

Evaluation Du Niveau De Developpement De Competences Des Etudiants En Licence 3 Et Master 1 De Sciences Physiques Des Universites De Cote D'ivoire Sur L'oxydoreduction

Kouamé Nguessan

Laboratoire Interdisciplinaire De Didactique Des Disciplines Et De
Psychologie De L'éducation, Ecole Normale Supérieure d'Abidjan

doi: 10.19044/esj.2016.v12n4p161 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n4p161](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n4p161)

Abstract

Successful teaching of the concept of redox by teachers of secondary schools assumes that these latter during their professional training at the Ecole Normale Supérieure d'Abidjan effectively mobilize the concept of redox and basics associated therewith. Therefore, the analysis of the knowledge acquired throughout their academic and academic background, and taking into account the difficulties identified at their level must necessarily be taken into account during the course of their training. We propose in this paper to show the importance of skills mobilized by students in Licence 3 and Master 1 in vocational training, limiting ourselves to the conceptualization of the concept of redox physical sciences. We will seek to identify the skills mobilized on this concept by those responding to the question: the basic knowledge they have, they are sufficient for the efficient and effective training?

The research protocol was implemented associated an analysis of responses to the three question types (control, application and reflection) asked students in the explanation and interpretation of efficient and effective classroom activities to them request for their professional training.

The results state that these students experience the same types of difficulties. They also observe well in their ability to explain the nature of oxidation-reduction reactions at the application of redox principles to electrochemical batteries.

It is therefore necessary to mobilize additional resources to make them effective and efficient in high schools and colleges.

Keywords: Concept redox, Aptitude, Knowledge, Skill, Physical sciences

Résumé

La réussite de l'enseignement de la notion d'oxydoréduction par les enseignants des lycées et collèges suppose que ces derniers au cours de leur formation professionnelle à l'Ecole Normale Supérieure d'Abidjan mobilisent efficacement le concept d'oxydoréduction et les notions de base qui lui sont associées. De ce fait, l'analyse des savoirs acquis tout au long de leur parcours scolaire et universitaire, et la prise en compte des difficultés repérées à leur niveau doivent nécessairement être prises en compte pendant le cursus de leur formation.

Nous proposons dans cet article, de montrer l'importance des compétences mobilisées par les étudiants en Licence 3 et en Master 1 en formation professionnelle, en nous limitant à la conceptualisation de la notion d'oxydoréduction en sciences physiques. Nous chercherons à identifier les compétences mobilisées sur cette notion par ces derniers en répondant à la question suivante : les connaissances de base dont ils disposent, sont-elles suffisantes pour avoir une formation professionnelle efficace et efficiente ? Le protocole de recherche mis en place a associé une analyse des réponses aux trois types de questions (de contrôle, d'application et de réflexion) posées aux étudiants dans l'explication et l'interprétation efficaces et efficaces des activités de classe qui leur sont soumises pendant leur formation professionnelle.

Les résultats mentionnent que ces étudiants éprouvent les mêmes types de difficultés. Elles s'observent aussi bien dans leur capacité d'expliquer la nature des réactions d'oxydoréduction qu'à l'application des principes d'oxydoréduction aux piles électrochimiques.

Il est donc nécessaire de mobiliser d'autres ressources pour les rendre efficaces et efficaces dans les lycées et collèges.

Mots-clés : Concept d'oxydoréduction, compétence, connaissances, habileté, sciences physiques

Introduction

Nous examinons dans ce travail les compétences mobilisées après enseignement de la notion d'oxydoréduction par les étudiants en Licence 3 et Master 1 de sciences physiques des universités de Côte d'Ivoire. La conceptualisation de la notion d'oxydoréduction fait intervenir les notions de transformation et de réaction chimiques. La plupart des recherches effectuées sur cette conceptualisation étaient axées sur les représentations des apprenants (Kermen et Méheut, 2008). L'ensemble de ces études ont mis en évidence les limites de l'enseignement usuel de la notion d'oxydoréduction à l'acquisition des compétences à partir des définitions et des modèles.

En Côte d'Ivoire, nous notons qu'un nombre important d'enseignants des lycées et collèges ont des difficultés à interpréter les phénomènes d'oxydoréduction et axent leur enseignement que sur la compréhension de quelques notions dites de base. Notre travail se centre sur les difficultés des apprenants et s'intéresse plus particulièrement aux compétences mobilisées après enseignement de cette notion par les étudiants de niveaux Licence 3 et Master 1 de sciences physiques. Généralement, ces étudiants sont recrutés à l'Ecole Normale Supérieure (ENS) d'Abidjan après un concours d'entrée pour une formation de deux ans et ensuite, mis à la disposition du Ministère de l'Education Nationale pour être affectés en tant que des professeurs de niveau collège (Licence 3) et de niveau lycée (Master 1) dans l'enseignement secondaire en Côte d'Ivoire. Cette étude vise deux objectifs : d'abord vérifier les compétences mobilisées par ces derniers après leur formation universitaire et comparer l'évolution des réponses des questions qui leur sont posées pour les deux groupes d'étudiants

Methodes Et Materiels

Cadre Théorique Et Problématique

L'élaboration d'une stratégie d'enseignement efficiente nécessite un certain nombre d'analyses a priori. Nous nous plaçons dans une approche constructiviste où le développement des concepts spontanés et celui des concepts scientifiques sont, nous devons présumer, des processus étroitement liés qui exercent l'un sur l'autre une influence constante (Vygotski, 1985). Ainsi, notre analyse des habiletés des apprenants prend appui sur un certain nombre de recherches antérieures relatives à l'appropriation de la notion d'oxydoréduction. Comme l'a souligné Astolfi et al. (1997) : « La didactique des sciences est un champ de recherche qui s'inscrit dans la lignée des travaux visant à préciser les objectifs de l'enseignement scientifique à en renouveler les méthodologies, à en améliorer les conditions d'apprentissage pour les élèves. Ce qui la fonde c'est la prise de conscience qu'il existe des difficultés d'appropriation qui sont intrinsèques aux savoirs, qu'il faut diagnostiquer et analyser avec une grande précision pour faire réussir l'élève ».

Dans ce cadre, il ressort que les compétences faiblement mobilisées chez l'apprenant sont celles relatives à la capacité d'expliquer la nature des réactions d'oxydoréduction et d'appliquer ses principes aux piles électrochimiques. Généralement l'obstacle qui limite l'interprétation des phénomènes d'oxydoréduction est le langage chimique utilisé : en effet, le concept d'oxydoréduction a des attributs « flous » en ce sens que les notions de charge, de déplacement ou d'échange d'oxygène ou d'électron, de nombre d'oxydation y sont bien associées mais avec une réponse qui n'est guère plus significative qu'une réponse au hasard dès qu'il faut préciser le sens des

« pertes » ou des « gains » d'électrons. Les termes utilisés sont trop chargés du sens quotidien pour qu'ils soient significatifs. En fait : Perte pour qui ? Gain pour qui ? Quels couples concernés ? Dans quels sens les échanges d'oxygènes ou d'électrons et donc dans quels sens les déplacements d'équilibres chimiques (matière et transformation) ?

Dans le cadre des réformes du système éducatif ivoirien, la Direction de la Pédagogie et de la Formation Continue (DPFC) du Ministère de l'Éducation Nationale a réécrit les programmes d'enseignement selon l'approche par compétences (APC). Avec l'APC, tous sont certains, d'autant plus que le point central de cette approche pour l'exploitation maximale du programme actualisé « *nécessite le recours à une pédagogie fondée sur l'activité et la participation de l'élève, la modification du rôle de l'enseignant, de celui de dispensateur des connaissances vers celui d'accompagnement de l'apprenant dans l'acquisition patiente du savoir et le développement des compétences par des situations en prenant en compte le patrimoine national culturel par l'œuvre éducative* » (DPFC, 2013). Dans cette optique un profil de sortie est défini pour chaque fin de cycle. Celui de la fin du premier cycle est défini comme suit : « *les élèves doivent acquérir des capacités et des habiletés leur permettant d'interpréter et de transmettre l'information scientifique et le vocabulaire spécifique ; et de résoudre des problèmes de vie courante.* » (DPFC, 2014).

Ce cadre théorique nous permet de nous interroger sur les moyens dont disposent ces étudiants pour résoudre des problèmes de l'oxydo-réduction.

Ainsi, nous serons amenés à répondre aux questions suivantes : Quelles sont les ressources effectivement mobilisées par ces étudiants sur la notion d'oxydoréduction avant d'accéder à l'École Normale Supérieure d'Abidjan pour être formés en tant qu'enseignants de lycée et collège ? Comment intègrent-ils les connaissances acquises dans des situations de classe ? Les connaissances de base dont ils disposent, sont-elles suffisantes pour avoir une formation professionnelle efficace et efficiente ?

Hypothèses de recherche

Nous avons formulé les hypothèses de recherche qui suivent :

- Le concept d'oxydoréduction n'est pas mobilisé par les apprenants : nous considérons que les notions de base peuvent être connues des étudiants. Cependant, nous pensons qu'il est possible que plusieurs conceptions cohabitent, dans ce cas le concept d'oxydoréduction ne sera pas mobilisé.
- Le nombre important et varié des termes et définitions scientifiques dans l'apprentissage de la notion d'oxydoréduction influence

négativement le langage chimique dans la classe : les pseudo-connaissances admises dans le langage quotidien risquent de se poser en obstacle dans les situations familières proposées en classe.

- Les changements de modes de fonctionnement entre le secondaire et le supérieur rendent difficiles la conceptualisation de la notion d'oxydoréduction.

Matériels

Le matériel d'enquête est essentiellement constitué d'un questionnaire qui a été soumis aux deux groupes d'étudiants dans des salles choisies pour la circonstance pour les universités.

Le choix de ce moyen d'investigation se justifie par son caractère pratique et adapté à l'étude.

Le questionnaire utilisé est composé de questions fermées et semi-ouvertes, dans lesquelles nous présentons des situations familières. Les étudiants doivent y prédire et expliquer ce qu'il va se passer. En faisant appel à des situations familières, l'objectif est de favoriser la compréhension des questions et d'éviter les réponses dans lesquelles les étudiants récitent leurs cours sans donner d'explication. Le questionnaire formé de trente deux items, couvre le contenu global du programme d'atomistique en conformité avec l'organisation des contenus des manuels scolaires, des programmes et les instructions officielles depuis le collège jusqu'à l'université. Chaque item consiste en une question suivie d'au moins trois réponses dont une ou deux sont correctes et les autres fausses, parmi lesquelles un étudiant devrait choisir les réponses correctes. Il est basé sur les trois rubriques suivantes :

Les définitions des notions de base ;

- Les équilibres redox ;
- L'applicabilité de l'oxydoréduction dans la vie de tous les jours.

A partir de ces trois rubriques, nous avons construit un questionnaire qui comporte trois types de questions. Chacune des questions prend en compte les trois rubriques. Ainsi, on a :

- o Des questions de contrôle : au nombre de quinze, elles ont été conçues pour vérifier la compréhension du concept d'oxydoréduction. Elles sont exprimées sous forme de question à choix dichotomique ou multiple ;
- o Des questions d'application, au nombre de quatorze, pour faire mettre en jeu les notions de base de l'oxydoréduction dans des situations concrètes simples, proches de la pratique quotidienne ;
- o Des questions de réflexion, au nombre de trois, pour examiner la logique interne d'un raisonnement ou la validité des

principes utilisés. Elles sont exprimées sous forme de questions à réponse ouverte courte.

Population

La population est constituée de cent quarante six (146) étudiants issus de deux universités : cent (100) étudiants de niveau Licence 3 soit cinquante (50) étudiants par université et quarante six (46) étudiants de niveau Master 1 soit vingt trois (23) étudiants par université.

Le choix des étudiants interrogés est aléatoire. Les deux groupes d'étudiants ont été soumis aux mêmes questions pour assurer que les variations de réponses des étudiants ne soient le fait de différences de formulation des questions. Les conclusions quant aux effets éventuels de l'enseignement de la notion d'oxydoréduction devraient être traitées avec précaution car deux universités différentes sont utilisées. Signalons cependant que les populations des deux universités doivent être considérées comme équivalentes car les étudiants qui y sont, ont les caractéristiques démographiques (sexe, âge, niveau social) semblables. Le choix de cette population devrait permettre d'obtenir les différents raisonnements liés au concept d'oxydoréduction pour chacun des stages d'enseignement.

Méthode d'analyse des données

Pour les réponses, leur variété est restreinte du fait de la forme de la question à choix multiple ou dichotomique, question à réponse ouverte courte. Dans un premier temps, lors du dépouillement, nous n'avons écarté aucune combinaison parmi les différents choix. Cela dans le but de laisser émerger des types de réponse autres que ceux dont nous pouvions présupposer l'existence à partir de l'analyse bibliographique. Cette analyse nous a permis d'analyser les scores obtenus par niveau d'enseignement et les comparer.

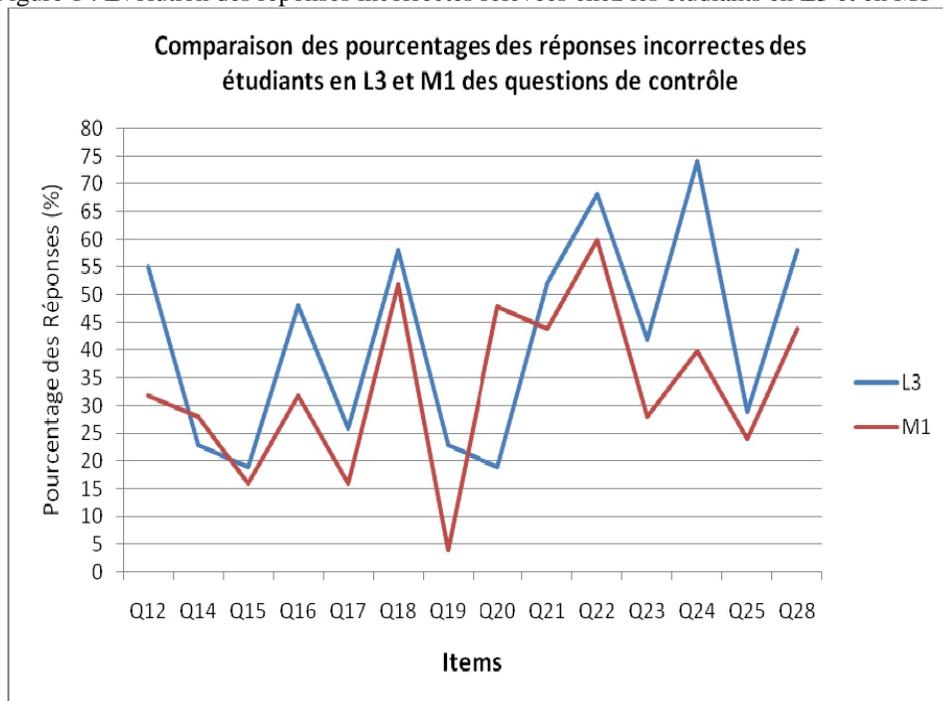
Resultats

Evolution des pourcentages des questions répondues des étudiants

Les résultats sont présentés selon les réponses obtenues des trois types de questions :

LES QUESTIONS DE CONTROLE

Figure 1 : Evolution des réponses incorrectes relevées chez les étudiants en L3 et en M1



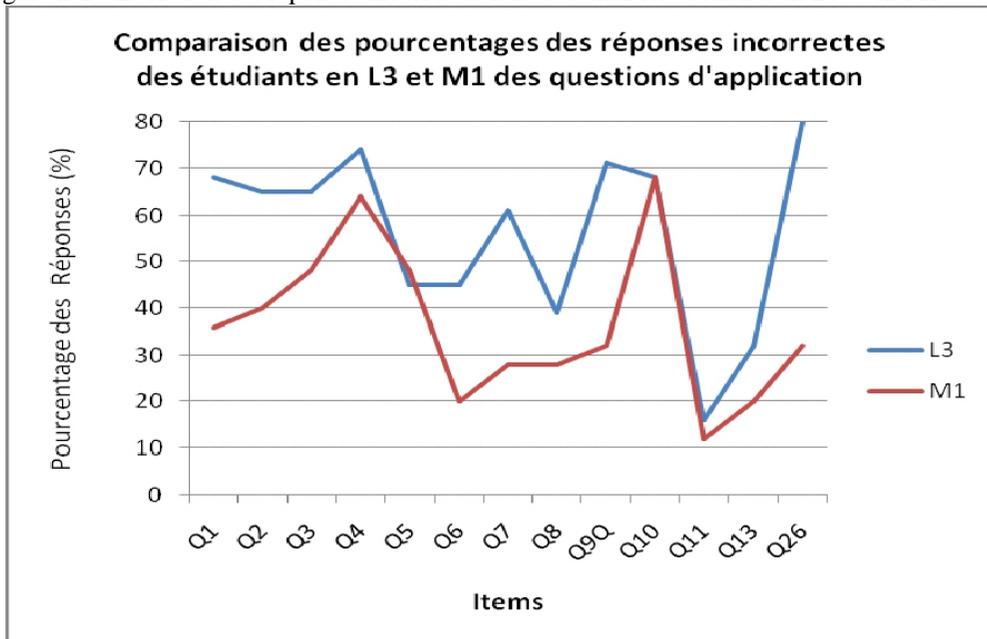
Les pourcentages des réponses incorrectes des étudiants en L3 et en M1 évoluent identiquement. Les pourcentages des réponses incorrectes indiquent que :

- 55% des étudiants en L3 et 32% des étudiants en M1 (la question Q12) ont des difficultés à équilibrer une équation de réduction.
- 58% des étudiants en L3 et 52% de ceux en M1 (question Q18) éprouvent des difficultés à expliquer comment équilibrer une demi-équation électronique.
- 68% des étudiants en L3 et 59% de ceux en M1 (Q22) n'arrivent à identifier dans une réaction chimique le corps qui subit une oxydation, celui qui subit une réduction ou l'oxydation et la réduction à la fois.
- 75% des étudiants en L3 et 40% de ceux en M1 (question Q24) ont des difficultés à identifier l'agent oxydant ou l'agent réducteur et le nombre d'oxydation.

L'ensemble des réponses incorrectes obtenues par ces étudiants rapportent que ces derniers ont une compréhension faible sur la conceptualisation de la notion d'oxydoréduction.

LES QUESTIONS D'APPLICATION

Figure n°2 : Evolution des réponses incorrectes relevées chez les étudiants en L3 et en M1



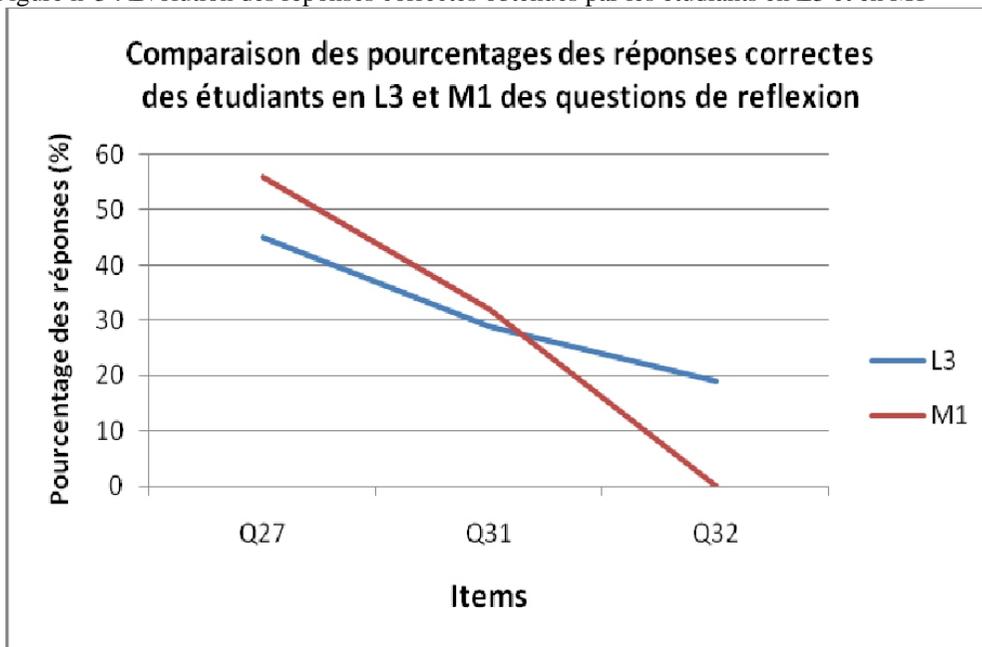
Les pourcentages des réponses incorrectes des étudiants en L3 et en M1 évoluent identiquement. Les pourcentages des réponses incorrectes indiquent que :

- 68% des étudiants en L3 et 36% des étudiants en M1 (la question Q1) ont des difficultés à choisir la proposition qui définit le mieux l'agent réducteur.
- 73% des étudiants en L3 et 63% de ceux en M1 (question Q4) éprouvent des difficultés à donner le degré d'oxydation d'un corps dans une équation d'oxydoréduction.
- 68% des étudiants en L3 et 68% de ceux en M1 (question Q10) n'arrivent à identifier dans plusieurs réactions possibles de l'ion ferreux, celle qui représente l'oxydation de cet ion.

Ces résultats montrent que les étudiants en L3 et en M1 ne maîtrisent pas les notions de base que sont : définition de l'agent réducteur, l'agent oxydant, le degré d'oxydation, la réduction, l'oxydation de la notion d'oxydoréduction.

LES QUESTIONS DE REFLEXION

Figure n°3 : Evolution des réponses correctes obtenues par les étudiants en L3 et en M1



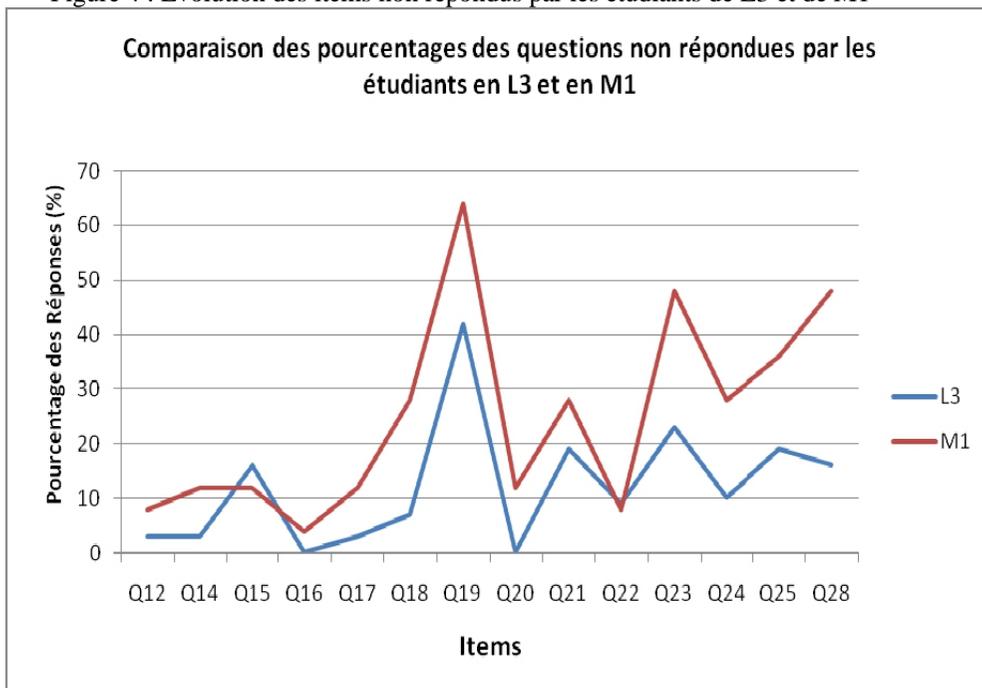
Nous observons que les pourcentages de réponses correctes concernant les questions de réflexion chez les étudiants en L3 varient de 20% à 45% tandis que pour ceux des étudiants en M1 varient de 0 à 56%. Les pourcentages des réponses correctes montrent que :

- seulement 45% des étudiants en L3 et 56% des étudiants en M1 (question Q27) reconnaissent ce qui se passe à l'anode d'une pile électrochimique.
- seulement 27% des étudiants en L3 et 27% de ceux en M1 (question Q31) qui arrivent à identifier le type de pile électrochimique et à décrire ce qui se produit pendant le fonctionnement de la pile.
- 19% d'étudiants en L3 (question Q32) qui arrivent à caractériser le fonctionnement d'une pile électrochimique.

Ces résultats indiquent que moins d'étudiants ont un raisonnement logique ou reconnaissent la validité des principes utilisés dans les piles électrochimiques.

Evolution des pourcentages des questions non répondues des étudiants LES QUESTIONS DE CONTROLE

Figure 4 : Evolution des items non répondues par les étudiants de L3 et de M1



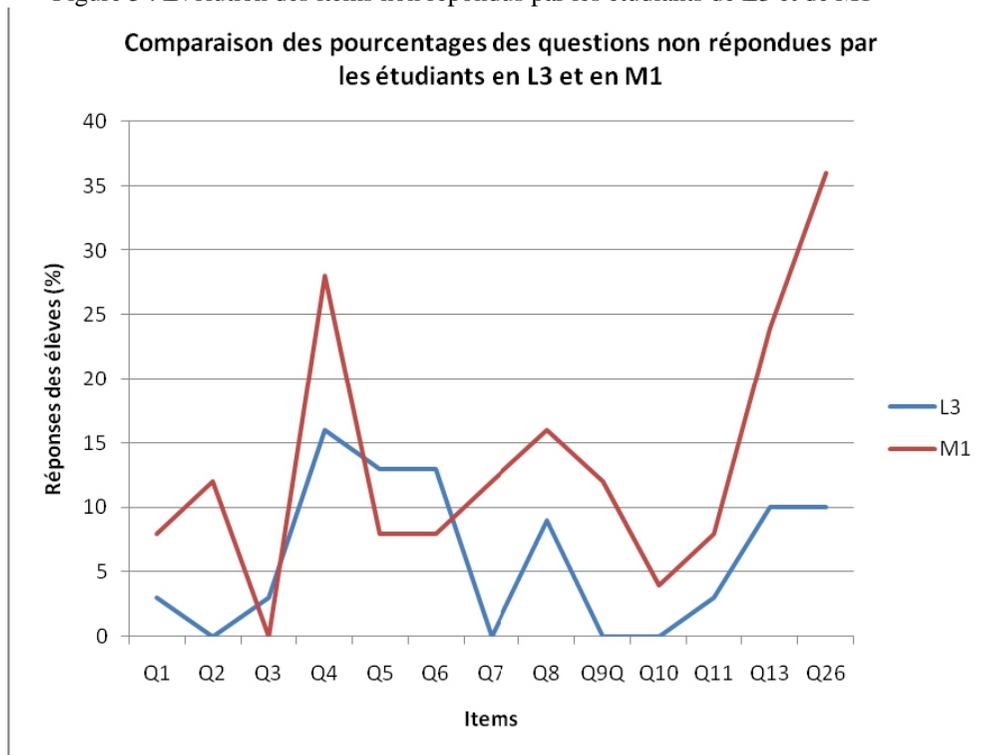
Les pourcentages des questions non répondues suivent les mêmes évolutions. Cependant nous notons deux pics : les questions Q19 (comment reconnaître l'oxydant et le réducteur) et Q23 (identifier l'énoncé parmi tant d'autres qui donne une définition opérationnelle d'un métal subissant une réduction).

Les étudiants en M1 ont moins répondu aux questions. Leurs pourcentages varient de 9% à 64% : ce qui éprouve qu'ils ont plus de difficultés à répondre aux questions de contrôle.

Comparativement aux étudiants en L3 ayant leurs pourcentages de questions non répondues qui varient 4% à 42%, les résultats rapportent que les étudiants en M1 ont une compréhension faible sur la conceptualisation de la notion d'oxydoréduction.

LES QUESTIONS D'APPLICATION

Figure 5 : Evolution des items non répondus par les étudiants de L3 et de M1



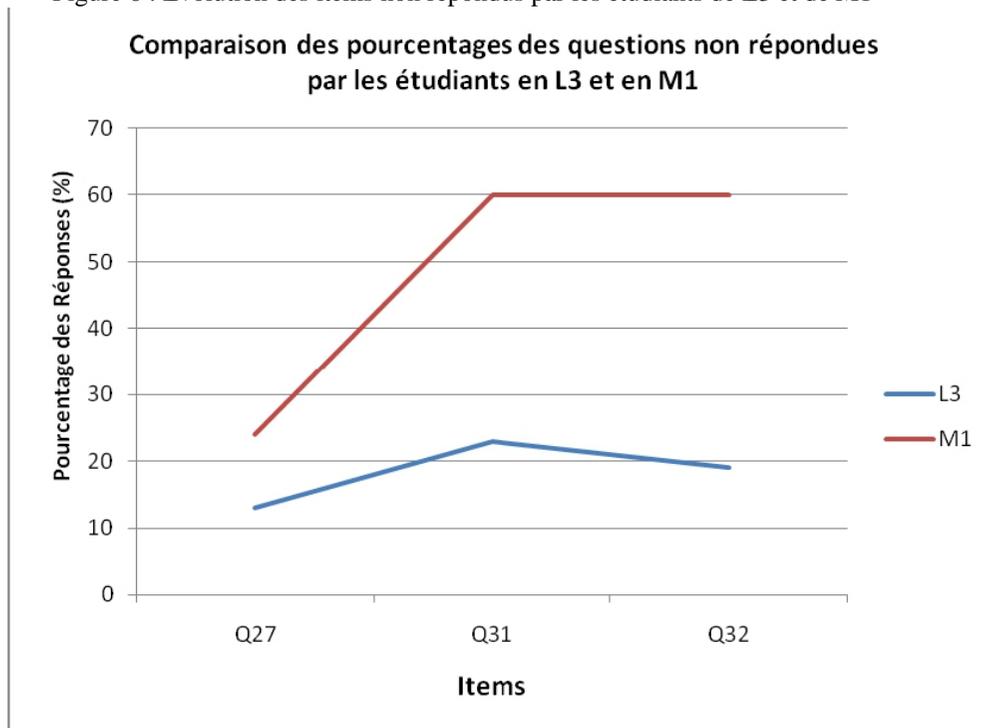
Les pourcentages des questions non répondues ont approximativement les mêmes évolutions. Cependant nous notons trois pics : les questions Q4 (identifier laquelle des propositions inscrites est vraie au sujet de l'équation d'oxydoréduction non balancée), Q8 (choisir la fausse parmi plusieurs propositions données), et Q26 (à partir des données recueillies par l'élève, identifier l'agent réducteur le plus fort).

Les étudiants en M1 ont moins répondu aux questions. Leurs pourcentages varient de 0 à 36% : ce qui éprouve qu'ils ont plus de difficultés à répondre aux questions d'application.

Comparativement aux étudiants en L3 ayant leurs pourcentages de questions non répondues qui varient 0 à 16%, les résultats rapportent que les étudiants en M1 ont une faible maîtrise des notions de base de l'oxydoréduction.

LES QUESTIONS DE REFLEXION

Figure 6 : Evolution des items non répondus par les étudiants de L3 et de M1



L'allure des questions non répondues par les deux groupes d'étudiants est sensiblement la même. Les étudiants en M1 ont moins répondu aux questions de réflexion. Leurs pourcentages des questions non répondues varient de 24% à 60% tandis que pour ceux en L3 varient de 14% à 24%.

Nous notons cependant que les pourcentages des réponses correctes fournies par les étudiants en M1 sont supérieurs à ceux des réponses correctes fournies par les étudiants en L3.

Discussion

Nous discutons de l'effet de l'enseignement sur les élèves du collège jusqu'à l'université puis des types de compétences mobilisées repérés selon les questions. Notre échantillon est considéré comme représentatif d'une population moyenne d'étudiants en Licence 3 et en Master1 de sciences physiques en Côte d'Ivoire. Les activités définies par les programmes, les manuels scolaires, les documents d'accompagnement et les textes officiels sont tous identiques sauf les contenus d'enseignement qui varient entre les enseignements d'un établissement universitaire à un autre. C'est pourquoi nous considérons que ces différences de résultats obtenus après

enseignement de la notion d'oxydoréduction comme des effets d'enseignement.

Nous articulons notre discussion autour des trois de types de questions pour confirmer ou infirmer nos hypothèses de recherche.

Concernant les résultats relatifs aux questions d'application, nous avons relevé une moyenne de 64.54% de pourcentages de réponses incorrectes pour les étudiants en Licence 3 et une moyenne de 50.16% de pourcentages de réponses incorrectes pour ceux de Master 1. Ces résultats de pourcentages de réponses incorrectes qui sont au-delà de 50% indiquent que malgré un enseignement détaillé des notions de base (la définition des termes d'oxydation et réduction ainsi que ceux d'agent oxydant, d'agent réducteur, et le nombre d'oxydation) au secondaire puis approfondi au supérieur, ces étudiants éprouvent d'énormes difficultés de conceptualisation de la notion d'oxydoréduction. Ces résultats peu meilleurs sont en adéquation avec les résultats des travaux de Treagust et Garnett (1992), Jacob (2001), Gauchon et Méheut (2007), et Kermen et Méheut (2008) qui relèvent les difficultés de conceptualisation de la notion d'oxydoréduction à travers la mise en place d'un ensemble de démarches visant à construire un modèle d'interprétation et d'explication des phénomènes chimiques. Ces résultats mettent en évidence la non assimilation des concepts de base (oxydation et réduction) de l'oxydoréduction, concepts précurseurs nécessaires à l'acquisition de cette notion. Nous notons que les étudiants confondent les termes d'oxydation et de réduction du point de vue opérationnel et théorique, et sont incapables d'établir la ressemblance ou la différence entre les réactions en termes d'oxydoréduction ou d'équilibre ce qui corrobore notre hypothèse selon laquelle le concept d'oxydoréduction n'est pas mobilisé par les étudiants puis que plusieurs conceptions cohabitent dans leur esprit sur les notions de base.

Pour les questions de contrôle, nous relevons que les taux des réponses incorrectes varient de 19% à 75% pour la Licence 3 contre 4% à 60% pour les Master 1. Ces résultats médiocres sont dus aux difficultés pour ces étudiants à préciser les transferts d'électrons, les agents oxydants et les agents réducteurs dans les réactions d'oxydoréduction qui ont lieu dans la vie quotidienne, dans les systèmes vivants et inanimés (la corrosion), et prédire la spontanéité d'une réaction d'après les potentiels standards de réduction et comparer ces prédictions aux résultats expérimentaux (Tsaparlis, 2003). C'est le cas observé de l'action de l'acide sulfurique sur le zinc où l'on leur demande d'identifier le réducteur ou l'acide sulfurique sur l'acide bromique où l'on demande de reconnaître l'agent oxydant. La traduction de la transformation chimique en équation chimique et vis versa par l'utilisation des symboles pour expliquer le phénomène qui a lieu est une difficulté majeure pour ces étudiants ; ce qui confirme notre hypothèse selon laquelle

le concept d'oxydoréduction n'est pas mobilisé parce que plusieurs conceptions cohabitent chez ces étudiants.

Pour les items des questions de réflexion, nous notons que les réponses correctes vont de 19% à 45% pour la Licence 3 contre 0 à 55% pour le Master 1. Ces résultats montrent que ces étudiants ont des difficultés à décrire et expliquer les principes de l'oxydoréduction aux piles électrochimiques, et cela confirme l'existence des confusions faites au niveau des termes cathode et anode, la similitude de l'anode et la cathode aux électrodes chargées, et la circulation des électrons dans l'électrolyte comme cela a été rapporté dans les travaux de Garnett & Treagust (1992), et Sanger & Greenbowe (1997). Notre étude permet de quantifier de telles lacunes au niveau de notre population cible : plus de 80% des étudiants ignorent que ce sont les mouvements des ions dans l'électrolyte qui sont responsables de la circulation du courant (phénomène observé en classe de quatrième, niveau collègue), les deux tiers éprouvent des difficultés à légèrer le diagramme d'une pile. Nous notons que 21% d'étudiants en Licence 3 et 30% d'étudiants en Master 1 voient l'anode et la cathode comme des électrodes chargées (Garnett & Treagust, 1992). Pour 12% d'étudiants en Licence 3 et 35% de ceux de Master 1 trouvent que les anions participent aux transferts d'électrons dans l'électrolyte et dans le pont salin ou que les cations transfèrent les électrons à travers le pont salin. Ces résultats sont en conformité avec notre hypothèse selon laquelle les changements de modes de fonctionnement entre le secondaire et le supérieur peuvent rendre difficiles la conceptualisation de la notion d'oxydoréduction où l'évaluation des connaissances au secondaire ne prend pas en compte les connaissances et les habiletés.

Conclusion

Les résultats obtenus de ce travail montrent de manière évidente que les cheminements d'apprentissage suivis par nos apprenants ne donnent pas le rendement attendu : il y a des progrès et des reculs, des développements parallèles, et des impasses également (Duit & Rhöneck, 1998).

Les résultats faibles obtenus quant aux réponses correctes et ceux élevés au niveau des questions « sans réponse » témoignent du faible degré de mobilisation des étudiants à définir les différentes notions de base et à appliquer les principes de l'oxydoréduction aux différents types de piles. Les compétences mobilisées par nos étudiants avant leur formation professionnelle à l'Ecole Normale Supérieure ne sont pas suffisantes. Il est nécessaire de mobiliser d'autres ressources pour les rendre efficaces et efficaces dans les lycées et collèges.

References:

- Agung, S. et Scharztz, M.S. (2007). Students' understanding of conservation of matter, stoichiometry and balancing equation in Indonesia. *International Journal of Science Education*, 29, 13, 1679-2002.
- Arizona state university (2001). Student preconceptions and misconceptions in chemistry integrated physics and chemistry modeling workshop.
- Astolfi, J.-P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y. & Toussaint, J. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences* (Paris-Bruxelles: De Boeck, Lancier S.A).
- Coll, R.K. & Treagust, D.F. (2003). Investigation of secondary school, undergraduate, and graduate learners' mental models of ionic bonding. *Journal of research in science teaching*. Vol. 40, n°5, pp.464-486.
- Coordination nationale disciplinaire de physique-chimie : (2013/2014). *Progressions de physique-chimie de la sixième à la terminale*
- DPFC: (2013). *Programmes éducatifs et guides d'exécution, physique-chimie, 6ème /5ème*
- DPFC: (2014). *Programmes éducatifs et guides d'exécution, physique-chimie, 4ème /3ème*
- Duit, R., & Rhöneck, C.V. (1998). *Apprendre et comprendre les concepts clés de l'électricité*.
- Garnett, P.J. & Treagust, D.F. (1992). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: electrochemical (Galvanic) and electrolytic cells. *Journal of research in science teaching*. Vol. 29 (10), 1079-1099.
- Gauchon, L. et Méheut, M. (2007). Learning about stoichiometry : from students' preconceptions to the concept of limiting reactant. *Chemistry Education Research and Practise*, 8, 362-375.
- Harisson, A. G. & Treagust, D.F. (2001). Conceptual change using multiple interpretive perspectives: two cases in secondary school chemistry. *Instructional sciences*. Vol.29, 45-85.
- Harisson, A. G. & Treagust, D.F. (2000a). Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. *Science education*. Vol.84(3), 352-381.
- Harisson, A. G. & Treagust, D.F. (2000b). A typology of school science models. *International journal of science education*. Vol.22(9), 1011-1026.
- Jacob, C. (2001). Analysis and synthesis: interdependent operation in chemical language and practice. *Hyle*, 7, 1, 31-50.
- Kermen, I. et Méheut, M. (2008). Mise en place d'un nouveau programme à propos de l'évolution des systèmes chimiques : impact sur les connaissances professionnelles d'enseignants. *Didaskalia*, 32, 77-116.
- Kousathana, M. et Tsaparlis, G. (2002). Students' error in solving numerical-equilibrium problems. *Chemistry Education*.

Laugier, A. et Dumon, A. (2003). A la recherche des obstacles épistémologiques à la construction du concept d'élément chimique par les élèves de seconde. *Didaskalia*, 22, 69-97.

Sanger, M.J. (2005). Evaluation students' conceptual understanding of balanced equations and stoichiometric ratios using a particulate drawing. *Journal of Chemical Education*, 82, 131-134.

Sanger, M.J. & Greenbowe, T.J. (1997). Students' misconceptions in electrochemistry: current flow in electrolyte solutions and the salt bridge. *Journal of Chemical Education*. Vol. 74, (7), 819-823.

Taber, K.S. (2001). Building the structural concepts of chemistry: some considerations from educational research. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 2, 2, 123-158.

ANNEXE

A-Questions d'application

1. Quelle proposition définit le mieux l'agent réducteur ?

- A) Une substance qui perd facilement des électrons.
- B) Une substance qui accepte facilement des électrons.
- C) Un donneur de protons.
- D) Un receveur de protons.

Réponse (s):

3. Laquelle des définitions suivantes relatives à l'oxydoréduction est vraie ?

- A) La substance qui accepte des électrons est l'agent réducteur du système.
- B) Un élément est réduit quand il gagne des électrons.
- C) L'oxydation est une réaction partielle ou il y a diminution du nombre d'oxydation.
- D) L'oxydant est une substance oxydée au cours de la réaction.

Réponse (s) :

6. Voici trois définitions :

- 1) Une réaction où il y a perte d'électron.
- 2) Un ion chargé négativement.
- 3) Une électrode où se produit la réduction.

Quel ensemble contient, dans l'ordre les termes définis par 1, 2 et 3 ? Choix de réponses :

- A) Oxydation, cation, anode.
- B) Réduction, anion, cathode.
- C) Réduction, cation, anode.
- D) Oxydation, anion, cathode.

Réponse (s):

10. Quelle réaction représente l'oxydation de l'ion ferreux Fe^{2+} ?

- A) $Fe - 2 e^- \rightarrow Fe^{2+}$
- B) $Fe^{2+} - 1 e^- \rightarrow Fe^{3+}$
- C) $Fe^{3+} + 1 e^- \rightarrow Fe^{2+}$
- D) $Fe^{2+} + 2 e^- \rightarrow Fe$
- E) $Fe^{3+} + 3 e^- \rightarrow Fe$

Réponse (s):

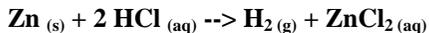
12. Quelle serait l'équation équilibrée de la réduction de l'ion Sn^{+2}

- A) $Sn^{2+} \rightarrow 2 e^- + Sn^{4+}$
- B) $Sn^{2+} + 2 e^- \rightarrow Sn^{4+}$
- C) $Sn^{2+} + 2 e^- \rightarrow Sn^0$
- D) $Sn^{2+} \rightarrow 2 e^- + Sn^0$

Réponse (s) :

B-Questions de contrôle

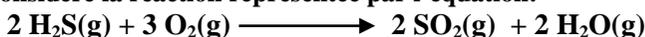
14. Laquelle des équations ioniques suivantes est correcte au sujet de l'équation d'oxydoréduction suivante:



- A) $\text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2 e^-$
- B) $\text{Zn}_{(s)} + 2 e^- \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)}$
- C) $\text{H}^+_{(aq)} - 1 e^- \rightarrow \text{H}^-_{(aq)}$
- D) $\text{H}^+_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow \text{H}^-_{(aq)}$
- E) $\text{Cl}^-_{(aq)} \rightarrow \text{Cl}^{2-}_{(aq)} + 2 e^-$

Réponse (s):

24. On considère la réaction représentée par l'équation:



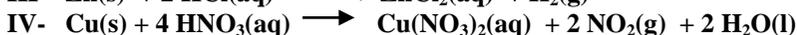
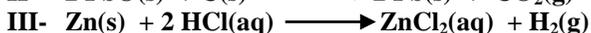
l'oxygène agit comme agenti..... et le nombre d'oxydation de l'atome de soufre augmente deii.....

L'information qui complète l'énoncé ci-dessus se trouve dans la rangée

Rangée	i	ii
A	oxydant	2
B	oxydant	6
C	réducteur	2
D	réducteur	6

Réponse (s):

25. Processus métallurgiques :

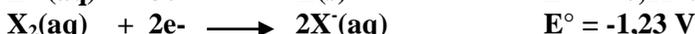
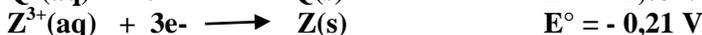
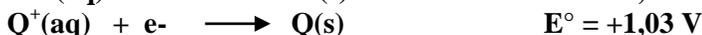
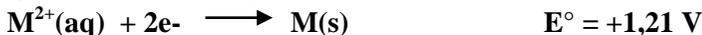


Lesquels de ces processus métallurgiques en cours le métal perd des électrons :

- A. I et II ; B. I et III ; C. II et IV ; D. III et IV

Réponse (s):

26. Un élève a recueilli les données suivantes :



Selon les données recueillies par l'élève, l'agent réducteur le plus fort est:

- A. $\text{M}^{2+}\text{(aq)}$ B. $\text{X}^-\text{(aq)}$ C. $\text{X}_2\text{(aq)}$ D. M(s)

Réponse (s):

C-Questions de réflexion

27. L'anode d'une pile électrochimique est l'endroit où :

- A. l'oxydation a lieu.
- B. les cations gagnent des électrons.
- C. les cations sont attirés par l'électrode.
- D. les électrons sont attirés par l'électrode.

Réponse (s):

28. Une pile électrolytique est différente d'une pile voltaïque en ce sens que la pile électrolytique :

- A. est spontanée.
- B. consomme de l'électricité.
- C. a une valeur de E°_{pile} positive.
- D. a une anode et une cathode.

Réponse (s):

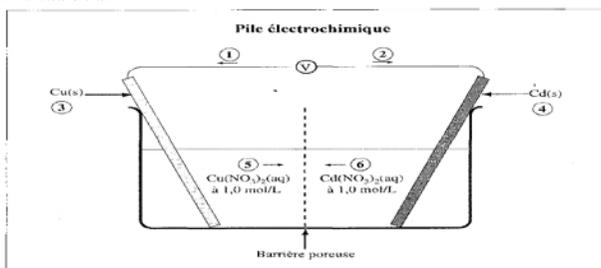
29. Énoncés sur les piles électrochimiques

1. L'oxydation se produit à l'anode.
2. L'agent oxydant réagit à la cathode.
3. Les cations se déplacent vers la cathode au moyen du fil électrique.
4. Les cations se déplacent vers la cathode au moyen de l'électrolytique.
5. Les électrons se déplacent vers la cathode au moyen du fil électrique.
6. L'énergie électrique est convertie en énergie chimique.
7. L'énergie chimique est convertie en énergie électrique.

Les énoncés numérotés ci-dessus qui s'appliquent aux piles et aux piles voltaïques sont et

Réponse (s):

30. Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante : Associez les chiffres du diagramme ci-dessus aux éléments auxquels ils correspondent ci-dessous.



- Anode (Notez dans la première colonne).
- Cathode (Notez dans la deuxième colonne).
- Déplacement d'anions (Notez dans la troisième colonne).
- Déplacement d'électrons (Notez dans la quatrième colonne).

Réponse (s):