

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>1</b>
<b>PREMIERE PARTIE : ETUDES THEORIQUES .....</b>	<b>2</b>
<b>I. Quelques notions sur les concepts didactiques : .....</b>	<b>2</b>
<b>I.1. Enseignement-apprentissage des sciences physiques en se basant sur l'expérience : .....</b>	<b>2</b>
<b>I.1.1. Définition de l'expérience :.....</b>	<b>2</b>
<b>I.1.2. Rôles de l'expérience : .....</b>	<b>2</b>
<b>I.2. La méthode expérimentale : .....</b>	<b>3</b>
<b>I.2.1. Définition : .....</b>	<b>3</b>
<b>I.2.2. Les éléments caractéristiques d'une méthode expérimentale selon Develay (1989) : .....</b>	<b>3</b>
<b>I.3. Le concept de représentation :.....</b>	<b>5</b>
<b>I.3.1. Origine de représentation : .....</b>	<b>5</b>
<b>I.3.2. Les acceptations du concept de représentation : .....</b>	<b>5</b>
<b>I.3.3. Types de représentations :.....</b>	<b>6</b>
<b>II. Electronégativité <math>\chi</math> : .....</b>	<b>6</b>
<b>II.1. Quelques notions à savoir :.....</b>	<b>6</b>
<b>II.1.1. Energie d'ionisation E.I : .....</b>	<b>6</b>
<b>II.1.2. Affinité électronique A.E : .....</b>	<b>6</b>
<b>II.1.3. Règles du duet et de l'octet : .....</b>	<b>7</b>
<b>II.2. Différents types des électronégativités des atomes :.....</b>	<b>7</b>
<b>II.2.1. Electropositifs : .....</b>	<b>7</b>
<b>II.2.2. Electronégatifs : .....</b>	<b>7</b>
<b>II.3. Echelle de Pauling : .....</b>	<b>7</b>
<b>III. Quelques notions sur les concepts d'acide et de base : .....</b>	<b>8</b>
<b>III.1. Définition et différents types de solutions aqueuses : .....</b>	<b>8</b>
<b>III.1.1. Définition : .....</b>	<b>8</b>

<b>III.1.2. Différents types de solutions aqueuses :</b>	8
<b>III.2. Définitions et exemples des solutions acides et basiques :</b>	9
<b>III.2.1. Selon Arrhenius :</b>	9
<b>III.2.2. Selon Bronsted :</b>	9
<b>III.2.3. Selon Lewis :</b>	10
<b>III.3. Le pH d'une solution aqueuse :</b>	10
<b>III.3.1. Définition :</b>	10
<b>III.3.2. Appareil de mesure du pH des solutions aqueuses :</b>	11
<b>III.3.3. Quelques pH des solutions acides, basiques et neutre :</b>	12
<b>IV. Quelques notions sur les concepts d'oxydoréduction :</b>	12
<b>IV.1. Définitions et exemples sur les concepts d'oxydoréduction :</b>	12
<b>IV.1.1. Le nombre d'oxydation :</b>	12
<b>IV.1.2. L'oxydation et la réduction :</b>	14
<b>IV.1.3. L'oxydant et le réducteur :</b>	15
<b>IV.1.4. Le couple redox :</b>	16
<b>IV.1.5. L'oxydoréduction proprement dite :</b>	16
<b>IV.2. Le potentiel d'électrode ou potentiel redox :</b>	17
<b>IV.2.1. Electrode ou demi-pile :</b>	17
<b>IV.2.2. Le potentiel de référence d'électrode :</b>	17
<b>IV.2.3. Potentiel de Nernst :</b>	19
<b>IV.3. La prévision des réactions d'oxydoréduction dans les conditions de références :</b>	20
<b>IV.3.1. L'échelle des potentiels de référence :</b>	20
<b>IV.3.2. La règle de gamma :</b>	21
<b>DEUXIEME PARTIE : PROBLEMATIQUE, HYPOTHESE , METHODOLOGIE ET EXPLOITATION DES DONNEES.....</b>	22
<b>I. Contexte, problématique et hypothèse :</b>	22
<b>I.1. Contexte :</b>	22

<b>I.2. Problématique :</b>	22
<b>I.3. Hypothèse :</b>	23
<b>II. Méthodologie :</b>	23
<b>II.1. Choix du thème traité « réaction d'oxydoréduction en solution aqueuse : action des solutions acides sur les métaux » :</b>	23
<b>    II.1.1. Programme scolaire :</b>	23
<b>    II.1.2. Etudes bibliographiques et webographiques :</b>	24
<b>II.2. Public cible :</b>	24
<b>    II.2.1. Etablissements :</b>	24
<b>    II.2.2. Enseignants :</b>	24
<b>    II.2.3. Elèves :</b>	25
<b>II.3. Description des étapes :</b>	25
<b>II.4. Questionnaire :</b>	26
<b>II.5. Déroulement de l'expérimentation :</b>	27
<b>III. Exploitation des données :</b>	30
<b>    III.1. Exploitation du questionnaire destiné aux enseignants :</b>	31
<b>    III.2. Exploitation du questionnaire destiné aux élèves avant et après les TP :</b>	34
<b>        III.2.1. Pour le L.E.G d'Imerintsiasika :</b>	35
<b>        III.2.2. Pour le lycée J.J.R:</b>	46
<b>        III.2.3. Conclusion sur l'exploitation du questionnaire destiné aux élèves :</b>	57
<b>CONCLUSION GENERALE</b>	59
<b>REFERENCES</b>	61
<b>ANNEXES</b>	64

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1 :</b> Les différentes phases dans une méthode expérimentale .....	4
<b>Figure 2 :</b> Papier pH .....	11
<b>Figure 3 :</b> pH-mètre .....	11
<b>Figure 4 :</b> Schéma d'une demi-pile .....	17
<b>Figure 5 :</b> Electrode normale à hydrogène (E.N.H) .....	18
<b>Figure 6 :</b> E.N.H utilisée pour la mesure du potentiel standard d'oxydoréduction du couple Ag <sup>+</sup> /Ag.....	18
<b>Figure 7 :</b> Potentiel de référence E <sup>0</sup> de quelques couples redox en volt .....	20
<b>Figure 8 :</b> Règle de gamma .....	21
<b>Figure 9 :</b> Les élèves de première C du lycée J.J.R (à gauche) et du L.E.G d'Imerintsatosika (à droite) lors des manipulations. ....	28
<b>Figure 10 :</b> Un élève du L.E.G d'Imerintsatosika qui écrit au tableau la réaction d'oxydation du métal fer après avoir réalisé la manipulation. ....	29
<b>Figure 11 :</b> Photos sur l'identification de l'ion chlorure Cl <sup>-</sup> .....	29
<b>Figure 12 :</b> Pourcentage des bonnes réponses des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika sur les concepts d'acide/base .....	41
<b>Figure 13 :</b> Pourcentage des bonnes réponses des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika sur les concepts d'oxydoréduction .....	43
<b>Figure 14 :</b> Pourcentage des réponses des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika sur les concepts d'acide/base et d'oxydoréduction.....	45
<b>Figure 15 :</b> Pourcentage des bonnes réponses des élèves du lycée J.J.R sur les concepts d'acide/base .....	53
<b>Figure 16 :</b> Pourcentage des bonnes réponses des élèves du lycée J.J.R sur les concepts d'oxydoréduction .....	55
<b>Figure 17 :</b> Pourcentage des réponses des élèves du lycée J.J.R sur les concepts d'acide/base et d'oxydoréduction.....	57
<b>Figure 18 :</b> Représentation des élèves sur l'oxydation.....	58
<b>Figure 19 :</b> Représentation des élèves sur la réduction .....	58

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1 :</b> Variation de l'électronégativité des atomes dans le tableau périodique .....	8
<b>Tableau 2 :</b> Exemples des acides et des bases selon Lewis .....	10
<b>Tableau 3 :</b> pH des solutions acides, basiques et neutre .....	12
<b>Tableau 4 :</b> Potentiels standards ( $E^0$ ) en volt (V) de quelques couples redox .....	30
<b>Tableau 5 :</b> Liste des matériels et des produits utilisés par les enseignants qui font d'expérience lors de l'enseignement de la réaction d'oxydoréduction .....	31
<b>Tableau 6 :</b> Les raisons pour lesquelles les enseignants n'ont pas fait de l'expérience lors de l'enseignement de la réaction d'oxydoréduction .....	32
<b>Tableau 7 :</b> Les problèmes rencontrés ainsi que les solutions proposées par les enseignants lors de l'enseignement de la réaction d'oxydoréduction.....	32
<b>Tableau 8 :</b> Représentations des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika sur la combustion .....	35
<b>Tableau 9 :</b> Représentations des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika sur l'oxydation .....	36
<b>Tableau 10 :</b> Représentations des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika sur la réduction .....	36
<b>Tableau 11 :</b> Représentations des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika sur l'oxydoréduction .....	37
<b>Tableau 12 :</b> Représentations des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika sur l'oxydant.....	38
<b>Tableau 13 :</b> Représentations des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika sur le réducteur .....	38
<b>Tableau 14 :</b> Représentations des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika sur le couple redox ...	39
<b>Tableau 15 :</b> Représentations des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika sur le potentiel standard .....	39
<b>Tableau 16 :</b> Représentations des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika sur la règle de gamma .....	40
<b>Tableau 17 :</b> Réponses des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika ayant trouvés des bonnes réponses sur les concepts d'acide/base.....	41
<b>Tableau 18 :</b> Réponses des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika ayant trouvés des bonnes réponses sur les concepts d'oxydoréduction .....	42
<b>Tableau 19 :</b> Réponses des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika sur les concepts d'acide/base et d'oxydoréduction.....	44
<b>Tableau 20 :</b> Représentations des élèves du lycée J.J.R sur la combustion .....	46
<b>Tableau 21 :</b> Représentations des élèves du lycée J.J.R sur l'oxydation .....	47
<b>Tableau 22 :</b> Représentations des élèves du lycée J.J.R sur la réduction.....	47
<b>Tableau 23 :</b> Représentations des élèves du lycée J.J.R sur l'oxydoréduction .....	48
<b>Tableau 24 :</b> Représentations des élèves du lycée J.J.R sur l'oxydant .....	49
<b>Tableau 25 :</b> Représentations des élèves du lycée J.J.R sur le réducteur.....	50
<b>Tableau 26 :</b> Représentations des élèves du lycée J.J.R sur le couple redox .....	50

<b>Tableau 27</b> : Représentations des élèves du lycée J.J.R sur le potentiel standard .....	51
<b>Tableau 28</b> : Représentations des élèves du lycée J.J.R sur la règle de gamma .....	52
<b>Tableau 29</b> : Réponses des élèves du lycée J.J.R ayant trouvés des bonnes réponses sur les concepts d'acide/base .....	53
<b>Tableau 30</b> : Réponses des élèves du lycée J.J.R ayant trouvés des bonnes réponses sur les concepts d'oxydoréduction .....	54
<b>Tableau 31</b> : Réponses des élèves du lycée J.J.R sur les concepts d'acide/base et d'oxydoréduction .....	56

## LISTE DES SIGLES ET DES ACRONYMES

- A.E :** Affinité électronique  
**a(Ox) :** activité de l'espèce Oxydant  
**a(Red) :** activité de l'espèce Réducteur  
**B.R:** Bonnes Réponses  
**E:** Enseignant  
**E<sup>0</sup> :** Potentiel de Référence ou Potentiel standard  
**E.I:** Energie d'Ionisation  
**E.N.H :** Electrode Normale à Hydrogène  
**E.N.S:** Ecole Normale Supérieure  
**F :** Constante de Faraday  
**J.J.R:** Jean Joseph Rabearivelo  
**L.E.G:** Lycée d'Enseignement Général  
**M :** Molaire  
**M.E.N:** Ministère de l'Education Nationale  
**M.F:** Mal Formulée  
**M.R:** Mauvaises Réponses  
**n:** nombre d'électrons échangés dans une réaction d'oxydoréduction  
**n.o :** nombre d'oxydation  
**pH:** potentiel d'Hydrogène  
**Q.C.M:** Questions à Choix Multiple  
**Q.O:** Questions Ouvertes  
**R :** Constante de gaz parfaits  
**R.A:** Réponses Attendues  
**R.I:** Réponses Incomplètes  
**S.R:** Sans Réponses  
**T :** Température  
**TP:** Travaux Pratiques  
**V:** Volt  
**χ:** Electronégativité

## LISTE DES ANNEXES

<b>Annexe 1 :</b> Fiche questionnaire destinée aux enseignants de la classe de première scientifique.....	64
<b>Annexe 2 :</b> Fiche questionnaire destinée aux élèves de la classe de première scientifique ....	66
<b>Annexe 3 :</b> Fiche pédagogique sur l'action de l'acide chlorhydrique sur le fer .....	71
<b>Annexe 4 :</b> Fiche TP chimie sur l'action de l'acide chlorhydrique sur le fer .....	79

## **INTRODUCTION GENERALE**

Selon le programme scolaire malgache, les sciences physiques sont des sciences expérimentales et elles devraient être sanctionnées par un enseignement expérimental (Ministère de l'Education Nationale, 1996). En effet, la pratique expérimentale doit être réalisée par les élèves en manipulant les dispositifs expérimentaux et en observant les phénomènes physiques, afin qu'ils construisent leurs propres savoirs.

Cependant, la pratique expérimentale lors de l'enseignement des sciences physiques pose de nombreux problèmes d'après l'enquête que nous avons menée auprès des enseignants du lycée Jean Joseph Rabearivelo pendant notre stage pratique (avant ce mémoire). Ces enseignants citent comme principal problème le fait que les lycées n'ont pas de laboratoire de chimie. Vus sous cette perspective, les enseignants dans les lycées n'ont pas réalisé d'expériences à cause de l'inexistence des matériels ainsi que des produits chimiques. En effet, bon nombre d'élèves de la classe de première scientifique n'ont pas pu même identifier le produit gazeux obtenu lors de l'action d'une solution d'acide chlorhydrique sur le fer. Leurs réponses incorrectes nous montrent leurs représentations.

Face à cela, nous nous sommes concentrés, dans ce travail, sur les représentations des élèves de la classe de première scientifique à propos des concepts d'oxydoréductions afin d'élaborer une fiche des travaux pratiques pour contribuer à l'amélioration de l'enseignement et de l'apprentissage de ces concepts. De plus, notre programme scolaire précise que l'enseignement et l'apprentissage de ces concepts doivent être accompagnés par la réalisation des travaux pratiques.

Nous avons ainsi intitulé notre travail :

**« Influence des travaux pratiques sur les représentations des élèves dans l'enseignement et l'apprentissage de la réaction d'oxydoréduction en solution aqueuse : cas de l'action des solutions acides sur les métaux en classe de première scientifique au lycée ».**

Dans ce travail, nous aurons deux grandes parties dont la première partie présente une étude théorique sur le thème étudié, réalisée à partir d'une étude bibliographique suivie d'une étude webographique. Notre deuxième partie est consacrée à la problématique, l'hypothèse, la méthodologie de notre mémoire et l'exploitation des données obtenues sur terrain.

## **PREMIERE PARTIE : ETUDES THEORIQUES**

Dans cette première partie du travail, nous allons étudier d'abord quelques notions sur les concepts didactiques, notamment, l'enseignement-apprentissage des sciences physiques en se basant sur l'expérience, la méthode expérimentale et la notion de représentation. Ensuite, nous présenterons également quelques notions concernant l'acide et la base. En dernier lieu, sans oublier, nous parlerons du concept d'oxydoréduction.

### **I. Quelques notions sur les concepts didactiques :**

#### **I.1. Enseignement-apprentissage des sciences physiques en se basant sur l'expérience :**

##### **I.1.1. Définition de l'expérience :**

Selon le dictionnaire Larousse (2008), une expérience est un essai, une épreuve dans le but de vérifier ou de démontrer quelque chose.

Pour mieux éclaircir la définition d'une expérience, nous allons voir successivement les avis de quelques auteurs.

Une expérience est un moment qui privilégie un test d'une théorie pour valider ou non cette dernière au cours d'une activité expérimentale (Fourez ,1992, cité dans Tachou, 2004) . Cela nous permet de dire que sans faire d'expérience pendant l'apprentissage des sciences, les élèves ne savent pas l'importance d'une théorie dans la vie quotidienne.

Une expérience correspond toujours à une interrogation du type : si, dans telle situation, je fais ceci, que va-t-il se passer et pourquoi ? (Rita, 2008). Ainsi, l'une des spécificités de l'apprentissage des sciences est d'apprendre aux élèves à formuler de telles questions.

Le paragraphe suivant nous présente les rôles de l'expérience dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences physiques.

##### **I.1.2. Rôles de l'expérience :**

Les sciences physiques sont des sciences expérimentales, donc elles doivent être enseignées comme telles. Ainsi, selon notre programme scolaire, l'enseignement des sciences physiques repose sur la conduite des expériences pour que les élèves puissent avoir des esprits à :

- la curiosité : elles (expériences) apprennent l'élève à observer et à se poser des questions ;

- l'honnêteté intellectuelle : elles (expériences) aident l'élève à s'approprier des méthodes, des techniques et des modes de pensée ;
- la critique : elles (expériences) développent le sens critique chez les élèves.

Il existe donc un développement de l'esprit des élèves lors de la réalisation d'une expérience dans laquelle les représentations des élèves sont confrontées avec la réalité. Le rôle de l'enseignant est celui d'un facilitateur, un médiateur du savoir en train d'être acquis (Bruner, 1990, cité dans Cariou, 2002) tandis que les élèves font une investigation lors de l'expérience (Rita, 2008 ; Tinas, 2013). Alors, l'apprenant doit construire ses représentations pendant l'expérience. Il est là pour changer les représentations erronées. En outre, l'enseignant accompagne l'élève dans son apprentissage, médiatise le savoir. Toujours à l'écoute de l'élève, il est là aussi pour aider à l'appropriation de ce savoir.

## **I.2. La méthode expérimentale :**

### **I.2.1. Définition :**

Selon le dictionnaire Larousse (2008), une méthode expérimentale est une démarche organisée et rationnelle de l'esprit pour arriver à un certain résultat.

Giroud (2011) tente de définir les méthodes expérimentales. Pour lui, la méthode expérimentale est un procédé de découverte dont l'objectif est la réponse à un problème.

### **I.2.2. Les éléments caractéristiques d'une méthode expérimentale selon Develay (1989) :**

Nous nous référerons ici aux travaux en didactique des sciences expérimentales menés par Develay (1989). Pour lui, on peut caractériser en quatre phases différentes une méthode expérimentale :

- La phase de formulation du problème ;
- La phase d'émission des hypothèses ;
- La phase d'expérimentation ;
- La phase d'interprétation.

Ces différentes phases ne sont pas linéaires au cours d'une méthode expérimentale.

✓ **La phase de formulation du problème :**

Formuler un problème à résoudre en situation d'apprentissage est en lien avec la capacité de l'élève à se poser des questions, à comparer une situation nouvelle avec une situation connue.

✓ **La phase d'émission des hypothèses :**

Cette phase consiste à la proposition relative à l'explication d'une situation donnée qui pose de problèmes. Cette proposition admise provisoirement vraie avant d'être soumise au contrôle de l'expérience.

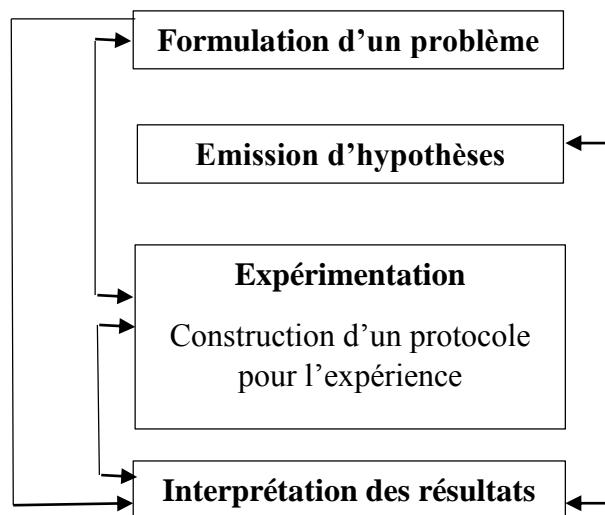
✓ **La phase d'expérimentation :**

Cette phase correspond à la construction d'un protocole pour l'expérience afin de vérifier l'hypothèse.

✓ **La phase d'interprétation :**

Cette phase consiste à l'explication des résultats obtenus de l'expérience. Elle conduit à la construction de concepts, de lois, de théories, de modèles. Parfois elle débouchera sur une nouvelle question.

La figure 1 ci-dessous récapitule ces différentes phases.



**Figure 1 :** Les différentes phases dans une méthode expérimentale

(Source : Develay, 1989) [5]

### **I.3. Le concept de représentation :**

La représentation est un élément essentiel dans l'enseignement et l'apprentissage. Ainsi, nous allons essayer de connaître l'origine du concept de représentation, puis quelques acceptations sur le concept de représentation. Enfin, nous finirons par la présentation des différents types de la représentation.

#### **I.3.1. Origine de représentation :**

Selon Bachelard (1975), l'esprit des élèves n'est jamais vide de connaissances antérieures quel que soit leur âge. Ainsi, les élèves disposent d'un corps d'idées préalables qu'ils se sont construites de longues dates pour analyser et comprendre le réel autour d'eux (leur corps, leur environnement physique et technologique, etc.), ce sont ces prés savoires dominants sur les esprits des élèves constituent ce qu'on appelle les représentations. Chacun possède ainsi un ensemble de représentations qu'il utilise pour expliquer son environnement.

C'est pendant l'apprentissage que les élèves doivent faire interagir leurs représentations avec la réalité afin qu'ils puissent les modifier vers une nouvelle conception. Cet apprentissage doit être fondé essentiellement sur la réalisation des TP, car les sciences physiques sont des sciences expérimentales. De plus, Hrairi (2004) a précisé que les TP présentent un moment privilégié permettant aux élèves de critiquer et de confronter leurs représentations personnelles avec la réalité.

#### **I.3.2. Les acceptations du concept de représentation :**

Dans le dictionnaire Larousse (2008), la représentation est une idée que nous nous faisons du monde ou d'un objet donné.

Nous donnons ici quelques acceptations de la représentation selon quelques auteurs.

Selon Meirieu (1987), la représentation, en terme d'apprentissage, désigne la conception que le sujet a, à un moment donné, d'un objet ou d'un phénomène.

D'après Giordan (1994), c'est un moyen d'approcher un phénomène étudié et une tentative d'assimiler celui-ci dans l'ensemble de référence que possède l'individu.

Selon Spaeth (2014), les représentations sont donc des outils méthodologiques directement associés au plan cognitif, elles se révèlent dans un contexte discursif précis (plan des interactions, des sujets).

Chacune de ces acceptations ci-dessus relate l'idée des prés savoires dominants chez un individu.

Nous allons décrire dans le paragraphe suivant les types des représentations.

### **I.3.3. Types de représentations :**

On distingue trois types de représentations : représentations individuelles, collectives et sociales.

#### **✓ Représentations individuelles :**

Selon Mannoni (1985), les représentations individuelles sont des entités de nature cognitive reflétant, dans le système mental d'un individu, une fraction du monde extérieur à ce système. Ainsi, elles sont des conceptions qu'un individu peut avoir sur un objet, sur une situation, et sur ce qui leur est associé. Elles servent donc à un individu pour organiser son action.

#### **✓ Représentations collectives :**

Selon Durkheim (1898), les représentations collectives sont les représentations spécifiques d'un groupe d'individu qui les élabore et les partage.

#### **✓ Représentations sociales :**

Selon Moscovici (1961), la représentation sociale est une forme de connaissance socialement élaborée qui vise à la construction d'une réalité commune à un ensemble social.

## **II. Electronégativité $\chi$ ([26] ; [32]) :**

L'électronégativité caractérise l'aptitude des atomes à capter ou à perdre des électrons lorsqu'ils sont engagés dans une liaison chimique avec un autre atome, elle est une grandeur physique sans dimension.

### **II.1. Quelques notions à savoir :**

#### **II.1.1. Energie d'ionisation E.I :**

L'énergie d'ionisation est l'énergie minimale qu'il faut fournir à un atome pour enlever un électron, elle est toujours positive.

#### **II.1.2. Affinité électronique A.E :**

Une affinité électronique est l'énergie libérée lors de la capture d'un électron par un atome à l'état gazeux dans son état fondamental, elle peut être positive ou négative.

**N.B :** Plus l'affinité d'un atome est élevée, plus l'atome a tendance à capter des électrons pour saturer sa couche externe et pour obéir la règle de l'octet.

### **II.1.3. Règles du duet et de l'octet :**

D'après Berthelot et ses collaborateurs (2000) :

✓ **Règle du duet :**

Les éléments de numéro atomique proche de celui de l'hélium adoptent sa structure électronique : (K)<sup>2</sup>. Ils ont alors deux électrons sur leur couche externe.

✓ **Règle de l'octet :**

Les autres éléments de numéro atomiques inférieurs à 18 adoptent la structure électronique du néon ou de l'argon. Ils portent donc 8 électrons (un octet) sur leur couche externe.

## **II.2. Différents types des électronégativités des atomes :**

Il y a deux types d'électronégativité des atomes : électropositifs et électronégatifs.

### **II.2.1. Electropositifs :**

Des atomes électropositifs ont tendance à céder facilement leurs électrons de valences ou périphériques. Ils ont toutefois une énergie d'ionisation et une affinité électronique faibles. Ces atomes se trouvent à la gauche du tableau périodique.

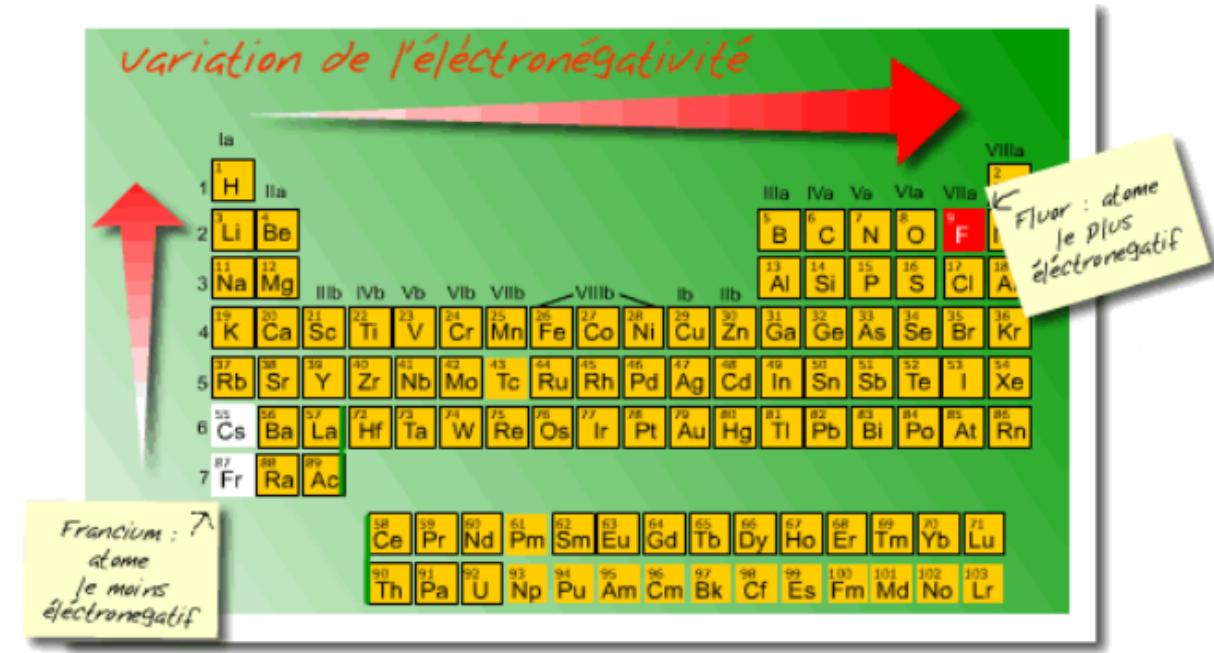
### **II.2.2. Electronégatifs :**

Des atomes électronégatifs attirent les électrons appartenant à des atomes voisins moins électronégatifs. Leurs énergies d'ionisations et leurs affinités électroniques sont importantes. Ces atomes se trouvent à la droite du tableau périodique.

## **II.3. Echelle de Pauling :**

Les chimistes utilisent des différentes échelles pour savoir la critère d'électronégativité des atomes. L'échelle la plus utilisée est celle de Pauling. Ainsi, le chimiste Américain Pauling a calculé l'électronégativité des différents atomes. Le tableau ci-dessous montre la variation de l'électronégativité des atomes qui augmente de gauche à droite dans les périodes et de bas en haut dans les familles. L'atome le plus électronégatif est le fluor F ( $\chi(F)=4,0$ ) tandis que les atomes les moins électronégatifs (ou bien les plus électropositifs) sont les atomes césum Cs dont  $\chi(Cs)=0,7$  et francium Fr dont  $\chi(Fr)=0,7$ .

**Tableau 1 :** Variation de l'électronégativité des atomes dans le tableau périodique



(Source : Miseur, 2012) [32]

### III. Quelques notions sur les concepts d'acide et de base ([27] ; [30] ; [31] ; [33] ; [34]) :

#### III.1. Définition et différents types de solutions aqueuses :

##### III.1.1. Définition :

Par définition, une solution aqueuse est une dissolution dans l'eau liquide (qui constitue le solvant) d'une espèce chimique appelée : soluté (Berthelot et al, 2000). Le soluté peut être un solide, un liquide ou un gaz, il est en faible quantité par rapport au solvant.

##### III.1.2. Différents types de solutions aqueuses :

###### ✓ Solution aqueuse ionique :

Une solution aqueuse est dite ionique si les espèces chimiques qui sont dissoutes dans l'eau sont des ions.

**Exemple :** La solution aqueuse de sel de cuisine (chlorure de sodium) qui contient des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  dispersés dans la solution.

###### ✓ Solution aqueuse non ionique :

Une solution aqueuse est dite non ionique si les espèces chimiques qui sont dissoutes dans l'eau sont des molécules.

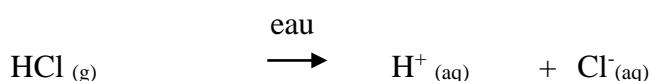
**Exemple :** La solution de saccharose (sucre) est une solution aqueuse non ionique.

### III.2. Définitions et exemples des solutions acides et basiques :

#### III.2.1. Selon Arrhenius :

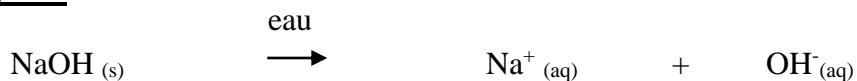
- ✓ Un acide est une substance qui, en solution aqueuse, libère des ions hydrogène  $\text{H}^+$ .

**Exemples :**



- ✓ Une base est une substance qui, en solution aqueuse, libère des ions hydroxyde  $\text{OH}^-$ .

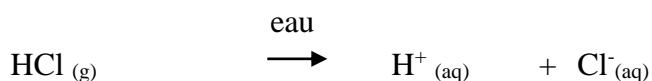
**Exemples :**



#### III.2.2. Selon Bronsted :

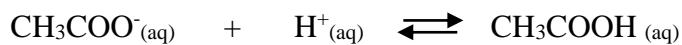
- ✓ Un acide est une espèce chimique capable de libérer un ion  $\text{H}^+$  ou proton, ce que résume par l'équation :  $\text{HA} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^-$

**Exemples :**



Une base est une espèce chimique capable de fixer un ion  $\text{H}^+$  ou proton, ce que résume par l'équation :  $\text{B} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{BH}^+$

**Exemples:**



### III.2.3. Selon Lewis :

- ✓ Les acides sont des espèces chimiques qui possèdent un atome avec une orbitale vide.
- ✓ Les bases sont des espèces chimiques qui possèdent une orbitale pleine, c'est-à-dire, un doublet libre. Voici un tableau qui montre des exemples des acides et des bases selon Lewis :

**Tableau 2** : Exemples des acides et des bases selon Lewis

Acides	Bases
CH <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Ph-CH <sub>3</sub>	Ph-CH <sub>2</sub> <sup>-</sup>
NH <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub> <sup>-</sup>
Ph-NH <sub>2</sub>	Ph-NH <sup>-</sup>
Ph-OH	Ph-O <sup>-</sup>
CH <sub>3</sub> COOR	CH <sub>2</sub> COOR
R <sub>3</sub> COH	R <sub>3</sub> CO <sup>-</sup>
RCH <sub>2</sub> OH	RCH <sub>2</sub> O <sup>-</sup>
H <sub>2</sub> O	OH <sup>-</sup>
R-NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	R-NH <sub>2</sub>
ClCH <sub>2</sub> COOH	ClCH <sub>2</sub> COO <sup>-</sup>
RCH <sub>2</sub> OH <sub>2</sub> <sup>+</sup>	RCH <sub>2</sub> OH
HBr	Br <sup>-</sup>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>

(Source : Kroonen et al.,2000) [31]

### III.3. Le pH d'une solution aqueuse :

Certaines solutions sont plus acides que d'autres. Certaines solutions sont plus basiques que d'autres. Pour les comparer entre elles, on utilise une échelle, de nombres compris entre 0 et 14, appelée pH.

#### III.3.1. Définition :

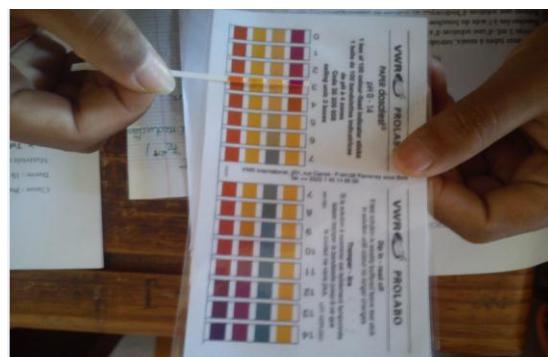
Le pH d'une solution est une grandeur sans unité qui a été introduite par le chimiste danois Sorensen et qui signifie « potentiel hydrogène ». Ce pH est opposé du logarithme décimal de sa concentration en ions hydronium, exprimée en mol. L<sup>-1</sup> : pH = -log [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]. Cette relation est équivalente à : [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] = 10<sup>-pH</sup> mol. L<sup>-1</sup> (Durupthy, A., Durupthy, O., Giacino et Jaubert, 1995)

### **III.3.2. Appareil de mesure du pH des solutions aqueuses :**

On pourra mesurer la valeur de pH d'une solution par le papier pH et celui du pH-mètre.

#### **✓ Le papier pH :**

On dispose quelques gouttes de la solution sur le papier pH. Ce papier change de couleur, cette couleur indique le pH de la solution. La figure ci-dessous montre le papier pH.



**Figure 2 : Papier pH**

(Source : Cliché de l'auteur)

#### **✓ Le pH-mètre :**

Un pH-mètre est constitué d'une sonde de mesure reliée à un voltmètre électronique gradué en unité de pH. On plonge la sonde dans la solution ce que l'on veut mesurer son pH. La valeur du pH de cette solution est affichée sur le voltmètre. La figure ci-dessous montre un pH-mètre.



**Figure 3 : pH-mètre**

(Source : Duruphy et al., 1995) [9]

### III.3.3. Quelques pH des solutions acides, basiques et neutre :

Le tableau suivant montre quelques solutions acides, basiques et neutres selon leurs pH.

**Tableau 3 : pH des solutions acides, basiques et neutre**

Solutions	pH
Suc gastrique	1,5
Coca-Cola	2,5
Jus de citron pur	2,5
Vinaigre	3
Jus de pomme	4
Eau Perrier	5
Salive	6,5
Eau distillé	7
Sel de cuisine	7
Sang	7,3-7,4
Eau de mer	8
Eau de javel concentrée	11
Destop (« débouche-évier» )	14

(Source : Durandeau et al., 1989) [6]

## IV. Quelques notions sur les concepts d'oxydoréduction ([24] ; [27] ; [28] ;[29]) :

### IV.1. Définitions et exemples sur les concepts d'oxydoréduction :

#### IV.1.1. Le nombre d'oxydation :

Par définition, le nombre d'oxydation d'un élément noté n.o, reflète principalement la structure électronique de cet élément qui permet de déterminer l'état d'oxydation de cet élément soit à l'état atomique ou à l'état ionique ou encore à l'état moléculaire.

Pour déterminer le nombre d'oxydation d'un élément, on suit les règles suivantes :

- ✓ **Règle 1 :** Pour un atome et pour une molécule, le nombre d'oxydation est nul.

#### Exemples :

- Pour un atome de fer Fe, n.o (Fe) = 0 ;
- Pour la molécule de dichlore Cl<sub>2</sub>, n.o (Cl<sub>2</sub>) = 0.

- ✓ **Règle 2 :** Pour les ions monoatomiques et poly atomiques, le nombre d'oxydation est la charge algébrique portée par l'ion en prenant comme unité de charge la charge de l'électron.

**Exemples :**

- Pour l'ion chlorure  $\text{Cl}^-$ ,  $n.o(\text{Cl}^-) = -1$  ;
  - Pour l'ion sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $n.o(\text{SO}_4^{2-}) = -2$
- ✓ **Règle 3 :** Pour les atomes à l'intérieur des molécules (électronégativités différents), le nombre d'oxydation est la charge portée par l'ion fictif dans lequel on attribue les deux électrons de la liaison à l'élément le plus électronégatif dans la molécule (une molécule constituée des éléments d'électronégativité différent) (Didier et Grecia, 1996, cité dans Ahlem, 2004).

Si les atomes ont la même électronégativité, on attribue à chaque atome un électron de la liaison.

**Exemples :**

- Dans la molécule d'acide chlorhydrique ( $\text{HCl}$ ), l'atome de chlore est plus électronégatif que l'atome d'hydrogène. On attribue alors les deux électrons de la liaison simple au chlore qui possède ainsi 8 électrons dans sa couche périphérique (1 de plus que la structure de Lewis<sup>1</sup> de l'atome de chlore). Il ne reste aucun électron dans la dernière couche de l'atome d'hydrogène (1 de moins que la structure de Lewis de l'atome d'hydrogène).

Donc :

$$n.o(\text{H dans HCl}) = 1 ;$$

$$n.o(\text{Cl dans HCl}) = -1.$$

- Dans la molécule de di chlore ( $\text{Cl}_2$ ), on attribue un électron de la liaison à chaque atome de chlore qui possède ainsi 7 électrons dans sa dernière couche (autant que la structure de Lewis de l'atome neutre)

$$\text{Donc : } n.o(\text{Cl dans Cl}_2) = 0$$

---

<sup>1</sup> Une structure qui montre les électrons de la couche la plus périphérique d'un atome.

#### **IV.1.2. L'oxydation et la réduction :**

-L'oxydation signifie une combinaison d'un élément avec l'oxygène tandis que la réduction signifie une extraction d'un métal de son oxyde, c'est-à-dire, il y a une perte d'oxygène.

#### **Exemples :**

##### **- Une oxydation :**

La combustion du carbone



##### **- Une réduction :**

Extraction du métal mercure avec son oxyde (Oxyde de mercure II)



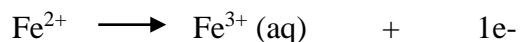
Une autre définition d'une oxydation et celle d'une réduction est donnée par les chercheurs.

-L'oxydation d'un élément correspond à une perte d'électrons par cet élément, et la réduction d'un élément correspond à un gain d'électrons par cet élément (Durupthy et al., 2005).

#### **Exemples :**

##### **- Une oxydation :**

L'oxydation de l'ion ferreux  $\text{Fe}^{2+}$  :



Les ions  $\text{Fe}^{2+}$  perdent un électron de sa couche électronique pour se transformer en ions ferrique  $\text{Fe}^{3+}$ .

##### **- Une réduction :**

La réduction de l'ion ferreux  $\text{Fe}^{2+}$  :



Les ions  $\text{Fe}^{2+}$  prennent deux électrons pour se transformer en métal fer  $\text{Fe}$ .

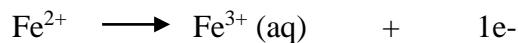
Une définition plus formelle est donnée par le paragraphe ci-dessous pour une oxydation et une réduction.

- Une oxydation est l'augmentation du nombre d'oxydation lors d'une équation de demi-réaction ; le processus inverse de l'oxydation est appelé la réduction, la diminution du nombre d'oxydation lors d'une équation de demi-réaction (Sarrazin et Verdaguer, 1991, cité dans Ahlem, 2004).

### **Exemples :**

#### **- Une oxydation :**

L'oxydation de l'ion ferreux  $\text{Fe}^{2+}$  :



$$\text{n.o } (\text{Fe}^{2+}) = 2$$

$$\text{n.o } (\text{Fe}^{3+}) = 3$$

Donc il y a une augmentation du nombre d'oxydation selon le sens de cette réaction.

#### **- Une réduction :**

La réduction de l'ion ferreux  $\text{Fe}^{2+}$  :



$$\text{n.o } (\text{Fe}^{2+}) = 2$$

$$\text{n.o } (\text{Fe}) = 0$$

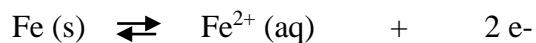
Donc il y a une diminution du nombre d'oxydation selon le sens de cette réaction.

### **IV.1.3. L'oxydant et le réducteur :**

Un oxydant (ou forme oxydée) est une espèce chimique susceptible de capter un ou plusieurs électrons et un réducteur (ou forme réduite) est une espèce chimique susceptible de céder un ou plusieurs électrons (Durupthy et al., 2005).

### **Exemple :**

Soit l'équation de demi-réaction suivante :



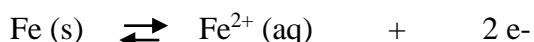
Le fer  $\text{Fe (s)}$  désigne le réducteur (ou la forme réduite) et l'ion  $\text{Fe}^{2+} (\text{aq})$  désigne l'oxydant (la forme oxydée).

#### **IV.1.4. Le couple redox :**

Un couple redox est constitué par un échange électronique entre un oxydant et un réducteur noté sous la forme Ox/Red, c'est-à-dire deux espèces chimique dans lequel un élément donné ne présente pas le même nombre d'oxydation. Ce couple est relié par l'écriture formelle appelée demi-équation électronique : Ox + ne<sup>-</sup> ⇌ Red (Sarrazin et Verdaguer, 1991, cité dans Ahlem, 2004).

#### **Exemple :**

Prenons la même demi-équation électronique précédente :



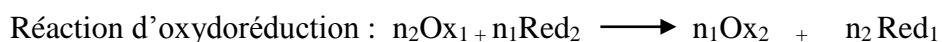
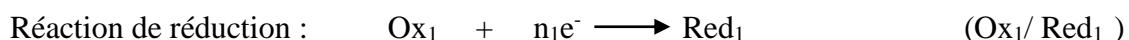
Le couple qui l'intervient est Fe<sup>2+</sup> / Fe dont n.o (Fe<sup>2+</sup>) = 2 et n.o (Fe) = 0, c'est-à-dire

$$\text{n.o (Fe}^{2+}\text{)} \neq \text{n.o (Fe)}$$

#### **IV.1.5. L'oxydoréduction proprement dite :**

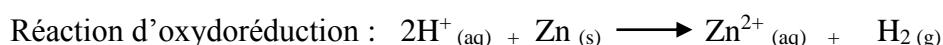
Une réaction d'oxydoréduction est une réaction qui met en jeu un transfert d'électrons entre l'oxydant d'un couple redox et le réducteur de l'autre couple redox. Ainsi, lors d'une réaction d'oxydoréduction, il y a eu une simultanéité de la réaction d'oxydation et celle de la réaction de réduction (Duruphy et al., 2005).

Dans ce cas, nous admettons les deux demi-équations électroniques suivantes dans lesquelles la réaction d'oxydoréduction peut être considérée comme leurs superpositions :



#### **Exemple :**

Le transfert d'électrons qui s'est produit lors de la réaction entre le zinc et les ions hydrogène caractérise une réaction d'oxydoréduction.

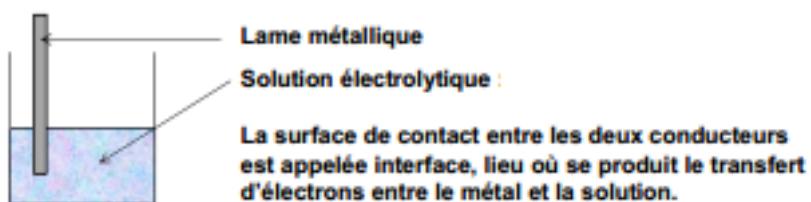


## IV.2. Le potentiel d'électrode ou potentiel redox :

### IV.2.1. Electrode ou demi-pile :

On appelle une électrode ou une demi-pile un système constitué par un métal et une solution électrolytique (constitué d'un couple redox) au cours de laquelle il y a un échange d'électrons entre ces deux participants. Ce métal peut éventuellement être l'une des espèces oxydantes ou réductrices du couple redox considéré.

La figure ci-dessous montre le schéma d'une demi-pile constituée d'une lame métallique plongée dans une solution électrolytique.



**Figure 4 :** Schéma d'une demi-pile

(Source : Bidal, 2016) [24]

### IV.2.2. Le potentiel de référence d'électrode :

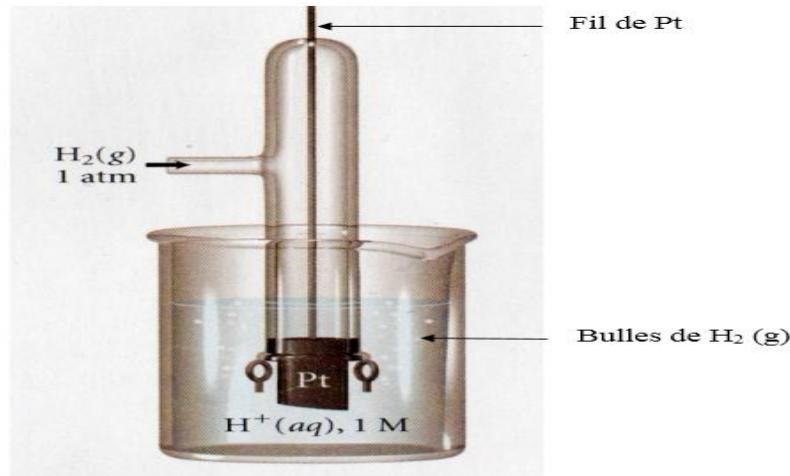
Le potentiel de référence d'électrode (ou potentiel standard d'électrode), désigné par le symbole  $E^0_{(\text{Ox}/\text{Red})}$  et exprimé en volt, est défini comme le potentiel pris aux conditions de référence de 1 bar pour les gaz, pour la substance pure dans le cas des liquides ou solides et 1M pour les solutés non gazeux apparaissant dans les réactions équilibrées de demi-pile.

L'électrode de référence est toujours l'électrode normale à hydrogène (E.N.H) dont son potentiel est par convention égal à 0,00V. Le couple ( $\text{H}^+ / \text{H}_2$ ) qui l'intervient joue le rôle de couple de référence selon la réaction :



L'électrode normale à hydrogène (E.N.H) est composée d'un conducteur métallique (un fil de platine possédant une grande surface de contact avec la solution) qui est immergé dans une solution de pH connu et constant.

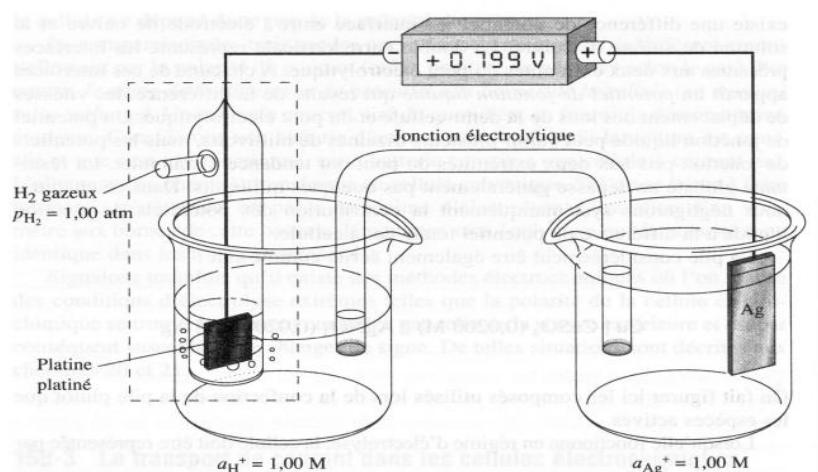
La figure suivante montre l'E.N.H.



**Figure 5 :** Electrode normale à hydrogène (E.N.H)

(Source : Dupperay, 2008) [28]

Pour mesurer le potentiel standard d'autre électrode, on construit une cellule électrochimique composée d'une E.N.H qui est couplée avec l'électrode dont on désire déterminer son potentiel standard. Ces deux électrodes sont reliées par une jonction électrolytique (pont salin contenant une solution saturée de chlorure de potassium) pour que les ions constitués dans une électrode ne diffusent pas dans l'autre électrode, et par un voltmètre.



**Figure 6 :** E.N.H utilisée pour la mesure du potentiel standard d'oxydoréduction du couple  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$

(Source : Cortial, 2015) [ 27]

Donc d'après la mesure selon la figure ci-dessus, le potentiel standard d'oxydoréduction, du couple  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$  est +0,799V.

Mais il est à remarquer qu'il est impossible de mesurer le potentiel d'oxydoréduction bien qu'on puisse mesurer la différence de potentielle entre les deux électrodes. L'ensemble de ces deux électrodes constitue de ce qu'on appelle une pile. L'électrode où se déroule l'oxydation (borne négative de la pile) s'appelle l'anode et l'électrode où se déroule la réduction (borne positive de la pile) s'appelle la cathode.

#### IV.2.3. Potentiel de Nernst :

La relation de Walther Nernst permet de déterminer le potentiel redox d'un couple d'oxydoréduction en fonction de l'activité des espèces, de la température et du potentiel redox standard.

On considère la demi-équation redox suivante du couple (Ox/Red) :



On mesure  $E_{(\text{Ox}/\text{Red})}$  (dans des conditions non standard) par rapport à une E.N.H. La valeur de  $E_{(\text{Ox}/\text{Red})}$  est donnée par la formule de Nernst :

$$E_{(\text{Ox}/\text{Red})} = E_{(\text{Ox}/\text{Red})}^0 + \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \cdot \ln \left\{ \frac{(a(\text{Ox}))^\alpha}{(a(\text{Red}))^\beta} \right\}$$

- $E_{(\text{Ox}/\text{Red})}^0$  est le potentiel standard du couple redox ;
- R est la constante des gaz parfaits :  $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$  ;
- T est la température exprimée en Kelvin (K) ;
- F est la constante de Faraday :  $F=96485 \text{ C. mol}^{-1}$  ;
- a(Ox) et a(Red) représentent respectivement les activités des espèces oxydant et réducteur ;
- n représente le nombre d'électrons échangés dans la réaction (1).

A  $25^\circ\text{C}$ ,  $\frac{RT}{F} \ln 10 = 0,0596 \text{ V} \approx 0,06 \text{ V}$ , donc on peut écrire :

$$\frac{RT}{nF} \ln \left\{ \frac{(a(\text{Ox}))^\alpha}{(a(\text{Red}))^\beta} \right\} = \frac{0,06}{n} \cdot \log \left\{ \frac{(a(\text{Ox}))^\alpha}{(a(\text{Red}))^\beta} \right\}$$

Donc l'équation de Nernst s'écrit :

$$E_{(\text{Ox}/\text{Red})} = E_{(\text{Ox}/\text{Red})}^0 + \frac{0,06}{n} \cdot \log \left\{ \frac{(a(\text{Ox}))^\alpha}{(a(\text{Red}))^\beta} \right\}$$

## Exemples :

Soient les réactions des demi-équations électroniques suivantes :



Les potentiels de Nernst respectivement aux réactions (1) et (2) sont donnés par :

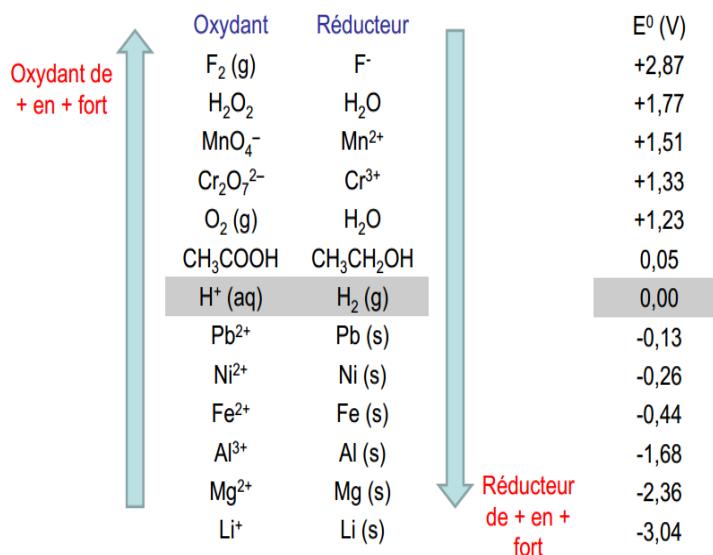
$$E_{(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+})} = E_{(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+})}^0 + 0,06 \cdot \log \left\{ \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]} \right\}$$

$$E_{(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})} = E_{(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})}^0 + \frac{0,06}{2} \cdot \log \{[\text{Cu}^{2+}]\}$$

### IV.3. La prévision des réactions d'oxydoréduction dans les conditions de références :

#### IV.3.1. L'échelle des potentiels de référence :

Dans les conditions de références et grâce à la mesure des potentiels de référence  $E^0$ , on peut classer tous les couples redox, sur une même échelle. Nous avons constaté que le fluor est l'oxydant le plus fort tandis que les métaux alcalins comme le lithium sont les réducteurs les plus forts. Ainsi, la classification des couples Ox/Red permet de prévoir la réaction qui se produit naturellement entre deux couples donnés. La figure 7 suivante montre le potentiel de référence de quelques couples redox.



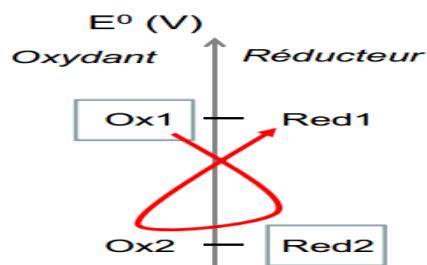
**Figure 7 :** Potentiel de référence  $E^0$  de quelques couples redox en volt

(Source : Gauchard, 2010) [29]

#### IV.3.2. La règle de gamma :

La règle de gamma est une règle qui détermine les réactifs qui jouent dans une réaction d'oxydoréduction, plus précisément la réaction spontanée qui se produit entre l'oxydant du couple de potentiel standard le plus élevé avec le couple du réducteur de potentiel standard le plus faible.

La figure ci-dessous montre la règle de gamma qui s'effectue entre les réactifs : l'oxydant le plus fort  $Ox_1$  et le réducteur le plus fort  $Red_2$ .



**Figure 8 : Règle de gamma**

(Source : Gauchard, 2010) [29]

## **DEUXIEME PARTIE : PROBLEMATIQUE, HYPOTHESE , METHODOLOGIE ET EXPLOITATION DES DONNEES**

Dans cette deuxième partie, nous présenterons d'abord le contexte, la problématique et l'hypothèse. Nous allons voir ensuite la méthodologie de notre travail. Enfin, nous exploiterons les données obtenues lors de la récolte sur terrain.

### **I. Contexte, problématique et hypothèse :**

#### **I.1. Contexte :**

Selon une enquête faite au cours de notre stage pratique (avant ce mémoire) auprès de quelques enseignants des sciences physiques des lycées de la capitale, bon nombre des lycées à Madagascar n'ont pas de laboratoire de chimie. Lors de l'enseignement/apprentissage de la physique chimie, la plupart des enseignants ne peuvent pas faire des travaux pratiques. En plus, ils nous ont dit aussi qu'aucun horaire n'est spécifiquement dédié aux travaux pratiques. Par conséquent, les élèves ne peuvent pas manipuler.

#### **I.2. Problématique :**

L'appui sur la conduite d'expériences et la manipulation de dispositifs par les élèves lors des travaux pratiques est une nécessité affirmée depuis longtemps pour l'enseignement des sciences physiques (Richoux, 2000). Pourquoi alors un enseignement expérimental ? Rita (2008) a essayé de répondre à cette question. Elle a cité six avantages à cet enseignement parmi lesquels il y a une confrontation des représentations des élèves avec la réalité. Mais, lors de notre stage d'observation au lycée, nous avons pu constater que le problème est probablement l'absence même des travaux pratiques dans le processus de l'enseignement/ apprentissage pratiqué par la majorité des enseignants des sciences physiques. Par conséquent, bon nombre d'élèves de la classe de première scientifique n'ont pas pu interpréter l'obtention du produit gazeux lors de l'action d'une solution d'acide chlorhydrique sur le fer. Leurs réponses incorrectes nous montrent leurs représentations. Notre rôle, enseignants des sciences physiques, est d'amener l'élève à changer de système de représentation, car toute représentation incorrecte n'est que la manifestation d'un obstacle face à l'apparition du savoir et à la compréhension de la situation. Notre problématique est donc structurée autour de la question principale suivante : la réalisation des travaux pratiques peut-elle changer les représentations des élèves sur les concepts d'oxydoréduction ?

### **I.3. Hypothèse :**

Pour répondre à cette problématique, nous avons choisi l'hypothèse suivante : il y a un changement des représentations des élèves sur les concepts d'oxydoréduction après la réalisation des travaux pratiques.

De ce fait, la réalisation des travaux pratiques permet aux élèves de construire de nouveau leurs propres connaissances, c'est-à-dire, l'expérience réalisée aide à une bonne compréhension des notions en chimie ou engage une construction du savoir scolaire chez les élèves.

## **II. Méthodologie :**

### **II.1. Choix du thème traité « réaction d'oxydoréduction en solution aqueuse : action des solutions acides sur les métaux » :**

#### **II.1.1. Programme scolaire :**

Nous avons choisi d'abord de consulter le programme scolaire de la classe de première scientifique à Madagascar. Ainsi, nous avons remarqué que notre thème était le premier chapitre de la chimie minérale et générale dans ce programme.

Ci-dessous les objectifs spécifiques mentionnés par notre programme scolaire concernant ce chapitre :

L'élève doit être capable de (d') :

- Identifier les produits des réactions :
  - ✓ Le gaz dégagé (dihydrogène) ;
  - ✓ Les ions en solutions ( $Zn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ).
- Ecrire les réactions chimiques entre les solutions acides et les métaux ;
- Définir les termes suivants : oxydation, réduction, oxydant et réducteur ;
- Interpréter les réactions précédentes du point de vue de l'oxydoréduction ;
- Expliquer le comportement des solutions acides avec l'argent, le cuivre et l'or.

Nous avons remarqué également que ce programme scolaire a montré sur la colonne d'observation qu' « On fera seulement les expériences avec une solution d'acide chlorhydrique et on signalera que les résultats obtenus seront transposables avec la solution diluée et froide d'acide sulfurique ». Cette observation nous précise encore que la réalisation d'une expérience est exigée pour enseigner le chapitre de la réaction d'oxydoréduction en solution aqueuse.

## **II.1.2. Etudes bibliographiques et webographiques :**

Nous avons fait des études bibliographiques et webographiques. Ainsi, nous avons repéré que notre thème est traité dans la plupart des manuels scolaires du niveau de première scientifique et sur plusieurs sites internets. Selon Soudani et Constantin (2003), les élèves utilisent des langages imprécis qui entraînent des confusions sur le concept donné et par conséquent, ce concept perd son sens.

Face à cela, au métier d'enseignant des sciences physiques, nous sommes convaincus que nous pouvons contribuer à la prise en compte des difficultés des élèves pour innover le processus d'enseignement et l'apprentissage de notre discipline.

## **II.2. Public cible :**

### **II.2.1. Etablissements :**

Parmi les nombreux établissements existant dans la capitale et dans les milieux ruraux, nous avons décidé de choisir les deux lycées suivants comme établissement de recherche : le lycée Jean Joseph Rabearivelo (J.J.R) d'Antananarivo et le lycée d'enseignement général (L.E.G) d'Imerintsiatosika. Notre choix est justifié par plusieurs raisons.

Le choix de ces deux établissements est tout d'abord parce qu'ils sont des établissements publics dont les enseignants sont des anciens normaliens de l'E.N.S d'Antananarivo.

En plus, le choix de ces deux établissements est également issu des diverses raisons selon leurs spécificités. Pour le lycée J.J.R., c'est le lycée où nous avons effectué notre stage pratique de fin d'études en Master II. Quant au L.E.G d'Imerintsiatosika, c'est le lycée où j'ai passé mes études secondaires. Ainsi, ces deux lycées nous sont familiers et ce n'était pas difficile de collaborer avec leurs chefs d'établissement.

### **II.2.2. Enseignants :**

Nous avons collaboré avec des enseignants des sciences physiques des deux établissements précédents. Ainsi, une enquête par questionnaire a été menée auprès de ces enseignants, qui sont au nombre de dix (10). Pour ces dix (10) enseignants, huit (8) enseignants viennent du lycée J.J.R et deux (2) enseignants du L.E.G d'Imerintsiatosika. En plus de l'enquête par questionnaire, nous avons interviewé un enseignant de chacun des deux lycées pour notre expérimentation. De ce fait, ils ont accepté que nous prenions leurs classes pour que leurs élèves manipulent les dispositifs expérimentaux.

### **II.2.3. Elèves :**

Nous avons fait aussi une enquête par questionnaire destinée aux élèves des deux établissements précédents. Pour chaque établissement, nous avons travaillé avec un échantillonnage de douze élèves. Nous prenons ainsi le quart des élèves de la classe de première scientifique de chacun des établissements cibles, car le nombre moyen d'élèves par classe est quarante-cinq (45). Le choix de ces douze (12) élèves se fait par volontariat. Pour le lycée J.J.R, les douze (12) élèves sont dans la classe de première C2, filles et garçons confondus. La majorité est de sexe masculin, précisément au nombre de dix (10) et les filles sont au nombre de deux (2). Quant au L.E.G d'Imerintsiatosika, les douze (12) élèves sont dans la classe de première C, filles et garçons confondus aussi. Ces élèves sont constitués majoritairement des filles dont elles sont au nombre de huit (8) tandis que les garçons sont au nombre de quatre (4). De plus, ce sont ces élèves qui ont participé à notre expérimentation.

### **II.3. Description des étapes :**

En général, notre méthodologie se fait en trois étapes :

#### **✓ Première étape :**

La première étape consiste à des enquêtes par questionnaires. Ces derniers ont été destinés aux enseignants des sciences physiques de la classe de première scientifique et à un échantillon constitué de douze (12) élèves d'une même classe. Le questionnaire destiné aux enseignants visera à identifier les méthodes d'enseignement et les problèmes rencontrés par les enseignants des sciences physiques au lycée dans l'enseignement et l'apprentissage des concepts d'oxydoréduction. En ce qui concerne le questionnaire destiné aux élèves, l'objectif est d'identifier les représentations et les connaissances initiales des élèves sur les concepts d'acide/base et d'oxydoréduction.

#### **✓ Deuxième étape :**

La deuxième étape concerne l'expérimentation (les TP) dont la mise en œuvre sera conçue avec l'aide d'élève-professeur de notre promotion à l'Ecole Normale Supérieure (E.N.S) d'Antananarivo. Nos TP concernent l'action des solutions acides sur les métaux. A la fin de ces TP, les élèves doivent être capables d'interpréter la réaction de l'acide chlorhydrique sur le fer, d'appliquer la règle de gamma, d'écrire et de définir une réaction d'oxydoréduction.

✓ **Troisième étape :**

La troisième étape est aussi une enquête par questionnaire, mais cette fois-ci, elle est destinée uniquement aux mêmes élèves de la classe de première scientifique. Elle est sous forme d'une évaluation formative dans laquelle nous avons distribué le même questionnaire (Un questionnaire) que pour la première étape. Cela nous permet de repérer l'évolution des représentations et des connaissances des élèves par rapport à leurs représentations et à leurs connaissances initiales après la réalisation des TP.

**II.4. Questionnaire :**

Dans notre travail, nous avons utilisé une enquête par questionnaire comme outils de collecte de données. Face à cela, nous avons élaboré des fiches questionnaires destinées aux enseignants des sciences physiques de la classe de première scientifique des lycées ainsi qu'aux élèves d'une même classe.

En outre, pendant l'élaboration du questionnaire destiné aux enseignants et aux élèves, nous avons utilisés deux types de questions :

- Des questions ouvertes (Q.O) ;
  - Des questions à choix multiple (Q.C.M).
- ✓ **Fiche questionnaire enseignant :**

Nous avons travaillé avec dix (10) enseignants des sciences physiques aux deux lycées que nous avons précisés précédemment. Nous leur avons distribué une fiche questionnaire à partir du 04 avril 2018 pour identifier leurs méthodes d'enseignement et leurs problèmes lors de l'enseignement et l'apprentissage des concepts d'oxydoréduction. Ils ont rendu tous la fiche remplie le 27 avril 2018. L'**annexe 1** montre cette fiche questionnaire aux enseignants.

✓ **Fiche questionnaire élève :**

Déjà signalé plus haut, nous avons aussi élaboré une fiche questionnaire destinée aux élèves de la classe de première scientifique afin de savoir leurs représentations et leurs connaissances sur les concepts d'oxydoréduction et d'acide/base. Notre enquête par questionnaire a été réalisée auprès des élèves qui n'ont pas encore traité en classe le cours sur le chapitre de la réaction oxydoréduction en solution aqueuse. Cette fiche est présentée en **annexe 2** de notre travail.

Pour cette même fiche questionnaire destinée aux élèves, nous avons fait deux types d'évaluations : une évaluation diagnostique et une évaluation formative, effectuées

successivement avant et après les TP. Ces deux évaluations se sont déroulées en deux moments différents selon la disponibilité de chaque lycée pour nos échanges. Pour ce faire, les élèves ont disposé une (1) heure pour répondre individuellement au questionnaire.

✓ **Evaluation diagnostique :**

Au lycée Imerintsiatosika, elle a été faite le lundi matin du 30 avril 2018 de sept (7) heures à huit (8) heures dans la salle de classe de la première C tandis que pour le lycée J.J.R, elle a eu lieu le vendredi matin du 20 avril 2018 de neuf (9) heures à dix (10) heures dans la salle de classe de la première C2. Cette évaluation a eu lieu pendant les heures de sciences physiques.

✓ **Evaluation formative :**

Au lycée Imerintsiatosika, elle a été faite le lundi matin du 07 mai 2018 de sept (7) heures à huit (8) heures tandis que pour le lycée J.J.R, elle a eu lieu le vendredi matin du 22 mai 2018 de huit (8) heures à neuf (9) heures. Cette évaluation a eu lieu également pendant les heures de sciences physiques.

Avant de commencer ces évaluations, nous avons annoncé oralement les consignes que les élèves devaient suivre pendant l'évaluation. Ces consignes ont été écrites dans la fiche questionnaire. Ci-après les consignes mentionnées :

- L'explication en malagasy sera autorisée à toutes les réponses ;
- Aucune sanction pour des mauvaises réponses ;
- Evitez tout travail collectif car ceci est un travail personnel anonyme et n'aura pas d'impact sur les notes des sciences physiques ;
- Pour les questions à choix multiple, une seule réponse est correcte.

**II.5. Déroulement de l'expérimentation :**

Pendant l'expérimentation, nous avons enseigné les douze (12) élèves dans chacun des deux lycées où nous avons travaillé. Pour le lycée J.J.R, l'expérimentation s'est déroulée le matin du 02 mai 2018 à partir de sept (7) heures à neuf (9) heures. Quant au LEG d'Imerintsiatosika, elle s'est déroulée l'après-midi du 04 mai 2018 de quatorze (14) heures à seize (16) heures. Ainsi, nous avons élaboré une fiche pédagogique avec des TP sur le chapitre de la réaction d'oxydoréduction en solution aqueuse pour changer les représentations des élèves. Cette fiche est présentée **en annexe 3**. Lors de ces deux séances précédentes, nous pouvons décrire comment se déroulent les séances de TP.

Nous avons remarqué que les douze (12) élèves ont participé aux séances de TP dans chaque lycée. Ainsi, nous n'avons pas oublié de les remercier.

Avant de passer aux manipulations, nous avons donnés aux élèves les objectifs de notre expérimentation. Ensuite, nous avons présenté les matériels et les produits utilisés ainsi que leurs modes d'utilisations. De plus, nous avons rappelé oralement les précautions pour l'utilisation de ces matériels et ces produits pendant les manipulations. Voici ces précautions :

- Les produits chimiques (liquides) que nous avons utilisés sont corrosifs, donc ne jamais prendre avec les mains les tubes à essais contenant ces produits mais utiliser les pinces en bois ;
- Ne jamais inhale les produits chimiques;
- Reboucher tout flacon après usage ;
- A la fin des TP, se laver les mains.

Nous avons fait par la suite des tests de prérequis concernant les notions d'acide/base.

Après, pour les manipulations proprement dites, nous avons organisé les élèves en trois (3) groupes constitués de quatre (4) élèves pour chaque lycée. La figure 9 montre les élèves de première C du lycée J.J.R (à gauche) et du L.E.G d'Imerintsiatosika (à droite) lors des manipulations.



**Figure 9 :** Les élèves de première C du lycée J.J.R (à gauche) et du L.E.G d'Imerintsiatosika (à droite) lors des manipulations.

(Source : Cliché de l'auteur)

De plus, nous avons distribué au préalable le fascicule des TP (**Cf. annexe 4**) aux élèves pour préparer les manipulations. Après avoir réalisé une manipulation, les élèves doivent, sous notre contrôle, répondre aux questions posées. La figure 10 montre un élève de la classe de

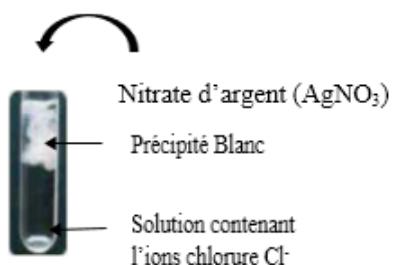
première C du L.E.G d’Imerintsiatosika qui écrit la réaction d’oxydation du métal fer au tableau après avoir réalisé une manipulation.



**Figure 10 :** Un élève du L.E.G d’Imerintsiatosika qui écrit au tableau la réaction d’oxydation du métal fer après avoir réalisé la manipulation.

(Source : Cliché de l'auteur)

Pendant les TP, nous avons distribué également deux documents pour les élèves afin de les aider à comprendre la réalité. Le premier document comporte de photo sur les identifications des ions chlorure  $\text{Cl}^-$ . Le deuxième document concerne le potentiel standard de quelques couples redox.



**Figure 11 :** Identification de l'ion chlorure  $\text{Cl}^-$

(Source : Boujlel, Meddouri, Mekni & Aloui, 2006) [25]

**Tableau 4 :** Potentiels standards ( $E^0$ ) en volt (V) de quelques couples redox

Couples redox	Potentiels standards ( $E^0$ ) en volt (V)
$F_2/F$	+2,87
$Au^+/Au$	+1,69
$MnO_4^-/ Mn^{2+}$	+1,51
$Cl_2/ Cl^-$	+1,36
$Ag^+/ Ag$	+0,80
$Fe^{3+}/ Fe^{2+}$	+0,77
$I_2/ I^-$	+0,54
$O_2/ OH^-$	+0,40
$Cu^{2+}/ Cu$	+0,34
$AgCl/ Ag$	+0,22
$H^+/ H_2$	0
$Fe^{2+}/Fe$	-0,44
$Zn^{2+}/Zn$	-0,76
$H_2 O/ H_2$	-0,83
$Al^{3+}/Al$	-1,66
$Na^+/Na$	-2,71

(Source : Bidal, 2016) [24]

A la fin de chaque séance de TP, nous n'avons pas oublié de remercier les élèves pour leurs participations aux TP qui ont été très importantes pour notre travail de recherche. Et nous les avons encouragé pour la suite de leurs études et de faire des efforts afin de comprendre les phénomènes physiques et chimiques.

### III. Exploitation des données :

Au niveau de l'exploitation des données, notamment, celles qui sont relatives aux résultats des enquêtes par questionnaire, notre travail consiste à interpréter toutes les réponses des élèves afin de savoir les difficultés qu'ils ont rencontré.

Nos résultats sont regroupés dans des tableaux et éventuellement résumés par des graphiques. Ainsi, nous verrons tout d'abord l'exploitation du questionnaire destiné aux enseignants. Nous exploiterons ensuite le questionnaire destiné aux élèves avant et après les TP dans chaque établissement.

### **III.1. Exploitation du questionnaire destiné aux enseignants :**

Pour faciliter notre travail pendant le dépouillement du questionnaire, nous allons les nommer par E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9 et E10.

D'abord, tous les dix (10) enseignants que nous avons contacté ont des expériences professionnelles différentes et ils ont tous dit qu'ils ont déjà enseigné le chapitre : réaction d'oxydoréduction en solution aqueuse. Ainsi, nous avons trouvé que quatre (4) enseignants (E1, E2, E3 et E4) (soit 40%) ont fait une expérience lors de l'enseignement de la réaction d'oxydoréduction. Alors, les six (6) autres enseignants (E5, E6, E7, E8, E9 et E10) (soit 60%) ne l'ont pas réalisée. Pour les quatre (4) enseignants qui font l'expérience, ils ont utilisé quelques produits et matériels lors de l'enseignement de ce chapitre. Le tableau 5 montre la liste des matériels et des produits dont ils ont utilisé.

**Tableau 5 :** Liste des matériels et des produits utilisés par les enseignants qui font d'expérience lors de l'enseignement de la réaction d'oxydoréduction

<b>Enseignants</b>	<b>Liste des matériels</b>	<b>Liste des produits</b>
E1 et E4	-Tubes à essais ; -Becher ; -Fils.	-Lames de zinc et de cuivre ; -Solution de sulfate de cuivre et de nitrate d'argent.
E2 et E3	-Tubes à essais ; -Becher ; -Pipette graduée ; -Pile.	-Lames de zinc et tige d'aluminium ; -Limaille de fer ; -Solution d'acide chlorhydrique et de soude.

(Source : Tableau conçu par nous-mêmes)

D'après ce tableau, nous avons constaté que ces quatre (4) enseignants ont fait des efforts pour illustrer le phénomène d'oxydoréduction par l'utilisation de quelques produits chimiques et matériels disponibles dans leurs établissements malgré les contraintes matériels et produits, précisément, dans les lycées du milieu rural. Nous avons constaté également qu'en général, les étapes suivies par ces quatre (4) enseignants pendant l'enseignement de ce chapitre sont : l'expérience, les résultats, les interprétations, la ou les conclusions et finalement le cours.

Ensuite, quant aux enseignants qui ne font pas de l'expérience lors de l'enseignement du chapitre de la réaction d'oxydoréduction, ils ont donné diverses raisons. Le tableau 6 montre ces raisons.

**Tableau 6 :** Les raisons pour lesquelles les enseignants n'ont pas fait de l'expérience lors de l'enseignement de la réaction d'oxydoréduction

Enseignants	Raisons
E5, E7, E8 et E9	Absence de laboratoire de chimie dans les lycées, manque de matériels et de produits chimiques
E6	Insuffisance de matériels et les élèves sont trop nombreux
E10	Aucun horaire n'est disponible à un TP, insuffisance de matériels et manque de produits chimiques.

(Source : Tableau conçu par nous-mêmes)

D'après ce tableau, la principale raison pour laquelle les enseignants ne font pas de l'expérience lors de l'enseignement de la réaction d'oxydoréduction est l'absence même de laboratoire de chimie dans les lycées. Cela est dû au manque des infrastructures installées par le Ministère de l'Education Nationale (M.E.N) dans la plupart des lycées à Madagascar. Outre l'insuffisance de matériels et de produits chimiques, l'enseignant E6 a annoncé l'impossibilité des manipulations individuelles des élèves du lycée parce que les élèves sont trop nombreux. De plus, l'enseignant E10 précise qu'aucun horaire n'est disponible à des TP. D'ailleurs, nous avons vu qu'en général, les étapes suivies par ces six (6) enseignants sont : le test de prérequis, le cours et finalement les exercices d'applications.

Finalement, pour mieux savoir les problèmes rencontrés ainsi que les solutions proposées par les enseignants lors de l'enseignement de la réaction d'oxydoréduction, nous allons les présenter dans le tableau 7.

**Tableau 7 :** Les problèmes rencontrés ainsi que les solutions proposées par les enseignants lors de l'enseignement de la réaction d'oxydoréduction

Enseignants	Problèmes	Solutions
E1	-Les élèves confondent les métaux aux ions métalliques ; -Les élèves confondent la quantité des réactifs initiaux à la quantité des réactifs réagis.	-On explique aux élèves que les ions métalliques sont invisibles et que les métaux sont visibles à l'œil nu ; -Bien expliquer la quantité des réactifs initiaux et la quantité des réactifs réagis.
E2	-Les élèves ne sont pas habitués à faire des expériences ; -Les élèves ont du problème de français ;	-Faire des expériences tant que possibles ; -Encourager les élèves à se documenter (livre, médiathèque, etc.) ;

	-Les élèves sont incapables de relier la réalité avec la théorie.	-Concrétiser l'enseignement et l'apprentissage.
E3	-Les produits utilisés sont périmés ; -Beaucoup des pertes de temps à cause de la non-maîtrise des élèves des concepts en chimie minérale.	-Préparer et vérifier les produits utilisés avant l'expérience ; -Faire une expérience virtuelle à la médiathèque.
E4	-Les élèves confondent le réducteur à celui de l'oxydant ; -C'est difficiles aux élèves de comprendre la règle de gamma	-Faire des expériences avant de donner la leçon ; -Faire une manipulation avec des matériels qu'ils ont vu dans la vie courante.
E5	-Les élèves confondent le réducteur à celui de l'oxydant ; -Les élèves confondent la réduction à celle de l'oxydation ; -Les élèves sont incapables d'équilibrer une réaction d'oxydoréduction	-Exiger de faire une explication en malagasy pendant de cours ; -Donner plusieurs exemples à chaque concept sur le chapitre d'oxydoréduction.
E6	Aucun problème	Aucune solution
E7	-Expliquer le transfert d'électrons entre l'oxydant et le réducteur lors d'une réaction d'oxydoréduction -Les élèves sont incapables d'écrire les demi-équations redox	-Faire des travaux pratiques ; -Utiliser des supports numériques pour expliquer le cours.
E8	-Les élèves confondent la réduction à celle de l'oxydation.	-Réaliser des expériences pendant le cours ; -Faire des activités documentaires pour illustrer le cours.
E9	-Les élèves confondent les métaux aux ions métalliques ; -Les élèves confondent le réducteur à celui de l'oxydant.	-Réaliser des expériences pendant le cours ; -Bien expliquer le gain d'électrons et la perte d'électrons d'une espèce chimique ; -Faire relier le cours avec la vie quotidienne.
E10	-Comment identifier qu'une réaction d'oxydoréduction est totale ?	-Faire des expériences tant que possibles ; -Utiliser des supports numériques pour expliquer le cours ; -Utiliser une méthode d'enseignement active.

(Source : Tableau conçu par nous-mêmes)

D'après ce tableau, parmi les problèmes liés à l'enseignement de la réaction d'oxydoréduction, la plupart des enseignants disent que le principal problème est le niveau de français des élèves. Ils sont très faibles en français. En effet, les élèves confondent les différents concepts dans l'oxydoréduction comme le réducteur et l'oxydant.

Pour résoudre ce problème, l'un d'entre eux a proposé que le cours doit être expliqué en Malagasy. De plus, certains enseignants exigent de faire des expériences pendant le cours en s'appuyant avec des supports numériques ou avec des activités documentaires. Nous pouvons dire que dans ce cas, les élèves sont les acteurs principaux sur la construction de leurs savoirs. Ainsi, ils pourront relier le cours avec la vie quotidienne.

En ce qui concerne l'enseignant E6, il n'y a pas de problème, donc pas de solution proposée, lors de l'enseignement de notre chapitre bien qu'il ait déjà enseigné ce chapitre. Nous avons constaté qu'il est difficile d'aider cet enseignant lorsqu'il dit qu'il n'a pas de problème.

### **III.2. Exploitation du questionnaire destiné aux élèves avant et après les TP :**

D'un côté, pour exploiter les réponses des élèves sur chaque question du questionnaire, nous allons catégoriser leurs réponses en codant par :

- ✓ **B.R** : bonnes réponses qui correspondent aux réponses attendues (R.A) et correctes ;
- ✓ **M.F** : réponses mal formulées qui correspondent aux réponses incomplètes et maladroitement formulées ;
- ✓ **M.R** : mauvaises réponses qui correspondent aux réponses incorrectes et aux questions sans réponses (S.R).

D'autre côté, toutes les réponses aux questions administrées au niveau de cette fiche questionnaire sont classées en deux groupes reflétant les principaux axes de notre travail :

#### **✓ 1<sup>er</sup> groupe :**

Des réponses aux questions qui servent à identifier les représentations des élèves sur les concepts d'oxydoréduction. Elles sont sous formes des questions ouvertes.

La principale question qui se pose est : « **Qu'évoque pour vous les termes suivants ou encore, qu'avez-vous à l'esprit quand vous entendez les termes suivants ?** »

#### **✓ 2<sup>ème</sup> groupe :**

Des réponses aux questions qui servent à identifier les connaissances des élèves sur les concepts d'acide/base et d'oxydoréduction. Elles sont sous formes des questions ouvertes (les réponses aux questions des acquis en classes antérieures.) et des questions à choix multiples.

### III.2.1. Pour le L.E.G d'Imerintsiatosika :

- ✓ **Exploitation des réponses relatives aux représentations des élèves sur les concepts d'oxydoréduction :**

Le dépouillement du questionnaire a fourni les résultats qui suivent :

**Tableau 8 : Représentations des élèves du L.E.G d'Imerintsiatosika sur la combustion**

Avant les TP		Après les TP	
Réponses et nombre d'élèves			
<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>6</b>	<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>2</b>
-C'est l'action de bruler avec le dioxygène ;	1	-C'est l'action de brûler avec le dioxygène ;	3
-C'est une réaction chimique qui utilise du feu ;	2	-C'est une réaction chimique qui utilise du feu ;	2
-C'est l'action de bruler un objet ;	2	-C'est une réaction chimique qui utilise de dioxygène comme	3
-Le mot combustion évoque les mots combustion vive et combustion lente de fer.	1	$C + O_2 \rightarrow CO_2$	
		-Le mot combustion évoque le mot détonation ;	1
		-Le mot combustion évoque le mot combustion complète et incomplète.	1
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Totale</b>	<b>12</b>

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

Ce tableau nous montre que la majorité des élèves savent déjà la notion relative au concept de la combustion. Cela s'explique par le fait que ces élèves connaissent cette notion depuis le collège. De plus, certaines réponses des élèves sont très proches de la définition correcte d'une combustion même avant les TP. Les TP effectués par les élèves se rapportant à l'oxydation leurs ont permis de savoir que la combustion est un exemple de réaction d'oxydation. La combustion est une combinaison d'un élément avec l'oxygène.

**Tableau 9 :** Représentations des élèves du L.E.G d’Imerintsatosika sur l’oxydation

<b>Avant les TP</b>		<b>Après les TP</b>	
<b>Réponses et nombre d’élèves</b>			
<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>7</b>	<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>1</b>
-C’est la perte d’électrons.	1	-C’est la perte d’électrons d’un atome	6
-C’est une réaction chimique avec l’oxyde ;	3	pendant une réaction ;	
-C’est une réaction chimique avec l’oxygène ;	1	-C’est le gain d’électrons d’un atome ;	3
		-C’est une réaction dans laquelle les réactifs se placent dans le premier membre ;	1
		-C’est le transfert d’un oxydant.	1
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Totale</b>	<b>12</b>

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

En ce qui concerne le concept d’oxydation, avant les TP, un seul élève a évoqué le mot oxygène. Mais, sa place dans ce concept reste floue. Tandis qu’après les TP, il n’y a aucun élève qui évoque ce mot. Cela est dû au fait que les élèves n’ont pas pu montrer la relation des TP avec son environnement. Cependant, la moitié des élèves ont pu définir exactement une oxydation, notamment, après les TP en disant que l’oxydation se rapporte à une perte d’électrons. D’ailleurs, il y a encore des élèves qui confondent plusieurs termes comme le gain ou la perte lors d’une oxydation.

**Tableau 10 :** Représentations des élèves du L.E.G d’Imerintsatosika sur la réduction

<b>Avant les TP</b>		<b>Après les TP</b>	
<b>Réponses et nombre d’élèves</b>			
<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>9</b>	<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>2</b>
-Le mot évoque : « ensemble des électrons qui donnent des électrons »	1	-C’est la perte d’électrons d’un atome	5
-C’est une substitution des ions		pendant une réaction	
-C’est une réaction chimique qui donne des électrons.	1	-C’est le gain d’électrons d’un atome ;	4
	1	-C’est une réaction au cours de laquelle les produits se placent dans le deuxième membre ;	1
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Totale</b>	<b>12</b>

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

D'après ces résultats, nous avons constaté que, avant les TP, grand nombre des élèves (neuf (9) élèves) ne répondent pas la question. Une des raisons peut être la peur de s'exprimer. Et aussi, les élèves n'ont aucune conception, c'est-à-dire aucune connaissance sur la notion. Après les TP, nous avons vu généralement que des élèves confondent aussi le gain ou la perte d'électrons lors d'une réduction.

**Tableau 11 :** Représentations des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika sur l'oxydoréduction

Avant les TP		Après les TP	
Réponses et nombre d'élèves			
-Sans réponses (S.R)	4	-Sans réponses (S.R)	2
-C'est la combinaison de l'oxydation et de réduction	5	-C'est la combinaison de l'oxydation et de la réduction. De plus, c'est une réaction chimique qui constitue un transfert d'électrons entre l'oxydant d'un couple redox et le réducteur de l'autre couple redox	8
-C'est une réaction en présence d'hydrogène ;	1	-C'est l'ensemble de l'oxydant et du réducteur ;	1
-C'est une réaction chimique	1	-C'est un transfert de l'oxydant et du réducteur.	1
-Elle est constituée de l'oxydant et du réducteur.	1		
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Totale</b>	<b>12</b>

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

On constate d'après ces résultats que les élèves ont également des notions sur le concept d'oxydoréduction. La principale raison est l'écriture même du terme oxydoréduction. Mais la plupart des élèves arrivent à préciser cette notion après les TP : il y a un transfert d'électrons. Ceci démontre que les élèves ont bien compris les TP. Par conséquent, ils sont capables de définir une oxydoréduction.

**Tableau 12 :** Représentations des élèves du L.E.G d’Imerintsiatosika sur l’oxydant

<b>Avant les TP</b>		<b>Après les TP</b>	
<b>Réponses et nombre d’élèves</b>			
<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>6</b>	<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>3</b>
-C’est un capteur d’électrons ;	1	-C’est un capteur d’électrons ;	8
-C’est un donneur d’électrons ;	3	-C’est une entité chimique qui perd	1
-C’est la perte d’électrons.	2	d’électrons.	
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Totale</b>	<b>12</b>

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

On peut donc conclure, après ces résultats que huit (8) élèves ont pu donner la définition d’un oxydant après les TP tandis qu’avant les TP, un seul élève a pu donné la réponse exacte. Bien que les TP sont faits, certains élèves ont confondu encore ce concept de l’oxydant à celui du réducteur.

**Tableau 13 :** Représentations des élèves du L.E.G d’Imerintsiatosika sur le réducteur

<b>Avant les TP</b>		<b>Après les TP</b>	
<b>Réponses et nombre d’élèves</b>			
<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>5</b>	<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>2</b>
-C’est un donneur d’électrons ;	1	-C’est un donneur d’électrons ;	8
-C’est un gain d’électrons ;	5	-C’est un capteur d’électrons ;	1
-Le mot évoque une réduction.	1	-C’est une solution obtenue à partir d’une expérience.	1
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Totale</b>	<b>12</b>

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

Quant aux représentations des élèves sur le concept de réducteur, huit (8) élèves ont pu trouver la définition d’un réducteur après les TP. Mais avant les TP, un seul élève a pu la trouver. Ainsi, nous avons constaté que des élèves confondent encore le donneur d’électrons à celui du capteur d’électrons même après les TP.

**Tableau 14 :** Représentations des élèves du L.E.G d’Imerintsiatosika sur le couple redox

Avant les TP		Après les TP	
Réponses et nombre d’élèves			
<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>10</b>	<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>3</b>
-Le mot évoque « plusieurs » ;	1	-C'est un couple constitué d'un réducteur et d'un oxydant ;	7
-C'est un couple constitué d'un réducteur et d'un oxydant.	1	-C'est une demi-réaction de l'oxydoréduction ;	1
		-Le couple redox a un symbole Ox/Red.	1
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Totale</b>	<b>12</b>

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

Nous avons constaté que les élèves ont déjà une connaissance lorsqu’ils ont entendu le terme couple redox avant et après les TP. En plus, après les TP, ils ont pu préciser que ce couple est noté sous la forme Ox/Red dans laquelle Ox signifie l’oxydant et Red le réducteur. Quant à la forte fréquence des élèves (dix (10) élèves soient 83%) qui ne donnent pas de réponses avant les TP, cela s’explique par le fait que ces élèves n’ont pas une conception liée à ce terme, en plus c’est un terme scientifique.

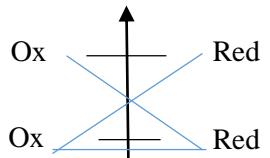
**Tableau 15 :** Représentations des élèves du L.E.G d’Imerintsiatosika sur le potentiel standard

Avant les TP		Après les TP	
Réponses et nombre d’élèves			
<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>11</b>	<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>7</b>
-Le mot évoque « un téléphone standard » ;	1	-C'est la valeur du couple redox ;	1
		-C'est une nombre décimal exprimé en volt ;	2
		-Le terme potentiel standard évoque « E <sup>0</sup> ».	2
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Totale</b>	<b>12</b>

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

Nous avons vu une majorité silencieuse constituée de onze (11) élèves avant les TP. Cela est dû probablement à cause de ce terme très nouvellement introduit. Tandis qu’après les TP, certains élèves ont pu répondre aux notions connexes à ce concept.

**Tableau 16 :** Représentations des élèves du L.E.G d’Imerintsiatosika sur la règle de gamma

Avant les TP		Après les TP	
Réponses et nombre d’élèves			
<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>10</b>	<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>4</b>
-La règle gamma évoque le symbole « γ » ;	1	-La règle gamma évoque le symbole « γ » ;	2
-C'est un moyen pour former une molécule liée par une liaison ionique en utilisant la formule de Lewis.	1	-C'est un moyen pour relier un oxydant avec le réducteur dont la règle est comme suivante :	3
			
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Totale</b>	<b>12</b>

**Source :** Questionnaire adressé aux élèves

A propos de la règle de gamma, nous avons constaté que les élèves ont déjà eu la connaissance, notamment, en mathématique le symbole γ. C'est pourquoi ce caractère spécial est utilisé avant et après les TP. Le document distribué lors des TP se rapportant à la valeur du potentiel standard de quelques couples redox a permis aux élèves d'appliquer cette règle en utilisant le symbole γ. Le silence de dix (10) élèves avant les TP peut provenir probablement de la crainte qu'il est difficile de relier les mathématiques et les sciences physiques.

✓ **Exploitation des réponses relatives aux connaissances des élèves sur les concepts d'acide/base et d'oxydoréduction :**

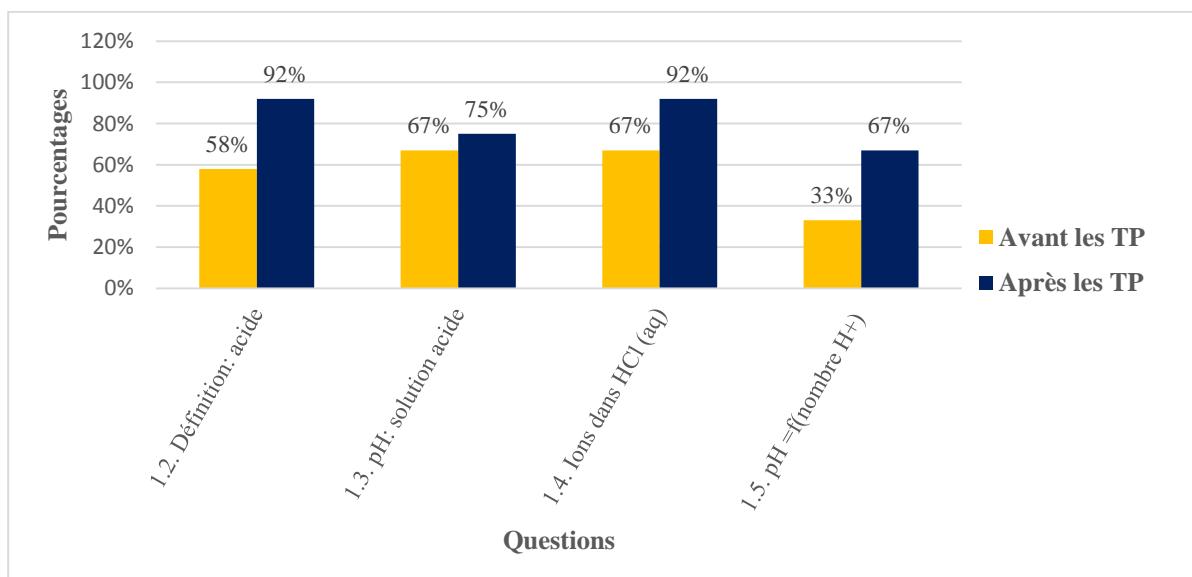
Le dépouillement du questionnaire a fourni les résultats qui suivent :

**Tableau 17 :** Réponses des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika ayant trouvés des bonnes réponses sur les concepts d'acide/base.

Questions	Réponses attendues	Bonnes réponses	
		Avant les TP	Après les TP
<b>1.2</b> Un acide	Un acide est une entité chimique qui libère des ions H <sup>+</sup> (ou H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> )	7 (58%)	11 (92%)
<b>1.3</b> Son pH	Une solution est acide si son pH < 7	8 (67%)	9 (75%)
<b>1.4</b> Une solution aqueuse d'acide chlorhydrique (HCl).	Une solution aqueuse d'acide chlorhydrique (HCl) contient des ions Cl <sup>-</sup> et H <sup>+</sup> (ou H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ).	8 (67%)	11 (92%)
<b>1.5</b> Variation du pH en fonction du nombre des ions H <sup>+</sup> (ou H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> )	Si le pH d'une solution acide augmente, le nombre des ions H <sup>+</sup> (ou H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ) dans cette solution diminue	4 (33%)	8 (67%)

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

Nous allons faire une synthèse de ces résultats à l'aide de la figure 12 :



**Figure 12 :** Pourcentage des bonnes réponses des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika sur les concepts d'acide/base

(Source : Figure conçue par nous-mêmes)

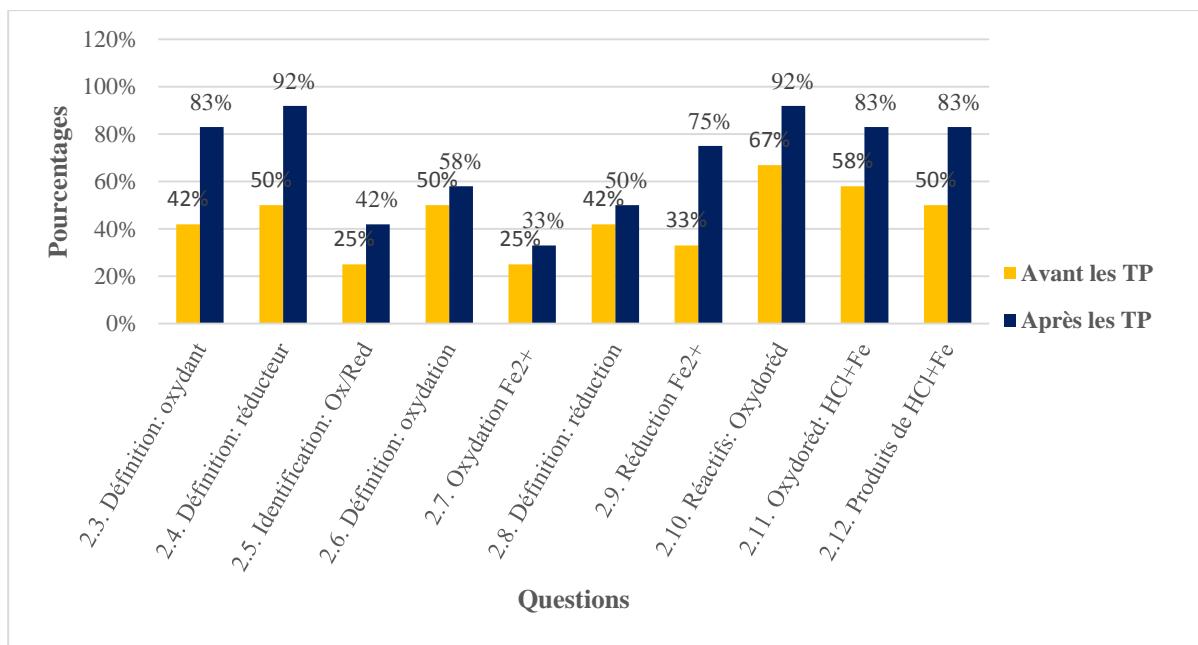
D'après la figure 12, nous avons constaté que des notions sur les concepts d'acide/base ont été déjà acquis presque tous les élèves dans les classes antérieures et c'est pourquoi ils ont pu trouver les bonnes réponses avant les TP. Ainsi, nous avons vu que les élèves ont répondu aux questions 1.2, 1.3 et 1.4 pour un pourcentage plus de 50%. Par contre, pour la question 1.5, ce pourcentage est moins de 50% (33%). Ce dernier s'explique par le fait que cette question exige des réflexions aux élèves. En plus, nous avons constaté également que les pourcentages des réponses à toutes les questions ont augmenté après les TP. Alors, les TP aident les élèves à préciser leurs réponses sur les points qu'ils ne sont pas maîtrisés dans les classes antérieures.

**Tableau 18 :** Réponses des élèves du L.E.G d'Imerintsatosika ayant trouvés des bonnes réponses sur les concepts d'oxydoréduction

Questions	Réponses attendues	Bonnes réponses	
		Avant les TP	Après les TP
<b>2.3</b> Un oxydant	Un oxydant est un capteur d'électrons	5 (42%)	10 (83%)
<b>2.4</b> Un réducteur	Un réducteur est un donneur d'électrons	6 (50%)	11 (92%)
<b>2.5</b> L'écriture $\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$	Dans l'écriture $\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$ , le réducteur est Fe et l'oxydant est $\text{Fe}^{2+}$	3 (25%)	5 (42%)
<b>2.6</b> Une réaction d'oxydation .	Lors d'une réaction d'oxydation, il y a une perte d'électrons.	6 (50%)	7 (58%)
<b>2.7</b> La réaction d'oxydation de l'ion ferreux $\text{Fe}^{2+}$	$\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 1\text{e}^-$	3 (25%)	4 (33%)
<b>2.8</b> Une réaction de réduction	Lors d'une réaction de réduction, il y a un gain d'électrons.	5 (42%)	6 (50%)
<b>2.9</b> La réaction de réduction de l'ion ferreux $\text{Fe}^{2+}$	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	4 (33%)	9 (75%)
<b>2.10</b> Une réaction d'oxydoréduction	Dans une réaction d'oxydoréduction, il se produit un transfert d'électrons entre les deux réactifs : oxydant et réducteur.	8 (67%)	11 (92%)
<b>2.11</b> Une réaction d'oxydoréduction	$\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2$	7 (58%)	10 (83%)
<b>2.12</b> Les produits obtenus lors de l'action d'acide chlorhydrique sur le fer	Lors de l'action d'acide chlorhydrique HCl sur le fer Fe, les produits obtenus sont le dihydrogène $\text{H}_2$ et l'ion ferreux $\text{Fe}^{2+}$	6 (50%)	10 (83%)

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

La synthèse de ces résultats est mentionnée par la figure 13 suivant :



**Figure 13 :** Pourcentage des bonnes réponses des élèves du L.E.G d’Imerintsatosika sur les concepts d’oxydoréduction

(**Source :** Figure conçue par nous-mêmes)

D’après cette figure 13, les élèves ont des connaissances préalables avant les TP et c’est la raison où ils ont pu donner les bonnes réponses à chaque question. Cette figure montre également que les pourcentages des bonnes réponses des élèves ont augmenté après les TP. Ils atteignent 83% pour les questions 2.3, 2.11 et 2.12 tandis que les question 2.4 et 2.10, le pourcentage atteint 92%. Pour les autres questions, ce pourcentage est en moyen de 50%. Cette augmentation a pour raison : durant les TP, les élèves acquièrent des différentes nouvelles notions et ces dernières les permettent de bien comprendre les questions.

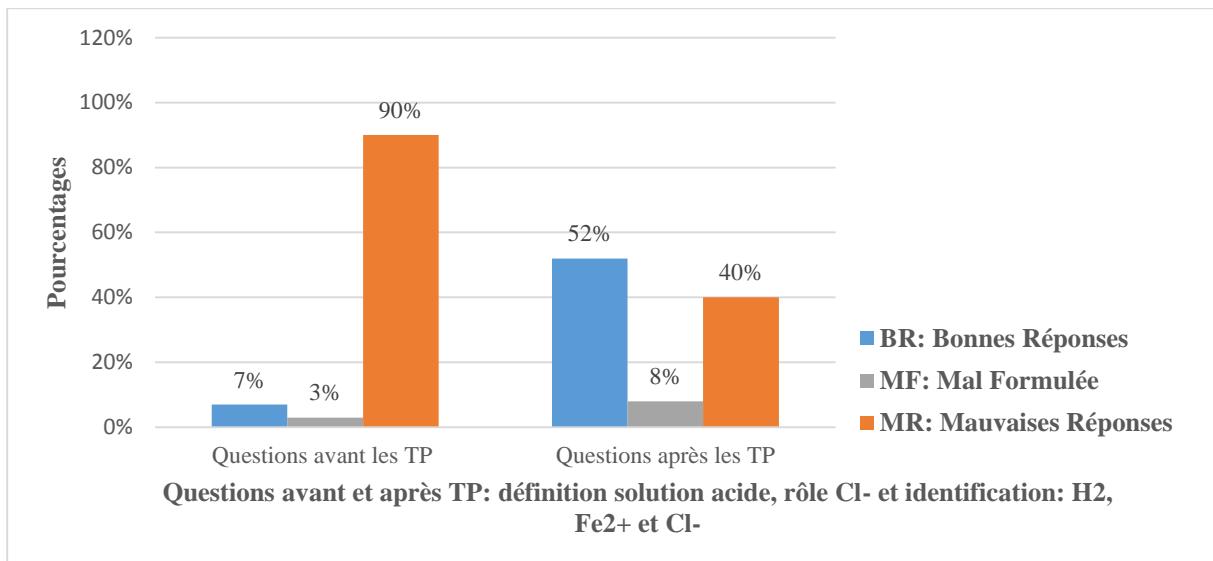
**Tableau 19 :** Réponses des élèves du L.E.G d’Imerintsatosika sur les concepts d’acide/base et d’oxydoréduction

	Avant les TP	Après les TP
<b>Question : 1.1</b> Qu'est-ce qu'une solution acide ?		
<b>R.A :</b> Une solution acide est une solution de pH < 7		
RI/MF	- C'est un électrolyte.	- C'est une solution contenant des ions hydrogène.
BR	4 (33%)	7 (58%)
MF	1 (8%)	1 (8%)
MR	7 (58%)	4 (33%)
<b>Question : 2.13</b> Quel est le rôle des ions Cl <sup>-</sup> lors de l'action d'acide chlorhydrique sur le fer ?		
<b>R.A :</b> Les ions Cl <sup>-</sup> jouent un rôle d'ions spectateurs qui se dispersent dans toute la solution.		
RI/MF	Néant	Néant
BR	0 (0%)	7 (58%)
MF	0 (0%)	0 (0%)
MR	12 (100%)	5 (42%)
<b>Question : 2.14</b> Comment identifier la présence du gaz dihydrogène H <sub>2</sub> ?		
<b>R.A :</b> En présence d'une flamme, le gaz dihydrogène est marquée par la détonation (ou pop !).		
RI/MF	Néant	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Le gaz dihydrogène est identifié par la présence d'une flamme bleue avec une détonation quand on fait une brûlure ;</li> <li>-On met une flamme à l'extrémité supérieur d'un tube à essai ;</li> </ul>
BR	0 (0%)	4 (33%)
MF	0 (0%)	3 (25%)
MR	12 (100%)	5 (42%)
<b>Question : 2.15</b> Comment tester la présence des ions Fe <sup>2+</sup> dans une solution aqueuse ?		
<b>R.A :</b> On ajout dans une solution contenant cet ion une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH). S'il apparaît un précipité vert pâle, notre solution contient cet ion.		
RI/MF	On teste la présence de l'ion ferreux Fe <sup>2+</sup> par l'ajout de l'hydroxyde de sodium (NaOH).	Néant
BR	0 (0%)	10 (83%)
MF	1 (8%)	0 (0%)
MR	11 (92%)	2 (17%)
<b>Question : 2.16</b> Comment tester la présence des ions Cl <sup>-</sup> dans une solution aqueuse ?		
<b>R.A :</b> On ajout dans une solution contenant cet ion une solution de nitrate d'argent (AgNO <sub>3</sub> ) S'il apparaît un précipité blanc, notre solution contient cet ion.		

RI/MF	Néant	On ajoute une solution dans une solution contenant l'ion $\text{Cl}^-$ , il y a le précipité blanc.
BR	0 (0%)	3 (25%)
MF	0 (0%)	1 (8%)
MR	12 (100%)	8 (67%)

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

La synthèse de ces résultats est donnée par la figure 14 :



**Figure 14 :** Pourcentage des réponses des élèves du L.E.G d’Imerintsiasika sur les concepts d’acide/base et d’oxydoréduction

(Source : Figure conçue par nous-mêmes)

D'une part, nous avons constaté que la majorité des élèves ne se rappelle de leurs acquis au collège et pourtant les questions posées ne sont pas difficiles. Cela est justifiée par le pourcentage très élevé jusqu'à 90% qui correspond à la mauvaise réponse avant les TP.

D'autre part, il paraît que la réalisation des TP est très nécessaire, car le pourcentage des bonnes réponses augmente (52%) après les TP. Ainsi, nous avons constaté que les élèves comprennent les phénomènes chimiques.

### III.2.2. Pour le lycée J.J.R:

- ✓ Exploitation des réponses relatives aux représentations des élèves sur les concepts d'oxydoréduction :

Le dépouillement du questionnaire a fourni les résultats qui suivent :

**Tableau 20 :** Représentations des élèves du lycée J.J.R sur la combustion

Avant les TP		Après les TP	
Réponses et nombre d'élèves			
-Sans réponses (S.R)	<b>0</b>	-Sans réponses (S.R)	<b>1</b>
-C'est le fait de brûler ;	2	-C'est une réaction chimique avec l'oxygène ;	5
-C'est l'action de brûler avec le dioxygène ;	2	-C'est un phénomène se produisant entre corps et l'oxygène avec un dégagement de la chaleur ;	2
-Le mot combustion évoque une combustion complète ;	2	-C'est une réaction entre les alcanes et l'oxygène comme : $\text{C}_n\text{H}_{2n+2} + ((3n+1)/2) \text{O}_2 \downarrow n\text{CO}_2 + (n+1) \text{H}_2\text{O}$	2
-C'est une transformation d'un ou plusieurs corps pour former un ou plusieurs nouveaux corps ;	4		
-C'est l'action d'ajouter une molécule d'hydrogène ;	1	-C'est une réaction entre un réducteur ou oxydant et le dioxygène	1
-La combustion est l'action du dioxygène sur un combustible.	1	-C'est l'action du dioxygène sur un combustible ;	1
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Totale</b>	<b>12</b>

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

Outre les connaissances acquises sur la combustion depuis le collège, un élève a pu donner une définition très proche de l'exacte d'une combustion avant les TP : la combustion est l'action de l'oxygène sur un combustible. Nous avons constaté que les TP effectués par les élèves à propos de l'oxydation leurs ont permis de formuler certaines notions qui sont très importantes dans une combustion telles que la réaction avec l'oxygène et le dégagement de la chaleur. La raison, c'est que la combustion est un exemple d'une réaction d'oxydation.

**Tableau 21 :** Représentations des élèves du lycée J.J.R sur l'oxydation

Avant les TP		Après les TP	
Réponses et nombre d'élèves			
<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>2</b>	<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>0</b>
-C'est une combustion de l'oxygène sur un corps ;	2	- C'est l'action de l'oxygène sur un corps ;	6
-C'est la fixation de l'oxygène sur un corps ;	5	-C'est la fixation de l'oxygène sur un corps ;	2
-Le mot oxydation évoque un ajout de la molécule d'eau ;	1	- C'est une réaction qui libère d'électrons ;	3
-Le mot oxydation évoque « fidiran'ny électrons »	1	- C'est une réaction chimique dans laquelle l'élément oxydé perd un ou plusieurs électrons.	1
-C'est l'augmentation du nombre d'électrons.	1		
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Totale</b>	<b>12</b>

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

D'après ce tableau 21, plus de la moitié des élèves avant ou après les TP savent que le mot oxydation évoque le mot oxygène qui est à l'origine même du concept. Il semble que les connaissances préalables de ces élèves dépendent surtout de leurs environnements dans lesquels ils vivent. Nous prenons par exemple la progression de l'utilisation de l'Internet dans la capitale. La réalisation des TP amène les élèves à introduire la notion d'une perte d'électrons qui est le concept actuel d'une oxydation.

**Tableau 22 :** Représentations des élèves du lycée J.J.R sur la réduction

Avant les TP		Après les TP	
Réponse et nombres des élèves			
<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>1</b>	<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>1</b>
-C'est la perte d'électrons ;	1	-C'est une réaction au cours de laquelle un ion gagne d'électrons ;	5
-C'est une transformation d'une molécule pour former un produit ;	1	-C'est l'enlèvement de l'oxygène dans un corps ;	3
- C'est le fait de réduire ;	5		

-C'est une réaction qui consiste à réduire un ou plusieurs ions ;	2	-C'est de réduire un corps par l'oxygène ;	2
-C'est une diminution du nombre d'électrons ;	1	-C'est une réaction qui perd de dioxygène.	1
-C'est une combustion dans laquelle un corps capte d'électrons.	1		
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Totale</b>	<b>12</b>

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

Nous avons vu avant les TP que dix (10) élèves ( soient 83%) ont des réponses très diversifiées selon leurs avis mais un seul élève a pu donner une réponse très proche de la réponse correcte. De plus, les élèves pensent qu'il n' y a pas de relation avec l'oxygène le concept de réduction. Par contre, après les TP, dix (10) élèves (soient 83%) ont des diverses idées qui se rapprochent de la définition d'une réduction telles que l'enlèvement de l'oxygène dans un corps et la réaction au cours de laquelle un ion gagne d'électrons

**Tableau 23 :** Représentations des élèves du lycée J.J.R sur l'oxydoréduction

<b>Avant les TP</b>		<b>Après les TP</b>	
<b>Réponse et nombres des élèves</b>			
<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>4</b>	<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>1</b>
-C'est l'ensemble de l'oxydant et du réducteur ;	2	-C'est l'ensemble de l'oxydation et de la réduction ;	6
-C'est l'ensemble de l'oxydation et de la réduction ;	1	-C'est une réaction chimique au cours de laquelle il y a un transfert d'électrons entre l'oxydant et le réducteur.	3
-C'est le transfert d'électrons entre l'oxydant et le réducteur ;	3	-C'est une réaction chimique qui accompagne simultanément la réduction et l'oxydation au cours de lesquels il y a un transfert d'électrons entre les réactifs ;	2
-C'est l'action de réduire un composé à l'aide de l'oxygène pour avoir une autre solution ;	1		
-Le mot évoque « le goût sucré ou non sucré » ;	1		
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Totale</b>	<b>12</b>

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

Nous avons constaté après ce tableau que même avant les TP, il existe des élèves qui peuvent donner correctement la définition d'oxydoréduction au terme du transfert d'électrons entre l'oxydant et le réducteur. Ils sont au nombre de trois (3) soit 25%. La raison, c'est que ces élèves ont pu faire une recherche personnelle avant cette évaluation. Nos TP les conduisent ensuite à un renforcement de leurs connaissances sur ce concept en précisant aussi sur les notions d'oxydation et de réduction.

**Tableau 24 :** Représentations des élèves du lycée J.J.R sur l'oxydant

Avant les TP		Après les TP	
Réponses et nombre d'élèves			
-Sans réponses (S.R)	<b>3</b>	-Sans réponses (S.R)	<b>0</b>
-C'est un capteur d'électrons ;	1	-C'est un capteur d'électrons ;	8
-C'est un donneur d'électrons ;	3	-C'est un donneur d'électrons ;	2
-Le mot évoque « électrons » ;	1	-C'est un corps qui transforme un corps simple en oxyde ;	1
-Le mot évoque « sucre oxydant » ;	1	-C'est un corps qui permet de transformer un corps simple en corps composé par combinaison avec l'oxygène.	1
- C'est l'élément qui permet de faire une oxydation ;	1		
-C'est un réactif constitué de l'oxygène.	2		
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Totale</b>	<b>12</b>

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

D'après ce tableau, les TP sont les sources d'idées très précises pour les élèves, c'est pourquoi que l'effectif des élèves qui a parlé « un capteur d'électrons » augmente après les TP. Pourtant, il y a encore des élèves qui confondent ce concept à celui du réducteur avant et après les TP.

**Tableau 25 :** Représentations des élèves du lycée J.J.R sur le réducteur

<b>Avant les TP</b>		<b>Après les TP</b>	
<b>Réponses et nombre d'élèves</b>			
<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>5</b>	<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>1</b>
-C'est un donneur d'électrons ;	3	-C'est un donneur d'électrons ;	7
-C'est un capteur d'électrons ;	2	-C'est un capteur d'électrons ;	3
- C'est l'élément qui permet de faire une réduction ;	1	-C'est un corps qui a la propriété des oxydes.	1
-Le mot évoque « une diminution du nombre d'électrons ».	1		
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Totale</b>	<b>12</b>

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

Outre l'existence d'une confusion entre le donneur ou le capteur d'électrons pour un réducteur avant et après les TP, nous avons constaté aussi que dix (10) élèves ayant un pourcentage de 83% ont donné une définition très proche du réducteur. Cela s'explique par le fait que les élèves font un effort sur la maîtrise de ce concept.

**Tableau 26 :** Représentations des élèves du lycée J.J.R sur le couple redox

<b>Avant les TP</b>		<b>Après les TP</b>	
<b>Réponses et nombre d'élèves</b>			
<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>7</b>	<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>0</b>
-C'est l'ensemble du réducteur et de l'oxydant ;	1	--C'est un couple constitué de l'oxydant et du réducteur ;	9
-C'est l'ensemble de deux réactifs inséparables ;	1	-C'est un couple responsable à l'oxydoréduction ;	2
-Ni oxydant, ni réducteur ;	1	-C'est un ensemble formé par la forme oxydée et la forme réduite ;	1
-C'est l'action de va et vient des électrons ;	1		
-C'est un couple d'élément qui permet de faire une réduction plus rapidement.	1		
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Totale</b>	<b>12</b>

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

D'après ce tableau 26, les élèves ont pu donner les mots qui doivent intervenir dans le terme couple redox même avant les TP, tels que le réducteur et l'oxydant. Mais il semble que les élèves ne connaissent pas le couple redox. C'est après les TP que les élèves ont pu répondre à cette question. C'est pour cela que l'effectif des élèves augmente et atteint neuf (9) élèves qui donnent la réponse très proche d'un couple redox.

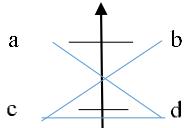
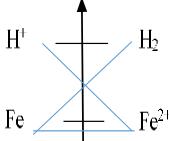
**Tableau 27 :** Représentations des élèves du lycée J.J.R sur le potentiel standard

Avant les TP		Après les TP	
Réponses et nombre d'élèves			
<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>11</b>	<b>-Sans réponses (S.R)</b>	<b>4</b>
-C'est un ensemble des choses ou des matières premières dont on ne sait pas la matière obtenue.	1	-C'est une grandeur physique exprimée en volt ; -C'est une grandeur exprimée en volt pour un métal quelconque ; -C'est un grandeur exprimée en volt associée à un couple redox.	6 1 1
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Totale</b>	<b>12</b>

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

Nous avons vu aussi dans l'échantillon des élèves du lycée J.J.R que onze (11) élèves ayant un pourcentage de 92% n'ont pas eu l'idée sur ce concept de potentiel standard avant les TP. Cela est dû probablement à cause de ce terme très nouvellement introduit. Le document distribué lors des TP concernant les valeurs de potentiel standard de quelques couples redox a permis aux élèves de répondre certaines notions connexes à ce concept et même donner une définition très proche du potentiel standard.

**Tableau 28 :** Représentations des élèves du lycée J.J.R sur la règle de gamma

Avant les TP		Après les TP	
Réponses et nombre d'élèves			
-Sans réponses (S.R)	7	-Sans réponses (S.R)	5
-C'est la règle qui implique le principe de transfert d'électrons entre l'oxydant et le réducteur ;	1	-C'est une règle qui lie un oxydant et un réducteur par γ ;	3
-C'est une formule pour savoir si un groupe est un benzène ;	1	-C'est une règle qui permet de prévoir le sens de la réaction d'oxydoréduction ;	2
-C'est la relation entre l'oxydation et la réduction ;	1	-C'est une règle responsable dans la réaction d'oxydoréduction ;	1
-Le mot évoque « Loi de gamma » ;	1	-La règle de gamma évoque	1
-La règle de gamma évoque	1		
			
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Totale</b>	<b>12</b>

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

Nous avons constaté que les représentations des élèves sur le concept de la règle de gamma sont très écartées aux concepts impliqués là-dedans, surtout avant les TP, sauf un élève a pu donner une réponse correcte. Le document donné lors des TP concernant les valeurs de potentiel standard de quelques couples redox a amené les élèves à préciser certains concepts concernant cette règle comme le lien entre l'oxydant et le réducteur par la lettre grecque symbolisant γ (gamma).

- ✓ **Exploitation des réponses relatives aux connaissances des élèves sur les concepts d'acide/base et d'oxydoréduction :**

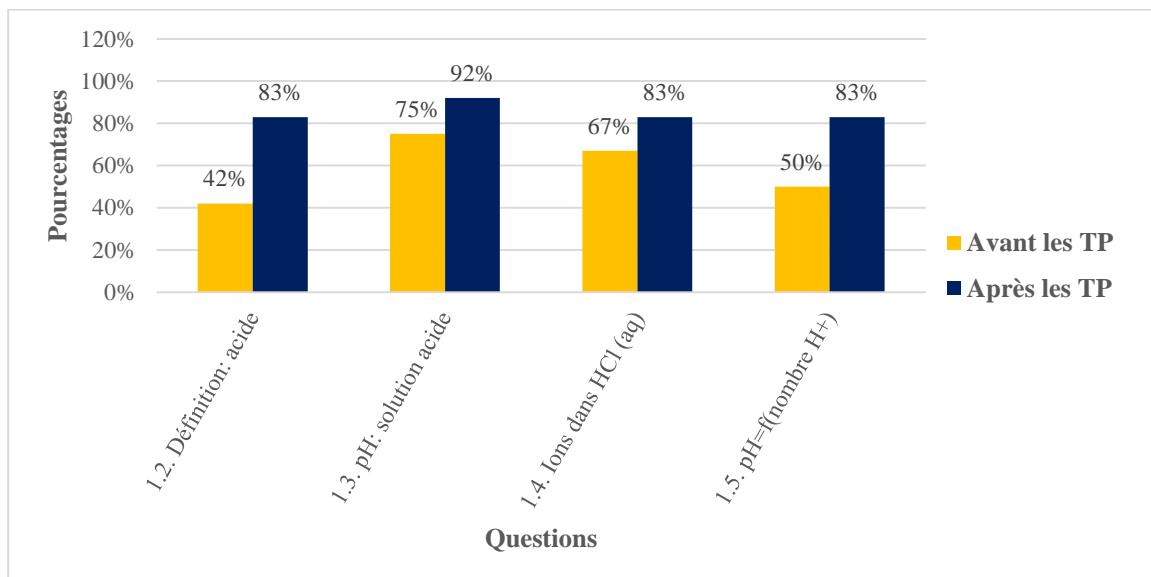
Le dépouillement du questionnaire a fourni les résultats qui suivent :

**Tableau 29 :** Réponses des élèves du lycée J.J.R ayant trouvés des bonnes réponses sur les concepts d'acide/base

Questions	Réponses attendues	Bonnes réponses	
		Avant les TP	Après les TP
<b>1.2</b> Un acide	Un acide est une entité chimique qui libère des ions H <sup>+</sup> (ou H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> )	5 (42%)	10 (83%)
<b>1.3</b> Son Ph	Une solution est acide si son pH < 7	9 (75%)	11 (92%)
<b>1.4</b> Une solution aqueuse d'acide chlorhydrique (HCl).	Une solution aqueuse d'acide chlorhydrique (HCl) contient des ions Cl <sup>-</sup> et H <sup>+</sup> (ou H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ).	8 (67%)	10 (83%)
<b>1.5</b> Variation du pH en fonction du nombre des ions H <sup>+</sup> (ou H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> )	Si le pH d'une solution acide augmente, le nombre des ions H <sup>+</sup> (ou H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ) dans cette solution diminue	6 (50%)	10 (83%)

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

La synthèse de ces résultats est donnée par la figure 15.



**Figure 15 :** Pourcentage des bonnes réponses des élèves du lycée J.J.R sur les concepts d'acide/base

(Source : Figure conçue par nous-mêmes)

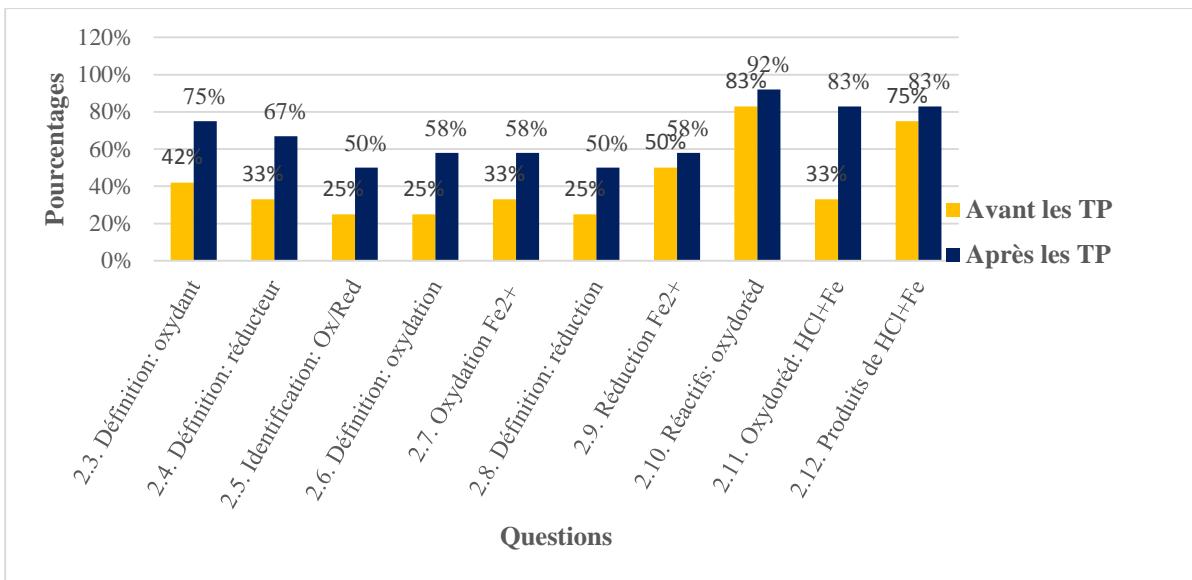
Cette figure nous montre que les élèves ont des connaissances acquises depuis le collège sur les notions concernant l'acide/base. La réalisation des TP a permis aux élèves de surmonter leurs difficultés. Les pourcentages des bonnes réponses augmentent ainsi après les TP.

**Tableau 30 :** Réponses des élèves du lycée J.J.R ayant trouvés des bonnes réponses sur les concepts d'oxydoréduction

Questions	Réponses attendues	Bonnes réponses	
		Avant les TP	Après les TP
<b>2.3</b> Un oxydant	Un oxydant est un capteur d'électrons	5 (42%)	9 (75%)
<b>2.4</b> Un réducteur	Un réducteur est un donneur d'électrons	4 (33%)	8 (67%)
<b>2.5</b> L'écriture $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$	Dans l'écriture $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$ , le réducteur est Fe et l'oxydant est $\text{Fe}^{2+}$	3 (25%)	6 (50%)
<b>2.6</b> Une réaction d'oxydation .	Lors d'une réaction d'oxydation, il y a une perte d'électrons.	3 (25%)	7 (58%)
<b>2.7</b> La réaction d'oxydation de l'ion ferreux $\text{Fe}^{2+}$	$\text{Fe}^{2+} \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + 1\text{e}^-$	4 (33%)	7 (58%)
<b>2.8</b> Une réaction de réduction	Lors d'une réaction de réduction, il y a un gain d'électrons.	3 (25%)	6 (50%)
<b>2.9</b> La réaction de réduction de l'ion ferreux $\text{Fe}^{2+}$	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}$	6 (50%)	7 (58%)
<b>2.10</b> Une réaction d'oxydoréduction	Dans une réaction d'oxydoréduction, il se produit un transfert d'électrons entre les deux réactifs : oxydant et réducteur.	10 (83%)	11 (92%)
<b>2.11</b> Une réaction d'oxydoréduction	$\text{Fe} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2$	4 (33%)	10 (83%)
<b>2.12</b> Les produits obtenus lors de l'action d'acide chlorhydrique sur le fer Fe	Lors de l'action d'acide chlorhydrique HCl sur le fer Fe, les produits obtenus sont le dihydrogène $\text{H}_2$ et l'ion ferreux $\text{Fe}^{2+}$	9 (75%)	10 (83%)

(Source : Questionnaire adressé aux élèves)

La synthèse de ces résultats est mentionnée par la figure 16 :



**Figure 16 :** Pourcentage des bonnes réponses des élèves du lycée J.J.R sur les concepts d'oxydoréduction

(Source : Figure conçue par nous-mêmes)

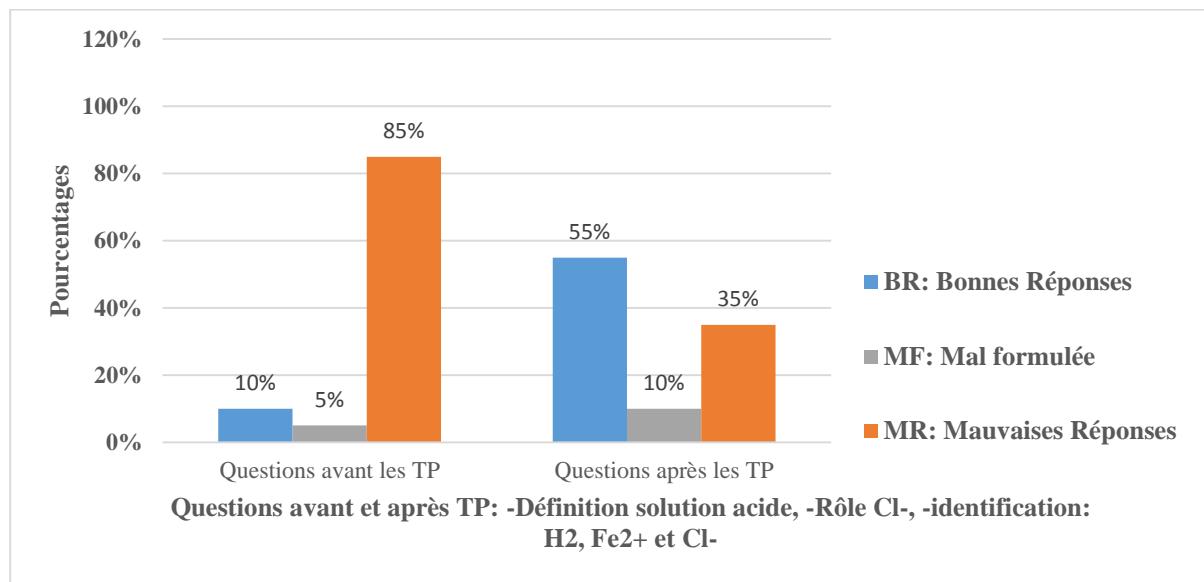
En ce qui concerne les connaissances des élèves sur les concepts d'oxydoréduction, nous avons vu qu'avant les TP, les élèves ont des difficultés sur la compréhension de ces différents concepts alors que ce sont des élèves de la capitale. Nous avons vu ainsi que ces élèves ont des difficultés sur les questions 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8 et 2.11 dont les pourcentages de réponses à ces questions sont en général inférieurs à 50% avant les TP. La raison, c'est que les notions dans ces questions sont des notions nouvelles pour les élèves, elles leur ont été introduites pour la première fois, grâce à ce questionnaire. Les TP effectués ont augmenté le pourcentage des bonnes réponses, car les élèves acquièrent des nouvelles connaissances pendant les TP.

**Tableau 31 :** Réponses des élèves du lycée J.J.R sur les concepts d'acide/base et d'oxydoréduction

	Avant les TP	Après les TP
<b>Question : 1.1</b> Qu'est-ce qu'une solution acide ?		
<b>R.A :</b> Une solution acide est une solution de pH < 7		
RI/MF	Néant	Néant
BR	3 (25%)	9 (75%)
MF	0 (0%)	0 (0%)
MR	9 (75%)	3 (25%)
<b>Question : 2.13</b> Quel est le rôle des ions Cl <sup>-</sup> lors de l'action d'acide chlorhydrique sur le fer ?		
<b>R.A :</b> Les ions Cl <sup>-</sup> jouent un rôle d'ions spectateurs qui se dispersent dans toute la solution.		
RI/MF	Néant	Néant
BR	1 (8%)	8 (67%)
MF	0 (0%)	0 (0%)
MR	11 (92%)	4 (33%)
<b>Question : 2.14</b> Comment identifier la présence du gaz dihydrogène H <sub>2</sub> ?		
<b>R.A :</b> En présence d'une flamme, le gaz dihydrogène est marqué par la détonation (ou pop !).		
RI/MF	-On identifie la présence du gaz dihydrogène par la présence de la légère détonation à l'ouverture du tube à essai .	Néant
BR	2 (17%)	8 (67%)
MF	2 (17%)	0 (0%)
MR	8 (67%)	4 (33%)
<b>Question : 2.15</b> Comment tester la présence des ions Fe <sup>2+</sup> dans une solution aqueuse ?		
<b>R.A :</b> On ajoute dans une solution contenant cet ion une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH). S'il apparaît un précipité vert pâle, notre solution contient cet ion.		
RI/MF	Néant	-Il y a un précipité vert dans la solution testée (2)
BR	0 (0%)	4 (33%)
MF	0 (0%)	2 (17%)
MR	12 (100%)	6 (50%)
<b>Question : 2.16</b> Comment tester la présence des ions Cl <sup>-</sup> dans une solution aqueuse ?		
<b>R.A :</b> On ajout dans une solution contenant cet ion une solution de nitrate d'argent (AgNO <sub>3</sub> ) S'il apparaît un précipité blanc, notre solution contient cet ion.		
RI/MF	On teste la présence d'ion Cl avec du nitrate d'argent.	-Il y a un précipité blanc dans la solution ; -Avec du nitrate d'argent.
BR	0 (0%)	4 (33%)
MF	1 (8%)	4 (33%)
MR	11 (92%)	4 (33%)

(Source : Tableau conçu par nous-mêmes)

La figure suivante synthétise ce tableau ci-dessus.



**Figure 17 :** Pourcentage des réponses des élèves du lycée J.J.R sur les concepts d'acide/base et d'oxydoréduction

(Source : Figure conçue par nous-mêmes)

D'après cette figure 17, nous avons constaté que les élèves n'ont pas maîtrisé des diverses notions du collège et même en classe de seconde. C'est pourquoi le pourcentage des mauvaises réponses est très élevé (85%) avant les TP. Tandis qu'après les TP, ce pourcentage diminue et il atteint jusqu'à 35%. La raison, c'est que les élèves comprennent les différentes notions lors des TP.

### III.2.3. Conclusion sur l'exploitation du questionnaire destiné aux élèves :

Bref, pour les deux lycées, nous avons constaté à partir de l'exploitation du questionnaire destiné aux élèves que leurs représentations changent sur les concepts d'oxydoréductions après la réalisation des TP. Ainsi, la plupart des élèves pensent que le mot combustion évoque l'action de brûler. Cette représentation change après la réalisation des TP à propos de l'oxydation en disant que la combustion est une réaction avec le dioxygène. La raison, c'est que la combustion est un exemple d'une réaction d'oxydation. Pour le concept d'oxydation, les élèves ont dit initialement que ce concept évoque le mot oxygène. Or, les TP effectués par les élèves leur ont permis de constater que l'oxydation ne s'agit pas seulement de gain d'oxygène mais aussi par perte d'électrons. En général, le mot réduction évoque pour

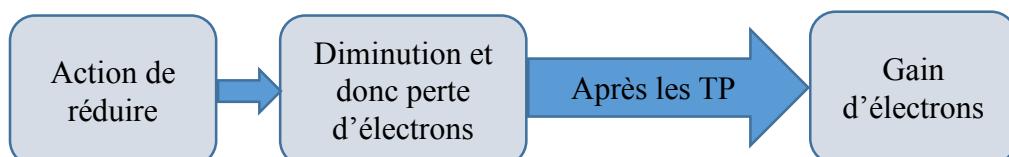
les élèves l'action de réduire qui les amène à penser que ce terme consiste à une perte d'électrons. Par contre, les activités expérimentales leurs ont permis d'évoquer le gain d'électrons lors d'une réduction. Beaucoup d'élèves ont eu comme représentation de l'oxydoréduction, la combinaison de l'oxydation avec la réduction. Mais, cela les a conduit à réfléchir sur le processus possible de cette combinaison. Suite aux TP, les élèves ont dit qu'il y a eu un transfert d'électrons entre l'oxydant d'un couple redox et le réducteur de l'autre couple redox. Le terme oxydant évoque pour les élèves un donneur d'électrons. Cette représentation change après les pratiques expérimentales en disant que l'oxydant est le capteur d'électrons. Par contre, le réducteur évoque pour les élèves une diminution de nombre d'électrons. C'est pourquoi, les élèves ont dit que le réducteur est un donneur d'électrons. De plus, le concept de couple redox a permis aux élèves de penser l'ensemble de réducteur et de l'oxydant. D'ailleurs, pour les élèves, le potentiel standard, c'est comme un téléphone standard qui n'a pas de sens concernant le potentiel standard. Les séances de TP ont changé cette représentation. Ainsi, les élèves ont dit que c'est une grandeur exprimée en volt. Quant à la règle de gamma, les élèves ont déjà acquis au collège la lettre grecque symbolisant  $\gamma$  (gamma). Ce symbole  $\gamma$  est à l'origine même de cette règle. Le document donné lors des TP se rapportant à la valeur du potentiel standard de quelques couples redox a permis aux élèves de relier l'oxydant d'un couple redox avec le réducteur de l'autre couple redox en utilisant le symbole  $\gamma$ .

Les figures suivantes synthétisent le changement des représentations des élèves sur l'oxydation et la réduction.



**Figure 18 :** Représentation des élèves sur l'oxydation

(Source : Figure conçue par nous-mêmes)



**Figure 19 :** Représentation des élèves sur la réduction

(Source : Figure conçue par nous-mêmes)

## **CONCLUSION GENERALE**

Au terme de ce travail, nous avons pu placer d'une part, l'enseignement des sciences physiques dans l'enseignement où elles méritent : un enseignement expérimental fondé sur la réalisation des travaux pratiques, et, d'autre part, nous avons pu constater que les représentations ou les connaissances des élèves changent à propos des concepts d'oxydoréduction. La représentation des élèves sur la réduction est une action de réduire, c'est-à-dire, une diminution. Cela les amène à penser que ce concept consiste à une perte d'électrons. Mais ce n'est pas le cas. Nos activités expérimentales les permettent d'introduire le gain d'électrons dans ce concept de réduction.

A cette fin, nous avons effectué deux activités dépendantes et complémentaires : des enquêtes par questionnaire et une expérimentation.

L'exploitation des données du questionnaire adressé aux dix (10) enseignants des sciences physiques de la classe de première scientifique du lycée J.J.R et du L.E.G d'Imerintsiatosika nous a permis de constater que le principal problème dans l'enseignement du chapitre de la réaction d'oxydoréduction en solution aqueuse est l'absence de laboratoire de chimie dans la plupart des lycées à Madagascar. C'est pourquoi moins de la moitié des enseignants enquêtés réalisent des expériences lors de leurs enseignements (40%). De plus, les élèves ont de difficulté en français. Ces enseignants ont proposé diverses solutions pour résoudre ces problèmes à savoir l'exigence de l'explication du cours en Malagasy et la réalisation des expériences pendant le cours avec des supports numériques ou des activités documentaires.

En ce qui concerne l'exploitation des données du questionnaire adressé aux douze (12) élèves de la classe de première scientifique de chaque lycée, nous avons constaté que les élèves d'un côté, ont déjà des notions acquises en classes antérieures, et, de l'autre côté, ils ont des difficultés sur le français. Pourtant, ces pré-savoir ne leurs suffisent pas pour bien maîtriser les concepts d'oxydoréduction. Ainsi, nous avons élaboré une fiche des travaux pratiques intitulée « L'action de l'acide chlorhydrique sur le fer» dans laquelle les élèves manipulent les matériels d'expérimentations et ils construisent leurs savoirs. Par conséquent, nous avons constaté que ces séances des TP permettent à ces élèves de changer leurs représentations (ou ses connaissances) vers les plus avancées quel que soit l'établissement, lycée J.J.R ou le L.E.G d'Imerintsiatosika.

Ainsi, les TP sont très utiles pour corriger et améliorer, les représentations initiales des élèves. Les étudiants qui ont la chance de manipuler ou de voir des expériences peuvent analyser les phénomènes chimiques étudiés et n'ont pas trop de difficulté dans la résolution des exercices. Dans toutes les évaluations, ils ont toujours de bonnes notes. Pour cela, nous recommandons au Ministère de l'Education Nationale d'encourager les enseignants de faire des efforts dans l'enseignement expérimentale de cette matière. Des projets de création des laboratoires de physique-chimie seront envisagés au Ministère de tutelle. D'ailleurs, dans le cas où les laboratoires de physique-chimie n'existent pas aux lycées, nous les enseignants des sciences physiques peuvent utiliser nos propres matériels et produits chimiques afin d'enseigner notre matière. Cette situation est justifiée par le coût abordable de certains matériels et produits chimiques au marché. Prenons un exemple, le cent gramme de la poudre de chlorure d'hydrogène coûte dix mille Ariary.

## REFERENCES

### ❖ BIBLIOGRAPHIQUES :

- [1] Ahlem, B-K. (2004). *Notions et modèles fondateurs de la connaissance des élèves et des étudiants en oxydoréduction*. Thèse pour obtenir le grade de docteur en Science de l'Education de l'université de Lumière Lyon 2.
- [2] Bachelard, G. (1975). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris, France : Vrin.
- [3] Berthelot, S., Chambon, G., Chaplet-Madreny, M.-L., Garay, B., Lambert, D., Parisi, J.-M., Simon, R., Testard, B., Zaug, J.-M., Legendre, P., & Muller, J. (2000). *Physique Chimie 2e*. Paris, France : Belin.
- [4] Cariou, J.-Y. (2002). *La formation de l'esprit scientifique-trois axes théoriques, un outil pratique : DiPHTeRIC*. Paris, France : IUFM.
- [5] Develay, M. (1989). Sur la démarche expérimentale. *ASTER*, 8, 3-15.
- [6] Durandea, J.-P., Bramand, P., Caillet, D., Comte, M.-J., Doermann, F., Faye, P., & Thomassier, G. (1989). *Sciences Physiques 3e*. Paris, France : Hachette.
- [7] Durkheim, E. (1898). « *Représentations individuelles et représentations collectives* ». Revue de métaphysique et de morale.
- [8] Durupthy, A., Barde, M., Barde, N., Durupthy, O., Fanguet, M., Fanguet, R., Giacino, M., & Jaubert, A. (2005). *Chimie 1re S*. Paris, France : Hachette.
- [9] Durupthy, A., Durupthy, O., Giacino, M., & Jaubert, A. (1995). *Chimie Term S*. Paris, France : Hachette.
- [10] Giordan, A. (1994). *L'élève et/ou les connaissances scientifiques*. Paris, France : Peter Lang SA.
- [11] Giroud, N. (2011). *Etude de la démarche expérimentale dans les situations de recherche pour la classe*. Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'université de Grenoble : Spécialité, Mathématique.
- [12] Hrairi, S. (2004). *Forme et fonctions des expériences dans l'enseignement de la biologie : cas de la digestion dans le curriculum Tunisien*. Thèse présentée pour obtenir le grade de docteur en didactique des disciplines de l'Ecole Normale de Cachan.

- [13] Larousse. (2008). *Dictionnaire de Français*. Paris, France : Larousse.
- [14] Mannoni, P. (1985). *Que sais-je ? Les représentations sociales*. Paris, France : Puf.
- [15] Meirieu, P. (1987). *Apprendre...oui, mais comment ?* Paris, France : Puf.
- [16] Ministère de l'Education Nationale (1996). *Programme scolaire Classe de première*. Antananarivo : Unité d'Étude et Recherche Pédagogique.
- [17] Moscovici, S. (1961). *La Psychanalyse, son image et son public*. Paris, France : Puf.
- [18] Richoux, H.A. (2000). *Rôles des expériences quantitatives dans l'enseignement de la physique au lycée*. Thèse pour l'obtention du diplôme de docteur de l'université Paris 7.
- [19] Rita, K.-A. (2008). *Structuration par le professeur des connaissances construites par des élèves ayant travaillé en autonomie lors d'une activité expérimentale de chimie*. Thèse pour obtenir le grade de docteur en Science de l'Education – Didactique de la Chimie de l'univesité de Lumière Lyon 2.
- [20] Soudani, M., & Constantin, S. (2003). Liens entre oxydo-réduction et acide-base vus par des enseignants des sciences physiques. *3<sup>ème</sup> rencontres scientifiques*, 53-59.
- [21] Spaeth, V. (2014). La transposition du concept de représentation en didactique du français langue étrangère et seconde. *Recherches et Applications – FDLM*, 44-56.
- [22] Tachou, G. (2004). *Conceptions d'élèves du secondaire sur le rôle de l'expérience en sciences physiques : cas de quelques expériences de cours en électrocinétique*. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies en Sciences de l'Education de l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar : Ecole Normale Supérieure.
- [23] Tinas, J.-L. (2013). *Apprentissage d'un concept scientifique : statut de l'hypothèse dans la démarche d'investigation en science physique*. Thèse pour le doctorat de l'université de bordeaux 2.

## ❖ WEBOGRAPHIQUES :

- [24] Bidal, E. (2016). *Oxydoréduction et cinétique chimique*. Récupéré le 06/04/2018 de [http://chamilo1.grenet.fr/ujf/courses/.../document/Cours.../Cours\\_Chimie\\_SP2\\_2016-17.pdf](http://chamilo1.grenet.fr/ujf/courses/.../document/Cours.../Cours_Chimie_SP2_2016-17.pdf)
- [25] Boujlel, K., Meddouri, H., Mekni, N., & Aloui, H. (2006). *Chimie : 3<sup>ème</sup> année de l'enseignement secondaire/ Science de l'informatique*. Récupéré le 10/03/2018 de <http://www.cnp.com.tn/cnp.tn/arabic/PDF/224371P00.pdf>
- [26] Castet, F., Crespos, C., & Truflandier, L. (2017). *La classification périodique des éléments*. Récupéré le 17/05/2018 de [http://theo.ism.u-bordeaux.fr/~castet/doc1/CH3-la\\_classification\\_periodique.pdf](http://theo.ism.u-bordeaux.fr/~castet/doc1/CH3-la_classification_periodique.pdf)
- [27] Cortial, N. (2015). *Chimie Analytique I : Chapitre 12 Les réactions redox*. Récupéré le 06/04/2018 de <http://web.inc.bme.hu/csonka/csg/oktat/francia/anal/anal6.pdf>
- [28] Duperray,E. (2008).*Equilibre d'oxydoréduction*. Récupéré le 09/04/2018 de <http://remy.duperray.free.fr/page29/page10/files/Equilibre-oxydoreduction.pdf>
- [29] Gauchard, P.-A. (2010). *Les solutions aqueuses 2 : réactions d'oxydo-réduction*. Récupéré le 05/03/2018 de [http://unf3s.cerimes.fr/media/paces/Grenoble.../gauchard\\_pierre\\_alexis\\_p07.pdf](http://unf3s.cerimes.fr/media/paces/Grenoble.../gauchard_pierre_alexis_p07.pdf)
- [30] Gauchard, P.-A. (2010). *Solution aqueuse 1 : réactions acides-bases*. Récupéré le 10/03/2018 de [http://www.gauchard\\_pierre\\_alexis\\_P06.pdf](http://www.gauchard_pierre_alexis_P06.pdf)
- [31] Kroonen, G., Cahay, R., Cornelis, A., Collignon, V., Leyh, B., & Wuytack, R. (2000). *Les acides et les bases en solution aqueuse*. Récupéré le 10/03/2018 de <http://www.grptrans.ulg.ac.be/modules/ac-bas-i.pdf>
- [32] Miseur,L.(2012). *Concept de bases des liaisons*. Récupéré le 06/04/2018 de <https://www.lachimie.net/fiches/lachimie.net.electronegativite.pdf>
- [33] Wallon, H. (2010). *Les solution aqueuses*. Récupéré le 06/04/2018 de [http://www.physique.wallon.free.fr/cahiers\\_de\\_texte\\_2010\\_2011/cahier\\_3E.p](http://www.physique.wallon.free.fr/cahiers_de_texte_2010_2011/cahier_3E.p)
- [34] Yann. (2017). Solution aqueuse ionique. Récupéré le 11/06/2018 de <http://www.superprof.fr/ressources/physique-chimie/.../melange-homogène.htm>

## **ANNEXES**

**Annexe 1 :** Fiche questionnaire destinée aux enseignants de la classe de première scientifique

**Nombre d'années d'enseignement :**

**Etablissement actuel :**

**Classes enseignées :**

1. Est-ce que vous avez déjà enseigné la classe de première scientifique ?

OUI       NON

2. Est-ce que vous avez déjà enseigné le chapitre « Réaction d'oxydoréduction » ?

OUI       NON

3. Est-ce que vous avez fait des expériences dans le processus d'enseignement et d'apprentissage de ce chapitre ?

OUI       NON

4. Si oui, donner les matériels et les produits que vous avez utilisés.

Matériels :

Produits :

5. Sinon, donner les facteurs :

- 
- 
- 

6. Quelles étapes avez-vous suivies quand vous avez enseigné ce chapitre ?

---

7. Quels sont les problèmes que vous avez rencontrés pendant l'enseignement de ce chapitre ?

- 
- 
-

8. Quelles solutions proposez-vous pour améliorer l'enseignement de ce chapitre ?

- 
- 
- 

Le traitement des données de cette fiche questionnaire nous permet d'élaborer notre mémoire de fin d'études. Il nous permet aussi d'améliorer l'enseignement/apprentissage ainsi qu'une partie du programme scolaire concernant ce chapitre. Vous nous avez déjà aidé à l'achèvement de ces tâches quand vous avez rempli cette fiche questionnaire.

La fiche questionnaire remplie est à rendre le 27 Avril 2018.

## **Annexe 2 : Fiche questionnaire destinée aux élèves de la classe de premiere scientifique**

**Nom :**

**Prénom(s) :**

**Classe :**

**Etablissement :**

**Sexe :**  **M**  **F**

### **Consignes (toro-marika) :**

- L'explication en malagasy sera autorisée à toutes les réponses (Mahazo halalana ny fanazavana amin'ny teny malagasy amin'ny valim-panontaniana rehetra) ;
- Aucune sanction pour des mauvaises réponses (Tsy misy sazy azo amin'ny valim-panontaniana diso) ;
- Evitez tout travail collectif, car ceci est un travail personnel anonyme et n'aura pas d'impact sur les notes de sciences physiques (Tsy azo atao ny asa iombonana satria natokana asa an'olo-tokana tsy manonona anarana ary tsisy fia traikany amin'ny naotin'ny siansa fizika ny fanaovana azy ity) ;
- Pour les questions à choix multiple, une seule réponse est correcte (Ho an'ny fanontaniana amina safidy maro, iray ihany no valiny marina).

### **1. Questions à propos des concepts d'acide/base :**

1.1 Qu'est-ce qu'une solution acide ? (Inona no atao hoe tsiranoka asidra?)

---

1.2 Un acide est une entité chimique :

- Qui capte des ions H<sup>+</sup> (ou H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) ;
- Qui libère des ions H<sup>+</sup> (ou H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) ;
- Qui gagne des ions H<sup>+</sup> (ou H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>).

1.3 Une solution est acide si :

- Son pH > 7 ;
- Son pH < 7 ;
- Son pH = 7.

1.4 Une solution aqueuse d'acide chlorhydrique (HCl) contient des ions :

- Cl<sup>-</sup> et OH<sup>-</sup> ;
- Cl<sup>-</sup> et Na<sup>+</sup> ;
- Cl<sup>-</sup> et H<sup>+</sup> (ou H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>).

1.5 Si le pH d'une solution acide augmente, le nombre des ions H<sup>+</sup> (ou H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) dans cette solution :

- Diminue ;
- Augmente ;
- Ni diminue, ni augmente.

## 2. Questions à propos des concepts d'oxydoréduction :

2.1 Qu'évoque pour vous les termes suivants (Inona no zavatra tonga ao an-tsainaao mahakasika ireto teny manaraka ireto) :

2.1.1 La combustion :

---

---

2.1.2 L'oxydation :

---

---

2.1.3 La réduction :

---

---

2.1.4 L'oxydoréduction :

---

---

2.2 Qu'avez-vous à l'esprit quand vous entendez les termes suivants ? (Inona no zavatra tonga ao an-tsainaao rehefa mahare ireto teny ireto ianao?)

2.2.1 L'oxydant :

---

---

-----  
-----  
-----  
**2.2.2 Le réducteur :**

-----  
-----  
-----  
**2.2.3 Le couple redox :**

-----  
-----  
-----  
**2.2.4 Potentiel standard :**

-----  
-----  
-----  
**2.2.5 La règle de gamma :**

**2.3 Un oxydant est :**

- Un capteur d'électrons ;
- Un donneur d'électrons ;
- Ni capteur, ni donneur d'électrons.

**2.4 Un réducteur est :**

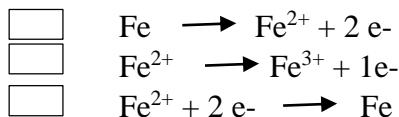
- Un capteur d'électrons ;
- Un donneur d'électrons ;
- Ni capteur, ni donneur d'électrons.

**2.5 Dans l'écriture  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$ , le réducteur est ..... et l'oxydant est .....**

**2.6 Lors d'une réaction d'oxydation :**

- Il y a une perte d'électrons ;
- Il y a un gain d'électrons ;
- Ni gain, ni perte d'électrons.

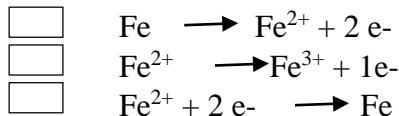
**2.7 Laquelle des réactions suivantes représente l'oxydation de l'ion ferreux  $\text{Fe}^{2+}$  ?:**



2.8 Lors d'une réaction de réduction:

- Il y a une perte d'électrons ;  
 Il y a un gain d'électrons ;  
 Ni gain, ni perte d'électrons.

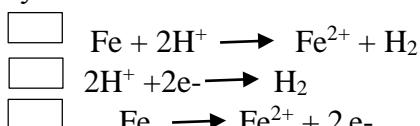
2.9 Laquelle des réactions suivantes représente la réduction de l'ion ferreux  $\text{Fe}^{2+}$  :



2.10 Dans une réaction d'oxydoréduction, il se produit un transfert d'électrons entre les deux réactifs :

- Acide et base ;  
 Oxydant et réducteur ;  
 L'eau et le sel.

2.11 Parmi les réactions suivantes, laquelle qui correspond à une réaction d'oxydoréduction? :



2.12 Lors de l'action d'acide chlorhydrique HCl sur le fer Fe, les produits obtenus sont :

- Dihydrogène  $\text{H}_2$  et l'ion ferreux  $\text{Fe}^{2+}$  ;  
 Dihydrogène  $\text{H}_2$  et l'ion ferrique  $\text{Fe}^{3+}$  ;  
 Hydrogène H et l'ion ferreux  $\text{Fe}^{2+}$ .

2.13 Quel est le rôle des ions  $\text{Cl}^-$  lors de l'action d'acide chlorhydrique HCl sur le fer Fe ? (Inona no asan'ny « ions  $\text{Cl}^-$  » mandritran'ny fampiarana ny « acide chlorhydrique HCl » amin'ny « fer Fe » ?)

---



---

2.14 Comment identifie-t-on la présence du gaz dihydrogène  $\text{H}_2$  ? (Ahoana no hamantarana ny fisian'ny entona «dihydrogène  $\text{H}_2$ »?)

---



---

2.15 Comment tester la présence des ions ferreux  $\text{Fe}^{2+}$  dans une solution aqueuse ? (Ahoana no hitestena ny fisian'ny « ions  $\text{Fe}^{2+}$  » ao anatina « solution aqueuse »?)

$\text{Fe}^{2+}$ :

---

---

2.16 Comment tester la présence des ions  $\text{Cl}^-$  dans une solution aqueuse ? (Ahoana no hitestena ny fisian'ny « ions  $\text{Cl}^-$  » ao anatina « solution aqueuse »?)

$\text{Cl}^-$ :

---

---

***BON COURAGE ET MERCI DE VOTRE COLLABORATION***

### **Annexe 3 : Fiche pédagogique sur l'action de l'acide chlorhydrique sur le fer**

**Classe :** Première scientifique

**Séquence :** Réaction d'oxydoréduction en solution aqueuse

**Titre :** L'action des solutions acides sur le fer

**Durée :** 2h

**Objectifs :** A l'issue de cette séance, l'élève doit être capables de (d') :

- ❖ Interpréter la réaction de l'acide chlorhydrique sur le fer ;
- ❖ Ecrire et définir une réaction d'oxydoréduction ;
- ❖ Appliquer la règle de gamma.

**Pré requis :**

- ❖ Formule chimique des éléments simples et composés ;
- ❖ Définition d'une solution aqueuse ;
- ❖ Définir une solution acide et une solution basique ;
- ❖ Test d'identification du gaz dihydrogène ;
- ❖ Equilibré une réaction chimique.

**Matériels utilisés :**

- ❖ Huit tubes à essais ;
- ❖ Huit bouchons ;
- ❖ Quatre portes tubes à essais ;
- ❖ Deux briquets ;
- ❖ Deux papiers pH ;
- ❖ Deux pipettes graduées.

**Produits utilisés :**

- ❖ Acide chlorhydrique de concentration  $0,5 \text{ mol. L}^{-1}$  ;
- ❖ Hydroxyde de sodium de concentration  $0,5 \text{ mol. L}^{-1}$  ;
- ❖ Jex.

**Bibliographies :**

- ❖ Durandeau, J.-P., Bramand, P., Caillet, D., Comte, M.-J., Doermann, F., Faye, P., & Thomassier, G. (1989). *Sciences Physiques 3<sup>e</sup>*. Paris, France : Hachette.
- ❖ Durupthy, A., Barde, M., Barde, N., Durupthy, O., Fanguet, M., Fanguet, R., Giacino, M., & Jaubert, A. (2005). *Chimie 1<sup>re</sup> S*. Paris, France : Hachette.

## Webographies :

- ❖ Bidal, E. (2016). *Oxydoréduction et cinétique chimique*. Récupéré le 06/04/2018 de [http://chamilo1.grenet.fr/ujf/courses/.../document/Cours.../Cours\\_Chimie\\_SP2\\_2016-17.pdf](http://chamilo1.grenet.fr/ujf/courses/.../document/Cours.../Cours_Chimie_SP2_2016-17.pdf)
- ❖ Boujel, K., Meddouri, H., Mekni, N., & Aloui, H. (2006). *Chimie : 3<sup>ème</sup> année de l'enseignement secondaire/ Science de l'informatique*. Récupéré le 10/03/2018 de <http://www.cnp.com.tn/cnp.tn/arabic/PDF/224371P00.pdf>
- ❖ Gauchard, P.-A. (2010). *Les solutions aqueuses 2 : réactions d'oxydoréduction*. Récupéré le 05/03/2018 de [http://unf3s.cerimes.fr/media/paces/Grenoble.../gauchard\\_pierre\\_alexis\\_p07.pdf](http://unf3s.cerimes.fr/media/paces/Grenoble.../gauchard_pierre_alexis_p07.pdf)

Durée	Stratégie/Partie orale/Consigne/ Organisation	Trace écrite
2 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <i>Salutation !</i></li> <li>❖ <i>Maintenant</i>, nous allons aborder un nouveau chapitre « La réaction d'oxydoréduction en solution aqueuse » et nous nous intéressons à l'action de la solution aqueuse d'acide chlorhydrique sur le fer.</li> </ul>	<div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 10px;"> <b>REACTION D'OXYDOREDUCTION EN SOLUTION AQUEUSE</b> </div> <p><u>Action de la solution aqueuse d'acide chlorhydrique sur le fer :</u></p>
1 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <i>Annonce de l'objectif de notre séance !</i></li> </ul>	
2 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <i>Présentation des matériels !</i></li> </ul>	
2 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <i>Présentation des produits chimiques !</i></li> </ul>	
10 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <i>Présentation orale des précautions pour l'utilisation de ces matériels et ces produits chimiques précédents pendant les manipulations (voir annexe 4 pour ces précautions).</i></li> </ul>	

10 min	<p>❖ <b><i>Test de prérequis :</i></b></p> <p>Avant de commencer les manipulations, je vais vous poser quelques questions.</p> <p><b><u>Q1</u></b> : Quels sont les ions qui constituent notre solution aqueuse d'acide chlorhydrique ?</p> <p><b><u>R1</u></b> : Les ions hydrogène <math>H^+</math> (ou ions hydronium <math>H_3O^+</math>) et les ions chlorure <math>Cl^-</math></p> <p><b><u>Q2</u></b> : Lequel de ces ions est le responsable de l'acidité de la solution aqueuse d'acide chlorhydrique ?</p> <p><b><u>R2</u></b> : C'est <math>H^+</math> (ou <math>H_3O^+</math>)</p> <p><b><u>Q3</u></b> : D'après vous, le pH d'une solution acide est-il inférieur ou supérieur ou égal à 7 ?</p> <p><b><u>R3</u></b> : <math>pH &lt; 7</math></p> <p><b><u>Q4</u></b> : Maintenant, la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium est-elle une solution acide ? Et quel est son pH ?</p> <p><b><u>R4</u></b> : Non, c'est une solution basique dont son pH est supérieur à 7.</p> <p><b><u>Q5</u></b> : A quoi sert le jex ?</p> <p><b><u>R5</u></b> : C'est notre métal fer Fe. Pour la suite, nous allons faire des expériences concernant l'action de la solution aqueuse d'acide chlorhydrique sur le fer.</p> <p><b><u>Organisation :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ vous allez organiser en trois groupes constitués de quatre élèves !</li> <li>❖ on distribue ensuite à chacun des élèves la fiche TP (voir annexe 4).</li> </ul> <p><b><u>Consignes :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ lisez bien l'instruction dans la fiche TP et répondez ensuite les questions dans l'exploitation ;</li> </ul>	
3 min		

<p>40 min</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ tous les élèves dans chaque groupe participeront à toutes les manipulations.</li> </ul> <p>Dans deux tubes à essais, introduire dans chacun d'eux un morceau de jex, puis environ 2 mL d'une solution d'acide chlorhydrique (<math>H^+(aq) + Cl^-(aq)</math>) à 0,5 mol. L<sup>-1</sup> et boucher-les à l'aide du bouchon.</p> <p><b>Q6 :</b> Qu'observez-vous quand on ajoute quelques gouttes d'une solution d'hydroxyde de sodium dans le mélange (HCl + Fe) ?</p> <p><b>R6 :</b> On observe un précipité vert dans le tube à essai.</p> <p><b>Q7 :</b> Quelle espèce ionique est ainsi caractérisée ?</p> <p><b>R7 :</b> L'espèce ionique caractérisée par ce précipité vert est l'ion ferreux <math>Fe^{2+}</math>. On distribue ensuite à chaque élève les deux documents ci-dessous qui illustrent le test d'identification de l'ion <math>Cl^-</math>.</p> <p><b>Test d'identification de l'ion <math>Cl^-</math>:</b></p> <p><b>Q8 :</b> Traduisez par une réaction chimique la formation de l'ion <math>Fe^{2+}</math>. (La première demi-équation).</p> <p><b>R8 :</b> La réaction chimique montrant la formation de cette espèce ionique est la première demi-équation suivante :  <math>Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2 e^-</math>.</p> <p><b>Q9 :</b> Quel est le couple redox (Ox/Red) qui l'intervient ?</p> <p><b>R9 :</b> C'est <math>Fe^{2+} / Fe</math>.</p>	<p><b>1. Expérience 1 :</b> <b>Manipulation :</b></p> <p><b>Résultat :</b> Formation d'un précipité vert.</p> <p><b>Interprétations :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ L'espèce ionique caractérisée par ce précipité vert est l'ion ferreux <math>Fe^{2+}</math> ;</li> <li>❖ Le métal fer perd deux électrons pour former l'ion ferreux <math>Fe^{2+}</math>, donc l'équation de la réaction chimique est  <math>Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2 e^-</math></li> <li>❖ Le métal fer Fe est oxydé en <math>Fe^{2+}</math> et cette réaction est appelée une réaction d'oxydation.</li> </ul>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

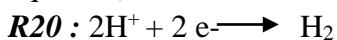
<p><b>Q10 :</b> Quel est l'oxydant dans ce couple ?</p> <p><b>R10 :</b> C'est le <math>\text{Fe}^{2+}</math></p> <p><b>Q11 :</b> Pourquoi ?</p> <p><b>R11 :</b> Car il prend deux électrons.</p> <p><b>Q12 :</b> Quel est le réducteur dans ce couple ?</p> <p><b>R12 :</b> C'est le Fe</p> <p><b>Q13 :</b> Pourquoi ?</p> <p><b>R13 :</b> Car il perd deux électrons.</p> <p><b>Q14 :</b> Quelle conclusion pouvez-vous en donner ?</p> <p><b>R14 :</b> La réaction d'oxydation de l'ion ferreux est : <math>\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-</math> dans laquelle le fer perd deux électrons pour former l'ion ferreux. Le couple redox qui l'intervient est <math>\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}</math>.</p> <p><b>Remarque :</b> La réaction de combustion est aussi une réaction d'oxydation au cours de laquelle il y a gain de l'oxygène.</p> <p>Maintenant, nous allons faire une autre expérience.</p> <p><b>Q15 :</b> Que se passe-t-il quand on présente une tige d'allumette (ou briquet) portant une flamme à l'extrémité à la sortie du tube (le même tube précédent contenant le jex et la solution d'acide chlorhydrique) ?</p> <p><b>R15 :</b> Il y a une détonation quand on présente une allumette à la sortie du tube.</p> <p><b>Q16 :</b> Quel gaz est ainsi caractérisé ?</p> <p><b>R16 :</b> Le gaz caractéristique de ce phénomène est le dihydrogène <math>\text{H}_2</math>.</p> <p>Mesurer le pH de la solution d'acide chlorhydrique et le mélange (Solution d'acide chlorhydrique et Le jex) à l'aide du papier-pH.</p> <p><b>Q17 :</b> Est-ce que le pH varie ?</p> <p><b>R17 :</b> Le pH varie</p> <p><b>Q18 :</b> Si oui, augmente-t-il ou diminue-t-il ?</p>	<p><b>Conclusion :</b> L'oxydation est une réaction chimique au cours de laquelle une espèce chimique perd un ou plusieurs électrons.</p> <p><b>2. Expérience 2 :</b></p> <p><b>Manipulation 1 :</b></p> <p><b>Manipulation 2 :</b></p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**R18** : Il augmente

**Q19** : Que signifie si le pH augmente ou diminue ?

**R19** : L'augmentation du pH signifie que les ions responsables de l'acidité d'une solution aqueuse (ion hydrogène  $H^+$ ) réagissent et diminuent en nombre dans la solution. Tandis que la diminution du pH signifie que ces ions réagissent aussi, mais son nombre augmente dans la solution.

**Q20** : Comment obtenir alors le gaz dihydrogène à partir d'ion hydrogène  $H^+$  (la deuxième demi-équation) ?



Cette réaction est appelée une réaction de réduction.

**Q21** : Quel est le couple redox (Ox/Red) qui l'intervient ?

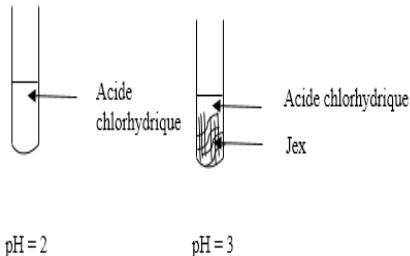
**R21** : Le couple redox qui l'intervient est  $H^+ / H_2$ . L'oxydant est l'ion  $H^+$  et le réducteur est le gaz  $H_2$ .

**Q22** : Quelle conclusion pouvez-vous en donner ?

**R22** : Une réaction de réduction est une réaction chimique au cours de laquelle une espèce chimique gagne un ou plusieurs électrons.

**Q23** : Additionner les deux demi-équations ainsi obtenues et conclure. Qui est volontaire pour le faire ?

**R23** : Voir cours : réaction d'oxydoréduction : action de l'acide



### Résultats :

- ❖ Il y a un dégagement du gaz qui est vérifié par une détonation (Pop).
- ❖ Le pH de la solution aqueuse d'acide chlorhydrique est égal à 2.
- ❖ Le pH du mélange de la solution aqueuse d'acide chlorhydrique avec le jex est égal à 3.

### Interprétations :

- ❖ Le gaz caractéristique de cette détonation est le dihydrogène
- ❖ Le pH augmente, donc les ions responsables de l'acidité d'une solution aqueuse (ion hydrogène  $H^+$ ) réagissent et diminuent en nombre dans la solution.
- ❖ L'ion  $H^+$  prend deux électrons pour former du gaz dihydrogène  $H_2$  et l'équation de la réaction chimique est
$$2H^+ + 2 e^- \longrightarrow H_2$$
- ❖ L'ion  $H^+$  est réduit en  $H_2$  et cette réaction précédente est appelée une réaction de réduction.

### Conclusion :

Une réaction de réduction est une réaction chimique au cours de laquelle une espèce chimique gagne un ou plusieurs électrons.

	chlorhydrique sur le fer et définition d'une réaction d'oxydoréduction.	<b>3. Réaction d'oxydoréduction : action de l'acide chlorhydrique sur le fer :</b>
20 min	Pour continuer, je vous donne le document suivant qui présente le potentiel standard de quelques couples redox.	<p>Réaction de réduction : <math>2\text{H}^+_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2_{(\text{g})}</math> (<math>\text{H}^+/\text{H}_2</math>)</p> <hr/> <p>Réaction d'oxydation : <math>\text{Fe}_{(\text{s})} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^-</math> (<math>\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}</math>)</p> <hr/> <p>Réaction d'oxydoréduction : <math>2\text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{Fe}_{(\text{s})} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{H}_2_{(\text{g})}</math></p>
		<b>4. Définition d'une réaction d'oxydoréduction :</b> <p>Une réaction d'oxydoréduction est une réaction dans laquelle des électrons sont transférés entre deux réactifs : l'oxydant d'un couple redox et le réducteur de l'autre couple redox.</p>

Couples redox	Potentiels standards en volt (V)
$\text{F}_2/\text{F}$	+2,87
$\text{Au}^+/\text{Au}$	+1,69
$\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$	+1,51
$\text{Cl}_2/\text{Cl}^-$	+1,36
$\text{Ag}^+/\text{Ag}$	+0,80
$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$	+0,77
$\text{I}_2/\text{I}^-$	+0,54
$\text{O}_2/\text{OH}^-$	+0,40
$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$	+0,34
$\text{AgCl}/\text{Ag}$	+0,22
$\text{H}^+/\text{H}_2$	0
$\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$	-0,44
$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$	-0,76
$\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$	-0,83
$\text{Al}^{3+}/\text{Al}$	-1,66
$\text{Na}^+/\text{Na}$	-2,71

Nous allons appliquer la règle de gamma à partir de ces valeurs de potentiels standards des couples

redox pour prévoir la réaction d'oxydoréduction entre le fer et l'acide chlorhydrique.

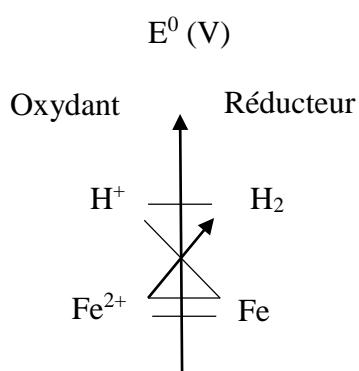
Nous avons dit toute à l'heure que les couples qui interviennent sont  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$  et  $\text{H}^+/\text{H}_2$ .

#### Consigne :

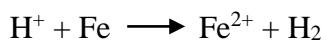
Le couple qui a une valeur de potentiel élevée se met au-dessus de l'autre couple de valeur de potentiel faible.

**Q24 : Qui est volontaire pour appliquer la règle de gamma pour ces deux couples ?**

#### R24 :



En appliquant cette règle, la réaction est



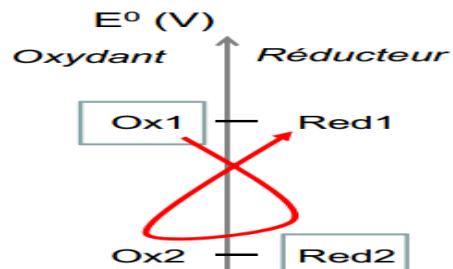
Un autre élève qui équilibre cette réaction.



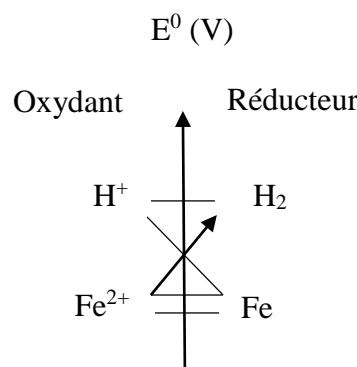
Ainsi s'achève notre cours d'aujourd'hui, nous continuerons ce cours à la prochaine fois.

#### **5. Règle de gamma :**

La règle de gamma est une règle qui détermine la réaction spontanée l'oxydant du couple de potentiel standard le plus élevé avec le couple du réducteur de potentiel standard le plus faible. Cette règle est donnée par la figure suivante :



**Exemple :** Application de la règle de gamma sur les deux couples redox  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$  et  $\text{H}^+/\text{H}_2$



Donc la réaction d'oxydoréduction est



## **Annexe 4 : Fiche TP chimie sur l'action de l'acide chlorhydrique sur le fer**

**Classe :** Première scientifique

**Durée :** 2h

**Objectifs :** A l'issue de ce TP, l'élève doit être capable de (d') :

- Interpréter la réaction de l'acide chlorhydrique sur le fer ;
- Appliquer la règle de gamma.
- Ecrire et définir une réaction d'oxydoréduction ;

**Pré requis :**

- ❖ Formule chimique des éléments simple et composés ;
- ❖ Définition d'une solution aqueuse ;
- ❖ Définir une solution acide et une solution basique ;
- ❖ Test d'identification du gaz dihydrogène ;
- ❖ Equilibrer une réaction chimique.

**Matériels utilisés :**

- ❖ Huit tubes à essais ;
- ❖ Huit bouchons ;
- ❖ Quatre portes tubes à essais ;
- ❖ Deux briquets ;
- ❖ Deux papiers pH ;
- ❖ Deux pipettes graduées.

**Produits utilisés :**

- ❖ Acide chlorhydrique de concentration  $0,5 \text{ mol. L}^{-1}$  ;
- ❖ Hydroxyde de sodium de concentration  $0,5 \text{ mol. L}^{-1}$  ;
- ❖ Jex.

**Consignes de sécurité :**

- ❖ Les produits chimiques (liquides) que nous avons utilisés sont corrosifs, donc ne jamais prendre avec les mains les tubes à essais contenant ces produits mais utiliser les pinces en bois ;
- ❖ Ne jamais inhaller les produits chimiques;
- ❖ Reboucher tout flacon après usage ;
- ❖ A la fin des TP, se laver les mains.

### **MANIPULATION :**

- ❖ Dans deux tubes à essais, introduire dans chacun d'eux une spatule de limaille de fer, puis environ 2 mL d'une solution d'acide chlorhydrique ( $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ ) à 0,5 mol. L<sup>-1</sup>.
- ❖ Boucher-les à l'aide du bouchon ;
- ❖ Relever une solution d'hydroxyde de sodium de concentration 0,5 mol. L<sup>-1</sup> à l'aide d'une pipette graduée et puis ajouter quelques gouttes de cette solution dans l'un des deux tubes à essais précédents.
- ❖ Après quelques instants, présenter une tige d'allumette portant une flamme à l'extrémité à la sortie de l'autre tube à essai ;
- ❖ Mesurer le pH de la solution d'acide chlorhydrique à l'aide du papier pH ;
- ❖ Mesurer ensuite le pH du mélange (HCl + Fe) à l'aide aussi du papier pH.

### **QUESTIONS :**

- ❖ Qu'observez-vous quand on ajoute quelques gouttes d'une solution d'hydroxyde de sodium dans le mélange (HCl + Fe) ? Quelle espèce ionique est ainsi caractérisée ? Traduisez par une réaction chimique la formation de cette espèce ionique (La première demi-équation). Quel est le couple redox (Ox/Red) qui l'intervient ?
- ❖ Que se passe-t-il quand on présente une tige d'allumette portant une flamme à l'extrémité à la sortie du tube ? Quel gaz est ainsi caractérisé ?
- ❖ Est-ce que le pH varie ? Si oui, augment-il ou diminue-t-il ? Que signifie si le pH augmente ou diminue ?
- ❖ Comment obtenir alors le gaz précédemment à partir d'ion hydrogène H<sup>+</sup> (La deuxième demi-équation) ? Quel est le couple redox (Ox/Red) qui l'intervient ?
- ❖ Additionner les deux demi-équations ainsi obtenues et conclure.

**Université d'Antananarivo**  
**Ecole Normale Supérieure**  
**DOMAINE : « SCIENCES DE L'EDUCATION »-**  
**MENTION : « Formation des Ressources Humaines de l'Education »**  
**SPECIALITE : Physique - Chimie**  
**PARCOURS : Formation de Professeur Spécialisé en Physique Chimie**

### Résumé du Mémoire de Master Professionnel

**Titre :** L'influence des travaux pratiques sur les représentations des élèves dans l'enseignement et l'apprentissage de la réaction d'oxydoréduction en solution aqueuse : cas de l'action des solutions acides sur les métaux en classe de première scientifique au lycée.

**Mots-clés :** *Travaux pratiques, représentation, connaissance, oxydoréduction, acide.*

Les travaux pratiques figurent les tâches très importantes pour enseigner les sciences physiques, notamment, au changement des représentations (ou les connaissances) des élèves. Pour cela, nous avons donné aux élèves un questionnaire se rapportant à l'identification de leurs représentations et de leurs connaissances sur les concepts d'acide/base et d'oxydoréduction et, aux enseignants un autre questionnaire se rapportant à l'identification de leurs méthodes d'enseignement et de leurs problèmes lors de l'enseignement et l'apprentissage des concepts d'oxydoréduction. En effet, l'exploitation des données nous a permis de proposer une fiche des travaux pratiques aux élèves. Cette dernière a été expérimentée et adressée à un échantillon de douze (12) élèves de la classe de première scientifique de chacun des deux lycées dont nous avons faits notre travail. De plus, l'exploitation des données nous a permis également de constater que la réalisation des travaux pratiques change les représentations des élèves vers les plus avancées.

#### **Abstract**

**Title :** Influence of the practicals to the students representations from the teaching and the learning oxidation-reduction reaction of the aqueous solution: case of the action of the acid solutions on the metals from scientific eleventh class at the high school

**Keywords :** *Practicals, representation, knowledge, oxidation-reduction, acid.*

Practicals are very important for teaching physical science, especially, about the representations (or knowledge). For that, we made survey to the students and to the teachers. One questionnaire is to identify how the students would identify the conception of the oxidation-reduction and of the acid. The other one is to identify what methods would teachers use and what problems do they encounter when teaching physical science in high school. In fact, the study of the results helps us preparing and experimenting a practical worksheet. We select twelve (12) students in each class in the two high school, and collect all the results they found. We also notice that practicals change greatly the representations of the students.

**Auteur :** ADRIAMAROSOA Tojonirina Henri  
**Coordonnées :**

- ❖ **Adresse:** LOT II B 14 K Miakadaza Imerintsiasosika
- ❖ **e-mail:** andriamarosoatojonirahenri@gmail.com
- ❖ **Téléphone :** 034 46 953 77

**Encadreur :** Mr ANDRIANARIMANANA Jean Claude Omer, Professeur titulaire.

**Coordonnées :**  
❖ **e-mail :** andrianariomer@yahoo.fr  
❖ **Téléphone :** 034 11 557 44