoir qui permet d'en formuler de nouveaux dont le travail va faire progresser en retour les savoirs ».

La problématisation est une construction de raisons¹ qui sont organisées en termes de nécessités² et de contraintes³, les savoirs scientifiques sont considérés comme étant des savoirs apodictiques⁴. La construction d'un problème est une étape déterminante de la problématisation qui aboutit à la réalisation d'un objet comme solution concrète.

Problématiser, c'est développer un questionnement visant à identifier les données et les conditions du problème et à les mettre en tensions. De cette interaction résultent des hypothèses qui seront ensuite validées ou non. Les données sont présentes dans la situation ou peuvent être rajoutées au fur et à mesure de l'apprentissage par les élèves ou l'enseignant. Elles ont un statut de contraintes. Elles s'expriment dans des propositions factuelles.

En se référant à la méthodologie suivie par Orange (2000a), nous allons catégoriser ces raisons en termes de contraintes et nécessités pour passer d'une connaissance naïve, non structurée, d'origine commune vers un savoir scientifique raisonné.

Changement conceptuel

La notion du changement conceptuel désigne la modification des conceptions initiales des élèves vers des conceptions plus proches de celles des scientifiques. Cette modification peut être complète (Di Sessa & Sherin, 1998) ou partielle, c'est à dire que l'idée initiale persiste et est incluse dans la nouvelle structure cognitive (Duit, 1999).

Najahi (2011), mentionne que « la notion de rupture épistémologique entre sens commun et savoir scientifique, que représente la notion d'obstacle épistémologique de Bachelard, fonde en général la problématique du changement conceptuel dans les recherches didactiques francophones ». Elle ajoute que selon Peterfalvi (2006), « la perspective de la problématisation met en avant un changement de rapport des élèves à leurs propositions car ils sont amenés à les argumenter ». Par conséquent, les apprenants entrent dans une caractéristique d'un savoir scientifique qui se distingue d'un savoir commun assertorique, réduit à « un simple constat ». Donc « le passage d'une connaissance commune à un savoir scientifique est la construction de problème » (Najahi, 2011). Dans notre recherche nous adoptons cette approche.

Problématique

Orange (2000a), considère que la fonction du savoir scientifique va au-delà de la simple résolution de problèmes ; elle englobe également la capacité à poser de nouvelles questions, ce qui, à son tour, favorise l'avancement de la science et des connaissances scientifiques pertinentes. Ainsi, notre problématique est donc structurée autour de la question principale suivante : comment le processus de problématisation peut-il servir de catalyseur pour la construction d'arguments solides et la mise en évidence de besoins au sein des modèles explicatifs de l'oxydoréduction, ouvrant ainsi la voie à un changement conceptuel, du langage courant vers le langage scientifique ?

MÉTHODOLOGIE

Notre recherche est une recherche qualitative, il s'agit d'une étude de cas au cours d'un débat scientifique en classe de troisième de sciences expérimentales au lycée pilote animé par un enseignant ayant une trentaine d'années d'exercices, dont trois ans au lycée pilote.

¹ Les "raisons" font référence aux arguments, justifications ou explications qui soutiennent la nécessité de résoudre un problème.

² Sont des facteurs ou des conditions incontournables pour s'attaquer à un problème donné.

³ Sont des limitations ou des obstacles qui peuvent limiter la manière dont un problème peut être abordé ou résolu.

⁴ Sont des connaissances qui sont considérées comme indiscutables, certaines et indubitables.

Débat scientifique

Le débat scientifique en classe est un dispositif pédagogique, un outil qui donne aux apprenants la possibilité de s'engager dans un processus de construction de savoirs scientifiques par problématisation (Lhoste, 2005). Notons que lors d'un débat, des conflits sociocognitifs peuvent s'établir, ce qui peut aboutir au dépassement de plusieurs obstacles à l'apprentissage (Astolfi & Peterfalvi, 1997).

Un débat nous paraît, alors, un moyen ou une méthode, que l'on pourra utiliser afin de déstabiliser certaines conceptions ou aussi dépasser des obstacles à l'acquisition de la connaissance scientifique. Il faut signaler que, lors d'un débat scientifique installé en classe nous pouvons exploiter au mieux les différentes explications fournies par les apprenants et ceci par le questionnement. Ce fait permet aux élèves de s'engager dans les processus de construction de problèmes. Il ne faut pas oublier que nous devons tenir compte des différentes participations des apprenants durant le débat, ceci afin de mieux comprendre les stratégies de pensée suivies (Lhoste, 2005).

Les apprenants engagés dans un débat scientifique en classe construisent, à partir des notions déjà existantes chez eux, un savoir scientifique de manière à articuler les éléments du registre empirique⁵ et les éléments du registre des modèles⁶ (Orange, 2000b).

Recueil des données

Les données que nous avons recueillies proviennent des sources suivantes :

- D'un enregistrement vidéo avec deux caméras, l'une qui a été fixée sur la paillasse de l'enseignant d'une façon stratégique qui permet de suivre les élèves durant leurs interactions et l'enseignant durant tous ses déplacements ainsi que toutes ses interventions. L'autre portée par un élève pour filmer les interactions orales et faciales au cours des interventions des élèves.
- De deux smartphones placés sur les tables (2 tables de 6 élèves chacune) pour enregistrer les interactions orales des élèves au cours des débats privés.
- Des affiches élaborées par les élèves lors du débat et de leurs interventions orales.

Analyse des données

Le contexte général de l'analyse considère comme unité d'analyse la proposition de l'élève. Nous rappelons que les propositions des élèves en arabe sont traduites en prenant soin de respecter autant que possible le sens originel des mots.

Analyse macroscopique

Une fois la séance transcrite, nous avons procédé à un découpage en épisode (annexe, tableau 1), chaque épisode étant indexé à la réalisation d'une tâche prévue dans le scénario de la séance de TP⁷ (Kermen & Barro, 2013) (annexe figure 1). Cette analyse vise la construction d'une carte du débat (macrostructure du débat).

Les macrostructures⁸ servent à exprimer les moments de controverses ou « nœuds » exprimant « une intense activité argumentative » (Fabre, 1999).

⁵Selon Orange (2000b) cité par Boughanmi (2009), ce registre regroupe tout ce qui est accessible soit directement ou aussi indirectement aux constats, aux faits ou aux expériences.

⁶ Selon Orange (2000b) cité par Boughanmi (2009), ce registre correspond aux explications développées.

⁷ TP : Séance de travaux pratiques se fait en demi-classe.

⁸ Selon Fabre & Orange (1997, p. 45), cette représentation se lit sur deux dimensions :

* une dimension verticale (l'enchaînement des questions et des réponses, qui fait que la problématique suit son cours et avance)

*une dimension horizontale (la différenciation des questions et des réponses qui réalise un élargissement de la problématique).

Analyse mésoscopique

Dans notre travail, nous nous appuyons sur le modèle de la structure argumentative (Fabre 1999⁹; Lhoste, 2008; Orange & al., 2009). Ainsi, il exige de travailler sur les moments de controverses. Ces moments sont repérés suite à la construction de la macrostructure du débat. Cette analyse nous permet de cerner les liens entre argumentation et problématisation à travers les situations de débats construits.

Analyse microscopique

Notre but est de décrire ce qui se passe dans le débat du point de vue de la construction de problème. Nous allons essayer de cerner, à partir des arguments développés par les élèves au cours du débat, les problèmes pouvant être construits et l'articulation des contraintes qui apparaissent. Pour organiser l'espace de contraintes en jeu dans ce débat, le principe que nous adoptons est, d'une part, la distinction dans les propos des élèves entre ce qui relève du registre empirique et ce qui relève du registre des modèles ; et, d'autre part, le repérage de contraintes qui portent sur l'un ou l'autre des registres. Ceci conduit à opérer deux réductions du corpus étudié¹⁰ (Orange, 2000a).

Notre travail est à visée interprétative, qui consiste à différencier dans les propos des élèves ce qui fait référence à « ce que l'élève veut expliquer » (RM) et ce qui dans les faits constatables « vient à l'appui d'une explication » (RE) dans le problème posé.

RÉSULTATS*Analyse macroscopique*

L'analyse des propositions des élèves pour reconstituer l'espace-problème (Fabre, 1999; Lhoste, 2008) nous permet de construire un trajet argumentatif et de repérer les moments de controverses dans le débat, qui nous amène à construire la macrostructure¹¹ du débat, représentée sur la figure 2 en annexe, relative à l'oxydoréduction réalisée dans la classe de troisième de sciences expérimentales.

Les épisodes repérés (voir tableau 1 en annexe) ne recouvrent pas toujours le développement « questions - réponses - objection ». Dans le cas où il existe, nous l'avons indiqué par des cercles pointillés référés à l'épisode correspondant.

Notre macrostructure du débat révèle quatre controverses principales :

- Controverse 1 (Épisode E₁) : porte sur le nom du phénomène que le fer a subi, est-ce une combustion ? Ou s'agit-il d'une précipitation ? Elle est déclenchée, lors de la discussion en groupe pour chercher une réponse à la question Q₁ de l'épisode E₁.

⁹ Fabre (1999) « Les propositions sont de type question ou de type réponse. Les réponses peuvent être des thèses (et des antithèses). Les objections ont un statut particulier : nous les traitons comme des questions spéciales. On peut regrouper les propositions selon le problème (implicite ou explicite) qui les concerne : ce dont il est question ! Il s'agit ensuite de reconstruire le réseau de ces propositions pour reconstituer l'espace-problème ».

¹⁰ Les deux réductions (Orange, 2004) cité par Najahi (2011).

* La première réduction consiste à retenir les propositions des élèves qui mettent en jeu, soit le registre empirique (RE) soit le registre des modèles (RM), ou alors la relation entre les deux registres (RE-RM), ceci permettra une catégorisation des propositions selon les registres.

* La deuxième réduction consiste à retenir les propositions qui mettent en avant les contraintes empiriques (CE) ou les contraintes sur les modèles (CM), ceci nous permettra de repérer les contraintes en jeu dans le débat et de les organiser par la suite en un espace de contraintes.

¹¹ Dans la construction de la macrostructure du débat, nous avons indiqué :

- Les questions qui ont été traitées au cours du débat par la lettre (Q).
- Les réponses proposées par la lettre (R).
- Les objections formulées par la lettre (O).

- Controverse 2 (Épisode E₂) : fait suite à la question est-ce un précipité ? Il s'agit de discuter l'aspect qualitatif du composé formé au bout de la lame fer, les réponses fournies engendrent une opposition. (Cette controverse est en lien avec la controverse n°1 par l'intermédiaire de la réponse R1-c).
- Controverse 3 (Épisode E₂) : elle est déclenchée pour déterminer le nom de la substance qui va donner des électrons. Elle est en relation avec les deux premières controverses.
- Controverse 4 (Épisode E₄) : elle tourne autour de la question concernant la nature de la réaction entre l'acide chlorhydrique et le fer métallique. Cette controverse est en continuité et en lien avec la controverse 2.

Au cours de ce débat plusieurs questions ont été abordées qui donnent naissance à certains bouclages qui se manifestent de plusieurs façons (des bouclages simples¹² et des bouclages en retour¹³).

Analyse mésoscopique

L'analyse des moments ainsi que les situations fortement argumentatives permet de représenter la structure argumentative de chaque épisode (Lhoste, 2008).

Nous avons considéré que les épisodes E₃ et E₅ n'apportent pas d'informations déterminantes par rapport au processus de problématisation puisqu'ils sont consacrés à évaluer les acquis des élèves, ils se limitent à une simple explicitation des éléments de réponses c'est pour cette raison que nous avons choisi de ne pas les analyser.

Dans notre cas nous avons représenté les structures argumentatives des épisodes E₁, E₂ et E₄ respectivement par les figures 3, 4 et 5 (voir annexe), au cours desquels les élèves analysent de manière critique les arguments présentés par les autres et prennent en compte les contre-arguments et peuvent les réfuter de manière convaincante si possible. Nous pouvons mentionner quelques constats suite à l'analyse de la structure argumentative de chaque épisode :

- L'analyse de l'épisode 1 montre qu'il y a un mouvement fortement argumentatif et ceci apparaît à travers le nombre de questions posées et des arguments développés par les élèves entre eux (voir tableau 2 en annexe). Ils utilisent des arguments du registre commun et considère la « flamme » comme un facteur nécessaire pour produire la combustion. D'une part, ils confondent le concept « flamme » au concept « étincelle » pour déclencher la réaction de la combustion qui sera « impossible en son absence », d'autre part, ils confondent la combustion en tant que réaction chimique avec la flamme pour dire que quelque chose à brûler. La discussion conduit à réfuter la thèse « combustion » et l'antithèse « précipitation ». La mise en tension entre les deux a entraîné un doute, que dans le problème, il manque une donnée, ceci prouve qu'ils ont atteint la phase de dévolution pour résoudre ce problème. Les arguments apportés permettent de parvenir à une conclusion basée sur les preuves.
- L'épisode 2 est éclaté sur deux controverses, d'après le nombre d'interventions et le nombre de questions posées (tableau 2 en annexe) il nous a paru fortement argumentatif. La confrontation entre la thèse « précipitation » et l'antithèse « ionisation » à travers des arguments dont quelques-uns tiennent leur origine de la connaissance commune conduit à les combiner en une deuxième thèse « précipitation et ionisation », qui donne une explication au mode de formation des ions par transfert d'électrons et par conséquent la

¹² Des bouclages simples, où la même question est abordée à plusieurs reprises dans le débat (« Pourquoi ne peut pas être une combustion ? » reprise plusieurs fois dans le débat en 12, 50, 199 ; « Quel est le nom du dépôt ? » en 123, 167 ; « Quelle est la nature de la réaction... à votre avis ? » en 2, 24, 669, 688)

¹³ Des bouclages en retour, où le traitement d'une autre question provoque un retour sur une question préalablement traitée, en la modifiant. Nous avons observé un tel bouclage dans le cas de la question Q6 « D'abord est-ce que c'est un précipité » rétroagit sur la question Q7 « Quelle est la différence entre dépôt et précipité ? »

définition de l'oxydoréduction. Ceci a permis aux élèves de problématiser le savoir d'oxydoréduction en question c'est-à-dire résoudre les problèmes qu'ils ont posés.

- Au niveau de l'épisode 4, le mouvement argumentatif provenant de la mise en tension entre la thèse « acide-base » et de l'antithèse « oxydoréduction » conduit les élèves à fournir des arguments et des explications qui ne paraissent pas convaincants mais ils ont réussi à construire des problèmes et à les résoudre. Ils dépassent leurs conceptions initialement erronées pour construire un nouveau savoir scientifique.

Analyse microscopique

Dans cette partie, nous tentons d'analyser les différentes propositions exprimant des contraintes que ce soit explicites ou implicites permettant de les caractériser et d'établir les liens qu'elles ont entre elles afin d'établir l'espace des contraintes¹⁴.

Notre travail consiste à établir une matrice de contraintes en interprétant les propositions des élèves ou les idées sur lesquelles tous les élèves semblent se mettre d'accord. Cela nous permet d'identifier le cadre explicatif dans lequel se développe le débat scientifique dans la classe. Dans notre cas, le cadre explicatif est celui du mécanisme des réactions d'oxydoréduction.

Nous avons construit, dans la figure 6 (voir annexe), l'espace de contraintes en jeu de ce débat à partir des différentes contraintes empiriques, nécessités sur les modèles et la dynamique du débat déjà étudié et retranscrit.

- *Nécessité d'une « flamme »*

La construction de cette nécessité a commencé au début de l'épisode E₁. Elle est utilisée pour défendre essentiellement l'idée de l'impossibilité de la combustion comme réponse. Cette nécessité se fonde sur une contrainte empirique « Il n'y a pas présence de la flamme ».

- *Nécessité du dioxygène :*

Cette nécessité construite au cours de l'épisode E₁. Sa formulation au début relève de l'assertorique. Elle est utilisée au cours de l'évolution du débat par un élève pour défendre sa proposition initiale en utilisant un raisonnement qui aboutit à la combustion comme réponse. Cette nécessité se fonde sur une contrainte empirique « Fe₂O₃ c'est-à-dire il y a du Fe et O l'oxygène vient de l'air comme il a dit Ahmadi ». Cette nécessité soutenue par Imen « J'ai dit combustion car elle se produit entre le dioxygène de l'air et le fer ce qui permet la formation de la couche rouille » conduit à un savoir apodictique.

- *Nécessité d'un milieu aqueux :*

Dans l'épisode E₁, les élèves ont eu des difficultés pour donner le nom du phénomène observé. Ils ont recouru à la construction de la nécessité d'un milieu aqueux pour argumenter l'impossibilité de la réaction de précipitation en son absence.

- *Nécessité des ions :*

Cette nécessité construite au cours de l'épisode E₁ et l'épisode E₂ qui, malgré son importance, n'a pas été traitée convenablement au cours du débat. En effet, deux thèses ont été proposées (la combustion et la précipitation) au cours de cet épisode qui relève encore de deux registres explicatifs. Elle s'étale sur les autres épisodes pour justifier la formation des formes ioniques des différentes espèces chimiques.

- *Nécessité d'une base :*

Cette nécessité a été évoquée au cours de l'épisode E₄. Elle est formulée en partant d'un raisonnement logique pour défendre essentiellement l'idée que la réaction acide base nécessite la présence d'une base et d'un acide. Cette nécessité se fonde sur deux contraintes empiriques

¹⁴ L'espace des contraintes est une façon de rendre compte de la problématisation qui a lieu durant certains débats scientifiques en classe, elle permet la construction des savoirs scientifiques apodictiques. C'est un produit de l'activité de construction des problèmes scientifiques divers, pour essayer de faire correspondre le statut de contrainte et de nécessité attribué à certaines propositions des élèves dans l'analyse des débats scientifiques.

théoriques « Acide-base, où est la base ? » et « Le fer ce n'est pas une base : donc la réaction ne peut pas être acide base ». La superposition de ces deux contraintes conduit les élèves à construire d'autres hypothèses et d'autres raisonnements afin d'avoir un savoir scolaire qualifié apodictique.

- *Nécessité d'un donneur d'électrons et nécessité d'un accepteur d'électrons :*

La construction de ces deux nécessités apparaît pour la première fois dans l'épisode E₂ et se poursuit dans les autres, leurs formulations au début relèvent de l'assertorique en utilisant des raisonnements simples liés la formation d'une substance (ion, atomique : métal ; moléculaire : le dihydrogène). L'évolution de la discussion et la progression du débat montre que les défenseurs de ces deux nécessités y reviennent toujours comme condition d'acceptation de la solution proposée, comme ces deux nécessités sont indépendantes, nous les avons réunies sous une unique nécessité que nous nommons « nécessité du transfert d'électrons » ce qui nous conduit à dire que les autres nécessités qui sont construites ne sont que des raisons pour prouver une nécessité plus englobante. En effet les élèves mobilisent la nécessité du transfert d'électrons pour expliquer les réactions d'oxydoréductions réalisées.

En conclusion, cette analyse microscopique nous permet de mieux comprendre les différentes contraintes et nécessités qui ont émergé au cours du débat scientifique dans la classe. Les élèves ont progressivement construit un cadre explicatif basé sur ces contraintes empiriques, théoriques et logiques. Ces nécessités, telles que la nécessité d'une "flamme", du dioxygène, d'un milieu aqueux, des ions, d'une base, ainsi que la nécessité du transfert d'électrons, ont été utilisées pour étayer leurs arguments et débattre des réponses possibles au phénomène observé.

Le débat scientifique a montré que les élèves ont cherché à concilier ces différentes nécessités pour développer un savoir scolaire plus élaboré et apodictique. Il est intéressant de noter que certaines de ces nécessités ont évolué au fil du débat, et leur mise en relation a permis aux élèves de construire des hypothèses plus complexes. En fin de compte, cette analyse microscopique révèle comment le processus de débat et de construction de connaissances s'est déroulé dans le cadre du mécanisme de la réaction, offrant ainsi un aperçu des dynamiques de pensée des élèves et de leur cheminement vers une compréhension plus approfondie du phénomène étudié.

CONCLUSION

Nos analyses étaient basées sur l'idée que l'activité langagière des élèves, à travers les reconfigurations successives de leurs énoncés, renseigne sur leurs activités cognitives et donc sur le processus d'argumentation et de problématisation mis en jeu dans l'élaboration du savoir scientifique.

Nous avons pu construire des structures argumentatives et des espaces de contraintes se rapportant aux concepts d'oxydoréduction discutés dans le débat. Au terme de cette analyse, nous avons obtenu les résultats suivants :

- Le débat scientifique en classe, comme situation permettant la production d'explications individuelles et collectives et de confrontations entre les idées des élèves, constituerait un moment favorable non seulement de production de raisons mais aussi de repérage des conceptions des apprenants dans la construction du concept de l'oxydoréduction et des arguments et des explications se rapportant à ce même concept.
- Du point de vue épistémologique, la construction de problème nous a permis de déterminer ce qui se joue dans le dépassement des conceptions initiales et de caractériser les perspectives didactiques de la rupture. Dès lors, la construction d'un problème permet aux élèves d'accéder à des raisons communes pour passer à des savoirs

scientifiques raisonnés et par conséquent elle permet un changement conceptuel du langage commun au langage scientifique.

Pour conclure, la construction du problème au cours d'un débat semble être un moyen didactique efficace pour aider les apprenants à dépasser certains obstacles et développer une autonomie de réflexion, qui semble être réussi dans notre cas d'étude. Ces résultats seront-ils les mêmes :

- Avec des élèves qui ne maîtrisent pas la langue française pour discuter et construire eux-mêmes leurs savoirs ?
- Avec d'autres enseignants qui manquent d'expériences ou débutants ?

RÉFÉRENCES

- Astolfi, J.-P., & Drouin, A.-M. (1992). *La modélisation à l'école élémentaire. Enseignement et apprentissage de la modélisation*. Paris: INRP.
- Astolfi, J.-P., & Peterfalvi, B. (1997). Stratégies de travail des obstacles : Dispositifs et ressorts. *Aster*, 25, 193-216
- Boughanmi, Y. (2009). *Obstacles à la problématisation du temps dans une approche interdisciplinaire : L'explication de quelques phénomènes naturels par des lycéens et de futurs enseignants tunisiens*. Thèse doctorat, Université de Bourgogne, France & Université de Tunis, Tunisie.
- Di Sessa, A., & Sherin, B. (1998). What changes in conceptual change? *International Journal of Science Education*, 20(10), 1155-1191.
- Duit, R. (1999). Conceptual change approaches in science education. In W. Schnotz, S. Vosniadou & M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 263-282). Amsterdam, NL: Pergamon.
- Fabre, M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris: PUF.
- Fabre, M., & Orange, C. (1997). Construction des problèmes et franchissement d'obstacles. *Aster*, 24, 37-57.
- Kermen, I., & Barroso, M.-T. (2013). Activité ordinaire d'une enseignante de chimie en classe terminale. *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, 8, 91-114.
- Lhoste, Y. (2005). Argumentation sur les possibles et construction du problème dans le débat scientifique en classe de 3e sur le thème de la nutrition. *Aster*, 40, 153-176.
- Lhoste, Y. (2008). *Problématisation, activités langagières et apprentissage dans les sciences de la vie. Étude de quelques débats scientifiques dans la classe dans deux thèmes biologiques : Nutrition et évolution*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation, Université de Nantes, France.
- Ministère de l'Éducation. (2009). *Programmes de sciences physiques 3ème année et 4ème année de l'enseignement secondaire. Direction générale des programmes et de la formation continue*. Tunisie.
- Najahi, N. (2011). *Problématisation, modélisation et construction de savoirs en sciences de la vie par des élèves et des étudiants tunisiens : Étude dans quelques problèmes biologiques des sciences*. Thèse doctorat, Université de Nantes, France & Université Virtuelle de Tunis, Tunisie.
- Orange, C. (1997). *Problèmes et modélisation en biologie*. Paris: PUF.

- Orange, C. (2000a). *Idées et raisons : Construction de problèmes, débats et apprentissages scientifiques en sciences de la vie et de la Terre*. Mémoire d'habilitation, Université de Nantes, France.
- Orange, C. (2000b). *Investigations empiriques, construction de problèmes et savoirs scientifiques*. In C. Larcher (Coord.), *La pratique expérimentale dans la classe*. Paris: INRP.
- Orange, C. (2003). Débat scientifique dans la classe, problématisation et argumentation : le cas d'un débat sur la nutrition au cours moyen. *Aster*, 37, 83-107.
- Orange, C. (2004). Argumentation et activités de recherche. In J. Douaire (Éd.), *Argumentation et disciplines scolaires*. Paris: INRP.
- Orange, C. (2005). Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les Sciences de l'Éducation, Pour l'Ère Nouvelle*, 38(3), 69-93.
- Orange, C., Lhoste, Y., & Orange-Ravachol, D. (2009). Argumentation, problématisation et construction de concepts en classes de sciences. In C. Buty & C. Plantin (Eds.), *Argumenter en classe de sciences, du débat à l'apprentissage* (pp. 75-116). Lyon: INRP.
- Peterfalvi, B. (2006). Problématisation et travail sur les obstacles en sciences. In M. Fabre & E. Vellas (Éd.), *Situations de formation et problématisation* (pp. 91-106). Bruxelles: De Boeck.
- Soudani, M., & Constantin, S. (2003). Liens entre oxydo-réduction et acide-base vus par des enseignants de sciences physiques. In *Actes des 3èmes Rencontres Scientifiques de l'ARDIST, Recherches en Didactique des Sciences et des Techniques : Questions en débat* (pp. 53-59). ARDIST.
- Soudani, M., & Cros, D. (1998). Difficultés d'apprentissage du concept d'oxydoréduction. Première partie. *BUP*, 809, 1865-1872.
- Soudani, M., Cros, D., & Cachau, H.-D. (1996). Difficultés d'apprentissage du concept d'oxydoréduction : Première partie. *BUP*, 788, 1649-1664.

ANNEXES

TABLEAU 1
Classement des épisodes par thème


	Thème abordé	Nombres d'interventions
Épisode E ₁	Situation déclenchante	94
Épisode E ₂	Réaction entre un cation métallique et un métal	472
Épisode E ₃	Application : la réaction entre un cation métallique et un métal	88
Épisode E ₄	Action des solutions acides sur les métaux	216
Épisode E ₅	Application : l'action des solutions acides sur les métaux	66


TABLEAU 2
Nombre d'interventions et de questions posées par épisode


Épisode	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	Total
NIP : Nombre d'interventions de l'enseignant	23	98	20	52	11	202
NIE : Nombre d'interventions Des élèves	71	374	78	164	55	734
NQ _P : Nombre de questions posées par le professeur	1	39	7	18	5	70
NQ _E : Nombre de questions posées par les élèves	11	34	7	13	9	74
NQT : Nombre de questions posées	12	73	14	31	14	144
NI : Nombre d'interventions	94	472	88	216	66	936

FIGURE 1
Scénario de la séance de travaux pratiques

Scénario de la séance

<i>Travaux pratiques</i>	Phénomène d'oxydoréduction	<i>Durée 90 min</i>
<p>Objectifs ; L'élève sera capable de : Réaliser et interpréter des expériences de chimie, pour dégager des définitions en relation avec le processus mis en jeu par ces expériences.</p>		
<p>Situation déclenchante Dans l'air humide, surtout dans les villes côtières, les objets en fer sont recouverts d'une couche de rouille par contre dans l'air sec le fer ne rouille pas.</p> <p>L'analyse chimique de la rouille montre qu'elle se compose par des molécules d'oxyde ferrique de formule chimique Fe_2O_3.</p> <p>Question : Donner le nom du phénomène qu'il a subi le fer ?</p>		

<i>Les tâches à réaliser au cours de la séance</i>	<i>Activité d'enseignement apprentissage</i>		<i>Support didactique</i>	<i>Durée</i>
	<i>Activité de l'enseignant</i>	<i>Activité de l'élève</i>		
Situation déclenchante	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Le professeur présente au vidéoprojecteur la photo et demande aux élèves de donner le nom du phénomène qu'il a subi la clé en fer ✓ Collecte les hypothèses 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Réfléchit (individuel puis en binôme et en suite en groupe) ❖ Le rapporteur du groupe écrit au tableau l'hypothèse ❖ Discute avec ses pairs (collectifs) 	vidéoprojecteur Tableau + stylo	10min
Action d'un cation métallique sur un métal				
Réaction entre une solution contenant l'ion cuivre(II) et le fer.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Observe et surveille le déroulement de l'expérience ✓ Se déplace entre les groupes 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Réalise l'expérience  <ul style="list-style-type: none"> ❖ Note les observations. 	Stylo + papier	10min

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Demande Aux élèves de réaliser l'expérience ✓ Schématise l'expérience au tableau ✓ Oriente les élèves ✓ Organise la participation ✓ Donne la parole ✓ Ecoute les réponses 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Représente le schéma sur cahier ❖ Réfléchit à une interprétation propice à l'observation : <ul style="list-style-type: none"> • Individuellement • En binôme • En groupe • Collectivement 	Stylo + papier	<p>2 min 3 min 5 min 15min</p>
<p>Application : Réaction entre une solution contenant l'ion argent et le cuivre</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Présente l'exercice ✓ Donne la parole ✓ Organise la participation ✓ Oriente les élèves 	<p>Réaction entre une solution contenant l'ion argent et le cuivre.</p> 	Vidéoprojecteur Stylo + papier	5 min

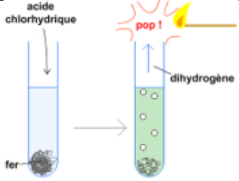
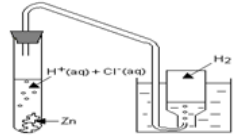
Action des acides sur les métaux				
<p>Réaction entre une solution aqueuse d'acide chlorhydrique et le fer.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Donne la parole ✓ Organise la participation ✓ Ecoute les réponses ✓ Pose des questions 	 <ul style="list-style-type: none"> ❖ Observe et note les observations ❖ Représente le schéma sur cahier ❖ Réfléchit à une interprétation propice à l'observation : <ul style="list-style-type: none"> • Individuellement • En binôme • En groupe • Collectivement 	Vidéoprojecteur Stylo + papier	<p>7 min 2 min 3 min 8 min</p>
<p>Application : Réaction entre une solution aqueuse d'acide sulfurique et le zinc</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Présente l'exercice ✓ Donne la parole ✓ Organise la participation ✓ Oriente les élèves 	 <ul style="list-style-type: none"> ❖ Répond aux questions 	Vidéoprojecteur Stylo + papier	10 min
<p>Définitions</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entend les élèves au moment de la formulation des définitions et intervient quand il ya une erreur pour la remédier 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Participe à la formulation des définitions ❖ Note les définitions sur son cahier(Compte-rendu) 	Stylo + papier	10min

FIGURE 2
Macrostructure du débat sur le thème d'oxydoréduction

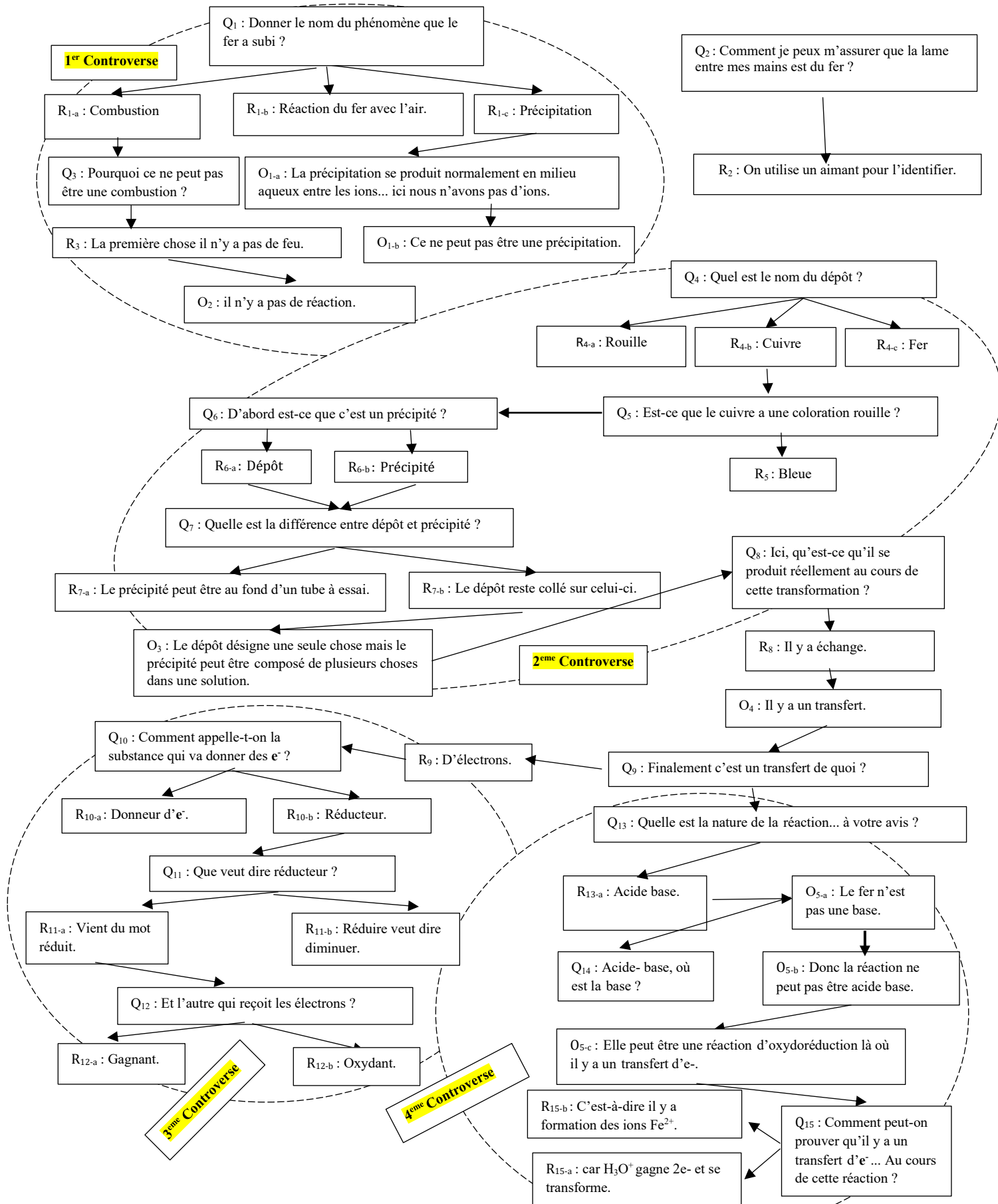


FIGURE 3
Structure argumentative de l'épisode E₁

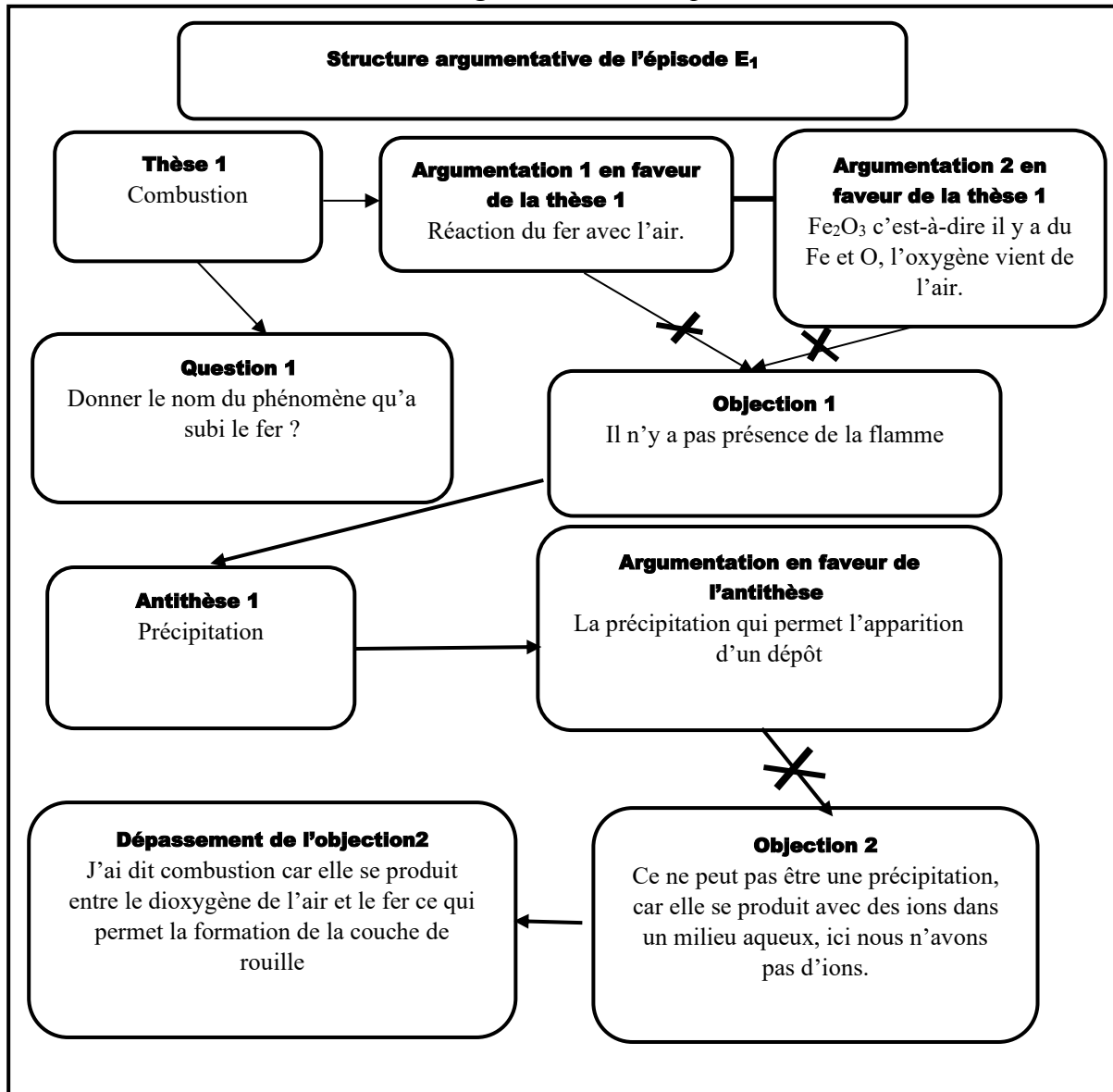


FIGURE 4
Structure argumentative de l'épisode E₂

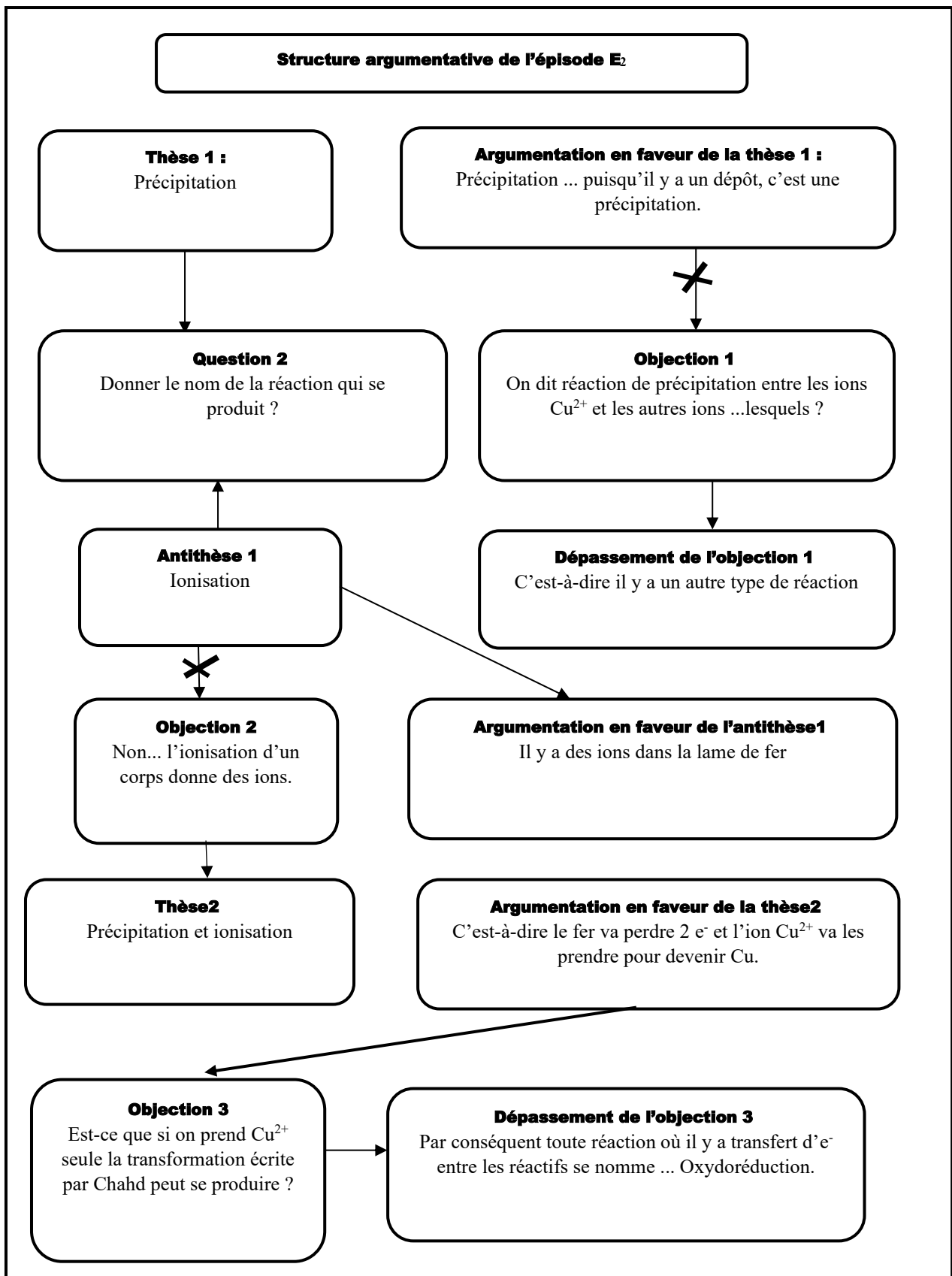


FIGURE 5
Structure argumentative de l'épisode E₄

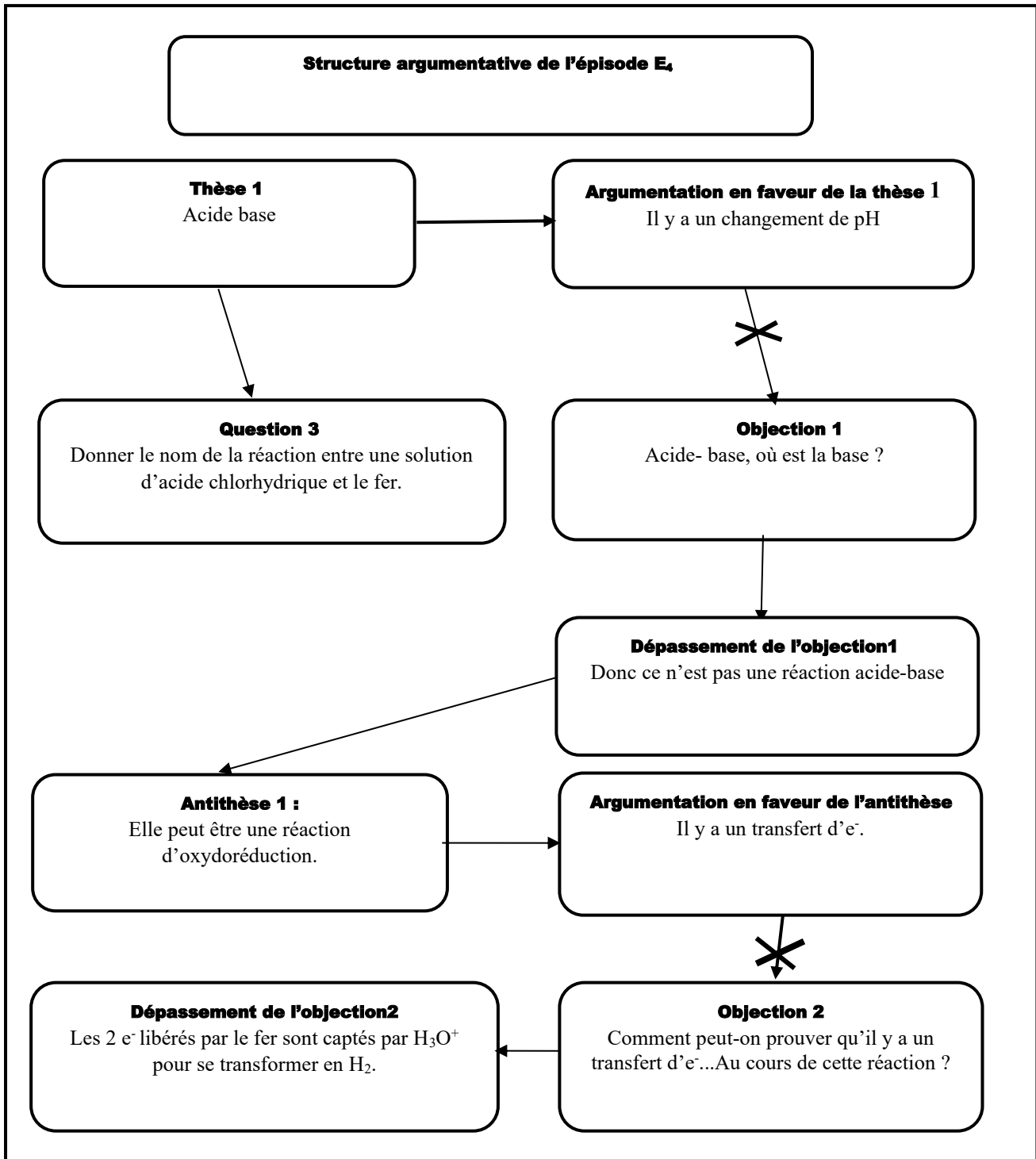


FIGURE 6

Espace de contraintes en jeu dans un débat sur le phénomène d'oxydoréduction

