

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

ECOLE NORMALE SUPERIEURE

FORMATION DOCTORALE

« SCIENCES DE L'EDUCATION ET DIDACTIQUES DES DISCIPLINES »

DEA DIDACTIQUES DES DISCIPLINES

Option : Sciences Expérimentales

*****.

MEMOIRE TUTEUR

ANALYSE DE LA TRANSPOSITION DIDACTIQUE DU CONCEPT

OXYDOREDUCTION DANS LES PROGRAMMES MALGACHES ET

MANUELS SCOLAIRES

Présenté par : Mme RAHARIJAONA née ANDRIANTSILAVO Parsonnette Solomalala

Tuteur : Mme RAZAFIMBELO Judith, Professeur Titulaire

Date : 08 Mars 2006

REMERCIEMENTS

Nous voudrions remercier notre tuteur,
Madame RAZAFIMBELO Judith : Professeur Titulaire à l'ENS
Pour le soutien et les encouragements bienveillants qu'elle a fait preuve à notre égard
dans la réalisation de ce mémoire.

Soyez assurée de notre profonde reconnaissance.

Nos sincères remerciements à nos examinateurs :

Monsieur Marcel CRAHAY :

Professeur Titulaire aux Universités de Genève et de Liège.

et

Monsieur Henri RASOLODRAMANITRA :

PH D – Maître de conférences à l'Ecole Normale Supérieure

Vos conseils seront pris en considération dans l'intérêt de cette recherche qui s'inscrit
dans le cadre de la didactique des disciplines scientifiques.

SOMMAIRE

Introduction.....	1
Chapitre I : Cadre théorique de références -----	2
I.1 A propos des programmes scolaires-----	2
I.2 A propos des manuels scolaires-----	2
I.3 A propos des objectifs d'apprentissage -----	4
I.4 A propos des pratiques d'apprentissage -----	5
I.5 A propos du contenu -----	6
I.6 A propos des modèles d'oxydoréduction -----	7
I.7 A propos du raisonnement-----	11
I.8 A propos des obstacles -----	12
Chapitre II : Présentation descriptive et analytique de la recherche mère -----	13
II.1 Description de la thèse -----	13
II.2 Objectifs de la recherche-----	13
II.3 Problématiques et question de recherche-----	14
II.4 Méthodologie-----	17
II.5 Résultats obtenus-----	19
II.5.1 Relatifs aux réflexions épistémologiques -----	19
II.5.2 Relatifs à l'analyse des programmes-----	21
II.5.3 Relatifs à l'analyse des manuels-----	23
II.5.4 Relatifs à l'analyse empirique -----	24
Chapitre III : Analyse de la transformation didactique du concept oxydoréduction dans les programmes secondaires malgaches -----	29
III.1 Problématique et question de recherche -----	31
III.2 Présentation du corpus -----	33
III.3 Méthodologie -----	32
III.4 Résultats et analyses -----	33
III.4.1 Dispositions générales des programmes -----	33
III.4.2 Présentation de contenu des programmes -----	34
III.4.3 Types d'objectifs assignés -----	35
III.4.4 Progression des contenus -----	41
III.4.5 Types d'activités d'apprentissage -----	44
III.4.6 Démarches et hypothèses d'apprentissage -----	46
III.4.7 Choix épistémologiques -----	48
Chapitre IV : Conclusion -----	50
Référence bibliographique-----	56

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°1 : les quatre modèles d'oxydoréduction	Page : 8
Tableau N°2 : Présentation du corpus étudié	Page : 32
Tableau N°3 : Présentation du contenu des programmes	Page : 34
Tableau N°4 : Les objectifs spécifiques assignés	Page : 36
Tableaux N°5 : Les types de réaction et les explications	Page : 38
Tableau N°6 : Progression de contenu	Page : 42
Tableau N°7 : Les types d'activité d'apprentissage	Page : 44

INTRODUCTION

Notre recherche s'inscrit dans le cadre d'un travail de réplcation sur la transposition didactique du concept oxydoréduction dans les programmes et manuels scolaires.

Elle se base sur la thèse intitulée « **Conceptions et obstacles dans l'enseignement/ apprentissage de l'oxydoréduction – contribution à une épistémologie appliquée à la construction curriculaire** » présenté par Mohamed Soudani le 17 septembre 1998 et dont le cadre institutionnel était le Laboratoire de Recherche en Didactique des Sciences (LDRS) à l'Université de Montpellier II- Sciences et Techniques de Languedoc.

Notre choix s'est trouvé motivé pour une raison principale : il s'agit d'un sujet qui nous tient particulièrement à cœur. L'expérience de vingt années d'enseignement / apprentissage de la chimie et des conversations avec des collègues nous ont amené à constater que le concept d'oxydoréduction présente des difficultés dans son enseignement / apprentissage scolaire presque partout dans le monde en particulier à Madagascar. L'échec scolaire, le manque d'intérêt des élèves, leurs « erreurs » sont autant de raisons à s'interroger.

En même temps, il n'est pas sûr que les résultats obtenus à l'étranger puissent transposés dans notre contexte culturel.

Les quatre chapitres qui suivent constituent le corps de notre travail :

Le chapitre I est consacré au cadre théorique de référence de notre étude.

Le chapitre II traite de la présentation descriptive et analytique de la recherche mère.

Le troisième chapitre concerne notre travail de réplcation : notre problématique et nos questions de recherche, la méthodologie utilisée et les résultat obtenus.

Nous concluons dans le chapitre IV sur l'oxydoréduction dans les programmes et manuels scolaires ; ce que les manuels et programmes ont en commun, ce qui les différencie.

CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE DE REFERENCE

Dans notre travail de réplique, nous nous intéressons à la transposition « externe » (Develay, 1965), l'étape correspondant à la transformation du savoir de référence au savoir à enseigner et conduisant à la définition de l'objet d'enseignement figuré dans les programmes scolaires. L'autre étape dite « interne » est du ressort de l'enseignant pour son propre usage en classe en fonction des niveaux scolaires et des programmes fixés légalement.

Pour asseoir notre travail, il convient de voir les concepts de base qui sous-tendent l'élaboration des programmes, les catégories de manuels qui se prêtent à ses analyses, les contenus d'enseignement, les objectifs d'apprentissage, les choix épistémologiques qui peuvent se rapporter à la conception de l'oxydoréduction.

I.1 A propos des programmes et manuels scolaires

Pour l'opinion publique, les programmes et manuels scolaires sont la partie visible et concrète de la politique éducative du pays. Ils permettent avec un enseignement approprié d'assumer la responsabilité de la réussite ou de l'échec d'un apprentissage. Mais ils sont surtout des instruments d'enseignement pour l'enseignant et outils d'apprentissage pour l'élève.

Si le curriculum est une structure d'éléments et de niveaux reliés entre eux selon une hiérarchie fonctionnelle, son caractère opérationnel peut se définir à partir des concepts de base qui déterminent les différents aspects mis en œuvre dans l'élaboration des programmes .

Ils peuvent se traduire par une série de questions ;

Pourquoi ? C'est la question concernant la politique éducative : ses finalités, ses options ; les buts et la structure du système éducatif ; les types de formation ainsi que les objectifs des disciplines aux différents niveaux d'enseignement.

Quoi ? Concerne les contenus des programmes d'enseignement : que doit-on enseigner pour atteindre les objectifs de la formation ? Quelle variété des contenus convient-il aux différents types et niveaux d'enseignement.

Quand ? se rapporte aux moments où les contenus d'une discipline ou d'un domaine d'étude doivent être enseignés (niveau ? cycle ? année ? semestre ?...)

Comment ? se rattache aux méthodes d'enseignement, aux activités d'apprentissage, aux manuels scolaires et aux matériels pédagogiques.

Pour qui ? A quels types d'élèves sont destinés les programmes ?

Les programmes devraient donc être à la fois rationnellement construits et pertinents avec les objectifs définis par la politique éducative, si leur élaboration suit une méthodologie rigoureuse.

I.2 A propos des manuels scolaires

Un manuel scolaire est un matériel imprimé, structuré, destiné à être utilisé dans un processus d'apprentissage et de formation concertée (François Richau, 1998).

On distingue deux catégories de manuels en fonction de leur mode d'intégration au processus d'enseignement / apprentissage ;

- les ouvrages présentant une progression systématique
- les ouvrages de consultation de référence

Dans notre travail, nous ne considérons que les manuels à progression systématique qui propose un ordre pour l'apprentissage, tant en ce qui concerne l'organisation générale du contenu (en chapitres, leçons, paragraphes), que l'organisation de l'enseignement (présentation de l'information, commentaires, applications, contrôles...)

Selon la problématique posée, ces manuels peuvent s'analyser d'un triple point de vue :

- Point de vue scientifique

- Point de vue pédagogique et didactique
- Point de vue institutionnel

I.3 A propos des objectifs d'apprentissage

Pour remplir efficacement leur fonction, les objectifs d'apprentissage doivent présenter un caractère opérationnel, ce qui suppose une organisation de l'apprentissage permettant d'atteindre les résultats escomptés.

Dans l'approche traditionnelle, l'élaboration des programmes est généralement centrée sur les disciplines. Dans la conception actuelle du curriculum les disciplines sont dépendantes de la définition des objectifs.

Des taxonomies d'objectifs ont été établies par des chercheurs afin de déterminer le niveau des compétences de l'apprenant, que ce soit d'ordre cognitif, affectif et psychomoteur.

En sciences Physiques, ce sont les objectifs d'ordre cognitif et psychomoteur qui sont les plus utilisés.

Les objectifs cognitifs sont classés (Benjamin Bloom, 1975) suivant six niveaux :

- connaissance
- compréhension
- application
- analyse
- synthèse
- Evaluation

Quant aux objectifs psychomoteurs, la taxonomie de A.J Harrow (1975) est la plus utilisée. Elle distingue :

- les mouvements réflexes
- les mouvements naturels
- les mouvements perceptifs
- les aptitudes physiques
- les habilités motrices
- la communication verbale.

Actuellement, il est d'usage de parler d'**objectif-obstacle** (Chevallard ,1986) une curieuse expression, plutôt paradoxale. Si un objectif est un but à atteindre, comment un obstacle pourrait-il constituer un objectif ?

Ce concept est né en réaction à la pédagogie par objectif dont les pédagogues avertis connaissent bien les dérives et les effets pervers : notamment - atomisation des intentions éducatives - ritualisation formelle des énoncés – occultation des autres aspects de l'acte d'enseigner.

Exemple : *après une heure de cours sur l'oxydoréduction, l'élève de la classe de première doit être capable d'énoncer au moins d'une minute la définition de l'oxydoréduction selon le modèle du transfert d'électron*

Bien qu'elle soit précise, cette formulation peut esquiver les représentations de l'apprenant et les difficultés qui jalonnent le passage de la représentation au concept. Le mérite de Martinand (1988) est de réintroduire le point de vue de l'apprenant dans la problématique des objectifs d'apprentissage : quelles représentations ? quels obstacles ?

J. L. Martinand a proposé la notion d'objectif - obstacle pour caractériser les obstacles comme mode de sélection des objectifs. C'est un concept didactique décisif dans la mesure où il propose une double réduction symétrique, des objectifs possibles aux objectifs utiles d'une part, des objectifs repérés aux objectifs franchissables d'autre part (M. Sachot, 1994)

Les objectifs –obstacles ne sont pas des murs à abattre ou des montagnes à gravir, ils restent des obstacles, mais des jalons pour mieux progresser.

I.4 A propos des pratiques de référence

Les activités scolaires scientifiques se veulent des images d'activités sociales réelles : elles en diffèrent, sinon il n'y aurait pas d'école. Un choix donné de pratique de référence détermine fortement les matériels, types de problèmes qui rentreront dans les activités scolaires et en particulier leur cohérence et leur incompatibilité. L'appréciation analytique des écarts et concordances entre activités scolaires et pratiques de référence permet de caractériser la transposition didactique effectuée.

Dans l'enseignement des sciences expérimentales, la familiarisation avec les phénomènes naturels et techniques, par la manipulation effective ou la documentation n'est pas seulement un passage obligé pour s'appropriier les

concepts, la connaissance empirique et la maîtrise pratique sont des composantes constitutives de la discipline.

Face aux réseaux conceptuels, les référents empiriques sont essentiels et l'enseignement doit les prendre en compte pour trois raisons :

- comme domaines de familiarisation offerts à l'apprenant pour la manipulation et l'observation
- comme référent au sens strict, ce dont parlent les concepts, modèles théories
- comme champ de validité de constructions conceptuelles.

I.5 A propos du contenu

Les objectifs d'apprentissage étant définis, il s'agit de décider ce qu'il faut enseigner pour les réaliser, en rapport avec les trois concepts de base du curriculum **quoi, combien, quand.**

Quel contenu, leur rapport et le moment où ils sont enseignés ?

Mais avant tout, il faut que enseignant et apprenant puissent comprendre que chaque matière a une fonction précise pour la formation.

Nous nous intéressons principalement à la description informationnelle du contenu, celle qui porte le contenu du message dans le cadre de l'apprentissage. Ce sont les connaissances transmises. On distingue trois sortes de connaissances (Tardif, 1992) :

- les connaissances déclaratives
- les connaissances procédurales
- les connaissances conditionnelles

Les connaissances déclaratives sont celles qui s'expriment dans le langage naturel ou symbolique. Ce sont des savoirs que tout enseignant met en avant dans ses cours, et sur lesquels il insiste avec raison et qu'il cherche d'abord à contrôler. Les connaissances déclaratives correspondent au savoir théorique, qu'on peut apprendre par cœur. Or combien d'élèves a-t-on rencontré qui étaient capables d'énoncer parfaitement une définition, sans pouvoir réussir la tâche qui leur était demandé.

L'acquisition d'un savoir théorique n'implique pas automatiquement l'acquisition des savoir – faire correspondant.

Les connaissances procédurales sont celles qui sont appliquées dans les diverses actions que l'élève doit réaliser, exemple lors de la résolution d'un exercice d'application. Ce sont des méthodes, des techniques, des procédures qui doivent être mis en œuvre. Il s'agit de savoir comment faire. Les connaissances procédurales ont la propriété de s'automatiser. A force d'exécuter une marche à suivre, elle ne requiert plus qu'un minimum de charge cognitive.

Les connaissances conditionnelles concernent les connaissances requises pour savoir quand avoir recours aux autres connaissances. Il s'agit de connaître les conditions d'application d'une connaissance et savoir reconnaître les conditions dans une situation nouvelle. Pour Tardif (1992) ce sont les connaissances conditionnelles qui sont responsables du transfert.

Toutes les études actuelles des sciences cognitives aux didactiques des disciplines en particulier en Sciences Physiques montrent que chaque domaine de connaissance est constitué de la synthèse de savoir et de savoir-faire, de connaissances déclaratives et de connaissances procédurales.

I.6 A propos des modèles du concept oxydoréduction

Un modèle représente un schéma théorique visant à rendre compte des relations existant entre les divers éléments d'un système. Il permet d'appréhender la réalité en facilitant la représentation du caché et en aidant à penser le complexe.

L'idée de modèle se rapproche selon le cas d'un des sens suivants :

- l'image privilégiant l'aspect figuratif sur l'aspect opératif de l'esprit
- la théorie, ce qui met en avant le côté construit du modèle, par opposition au côté empirique
- la mathématisation, qui retient en premier lieu la dimension formelle

Le concept oxydoréduction a quatre modèles différents, dont la différence réside dans leur domaine de validité respectif. Chaque modèle peut être exprimé de deux façons différentes :

- forme littéraire, dans le langage littéraire (Walliser, 1977)
- forme symbolique (Walliser, 1977)

MODELE	FORME LITTERAIRE	FORME SYMBOLIQUE
Transfert d'oxygène (modèle O)	Tout phénomène régi par un transfert d'oxygène est un phénomène rédox	$C + O_2 \rightarrow CO_2$
Transfert d'hydrogène (modèle H)	Tout phénomène régi par un transfert d'hydrogène est un phénomène rédox	$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$
Transfert d'électrons (modèle E)	Tout phénomène régi par un transfert d'électrons est un phénomène rédox	$Zn + Cu^{++} \rightarrow Zn^{++} + Cu$
Variation de nombre d'oxydation (modèle N.O)	Tout phénomène où il y a des variations e.n.o est un phénomène rédox	

Tableau N°1 : Les quatre modèles du concept oxydoréduction

Du point de vue chimique, les modèles ne présentent aucune contradiction entre eux. On constate cependant de façon naïve que les modèles O et E ainsi que les modèles O et H sont littérairement antagonistes.

Une **perte** d'oxygène est une **réduction**

Une **perte** d'électron(s) est une **oxydation**

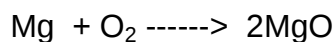
De même :

Une **perte** d'hydrogène est une **oxydation**

Une **perte** d'oxygène est une **réduction**

Le même processus exemple « perte » dans un modèle provoque une oxydation, alors que dans l'autre modèle elle provoque une réduction.

Du point de vue électronique des atomes, une perte de deux électrons est équivalente à un gain d'atome d'oxygène. Dans d'autre cas, le gain d'oxygène est lui-même perte d'électrons.

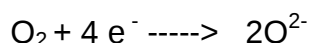


L'oxyde de magnésium obtenu est un solide ionique dont la structure est telle : les ions magnésium Mg^{2+} et les ions O^{2-} sont régulièrement répartis aux sommets de cubes juxtaposés de sorte que chaque ion Mg^{2+} est entouré par six ions O^{2-} placés aux sommets d'un octaèdre régulier dont l'ion magnésium est le centre. Réciproquement, chaque ion O^{2-} est entouré par six ions Mg^{2+} disposés aux sommets d'un octaèdre. Au cours de la réaction chaque atome de magnésium a cédé deux électrons tandis que chaque atome d'oxygène en gagnait deux.

Oxydation du magnésium :



Réduction du dioxygène :

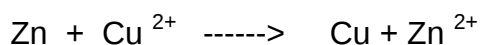


Ce cas de figure ne peut pas être généralisé car nombreuses sont les réactions de transfert d'oxygène qui ne sont siège d'un transfert d'électron, c'est-à-dire ne donnent pas de produit ionique, exemple la réaction du carbone sur le dioxygène.



La fixation d'oxygène est une oxydation, le produit obtenu n'est pas ionique mais à caractère covalent.

D'autre part, nombreuses sont les réactions à transfert d'électrons où il n'y a pas d'oxygène :



Ces exemples n'illustrent pas une contradiction, mais montrent seulement que chaque modèle a ses limites. Les trois modèles O, H, E peuvent se recouper mais sans se contredire, ils présentent une certaine complémentarité pour l'extension du concept d'oxydoréduction. Exprimés sous forme littéraire ou symbolique, ils sous-tendent un transfert quantifiable de matière : il s'agit d'une perte ou d'un gain d'atome pour le

modèle O et H et d'une perte ou d'un gain d'électrons pour le modèle E. Cependant, chaque modèle a sa spécificité.

Les trois modèles décrivent des phénomènes rédox, mais chacun rend compte d'une classe particulière de phénomènes.

- les phénomènes interprétables par le modèle O ne peuvent pas toujours être interprétés par le modèle E du fait que les réactions ne sont pas toutes des réactions à transfert d'électrons. On dit que les modèles O et E se recoupent mais ne s'emboîtent pas.
- de même, les réactions à transfert d'hydrogène ne sont pas toutes à transfert d'électrons et vice versa. On dit que les modèles H et E se recoupent mais ne s'emboîtent pas.
- toutes les réactions à transfert d'oxygène ne sont pas interprétables par le modèle H et vice versa, les modèles O et H se recoupent mais ne s'emboîtent pas.
- les modèles O, H, E se recoupent mais ne s'emboîtent pas. Ils ne peuvent être considérés comme une généralisation de l'un pour l'autre, mais chacun représente une extension du concept d'oxydoréduction qui voit alors le nombre de ses modèles augmenter.
- dans les trois modèles E, O, H on peut percevoir un sens physique (transfert de matière), on peut les appeler par conséquent « **modèles empiriques** »
- les modèles O et H se situent au niveau macroscopique, et le modèle E est plutôt au niveau microscopique.
- Le modèle n.o est une synthèse : c'est un **modèle théorique**. « tout modèle théorique apparaît comme une synthèse des différents modèles empiriques » (Walliser, 1977). Il permet d'identifier n'importe quel type de réaction rédox,

- aussi il est parfois appelé « modèle supérieur » de l'oxydoréduction selon Walliser(1977) : le passage d'un
- modèle empirique à un modèle théorique permet souvent d'accroître son universalité, son extension et sa permanence.

I.7 A propos des modes de raisonnement

L'acquisition des avoirs, des savoir-faire et autres formes d'apprentissage revêt des caractéristiques très variées. Mais quelque soit la discipline scolaire étudiée, les buts visés cherchent à conduire à la construction de notions et concepts.

Quatre types de raisonnement peuvent être mis en œuvre en Sciences Physiques :

- **le raisonnement inductif** : c'est passer d'un ensemble d'observations particulières à une proposition générale.
- **le raisonnement déductif** : c'est passer d'une proposition générale à des affirmations particulières qui s'expliquent par celle-ci.
- **le raisonnement analogique** : c'est transposer une relation efficace pour un domaine connu à un domaine inconnu, exemple l'atome, c'est comme un système solaire en miniature.
- **le raisonnement hypothético-déductif** : il permet de tester une hypothèse en confrontant ses conséquences : résultats attendus, les faits provoqués ou les observations.

Chacun de ces modes de raisonnement n'est pas suffisant pour décrire complètement la construction de l'oxydoréduction. Pris séparément, ils peuvent conduire à créer des obstacles aux apprentissages de ce concept.

Comme l'enseignement est un processus qui s'inscrit dans le temps, il est concevable pour l'enseignant d'exploiter momentanément un obstacle chez l'apprenant si son but est de lui faire apprendre, comprendre et le savoir. Mais il sera temps à un autre moment de dépasser un obstacle par d'autres situations. Ceci nous amène aux obstacles.

I.8 A propos des obstacles

On appelle obstacle la difficulté que rencontre l'apprenant dans son cheminement et qui peut nuire ou favoriser son apprentissage. Ces obstacles à l'appropriation de l'apprenant de certaines notions peuvent être dus à plusieurs causes. Aussi il existe :

- les obstacles didactiques :

Ce sont les obstacles créés par le choix de telle ou telle stratégie d'enseignement. Les obstacles didactiques sont inévitables, inhérents à la nécessité de la transposition didactique : on ne peut pas supprimer les étapes, les approximations, les analogies plus ou moins pertinentes lors de l'apprentissage. Reconnaître un obstacle didactique permet à l'enseignant de revenir sur la présentation initiale du concept en question, pour mieux expliciter la difficulté vécue par l'apprenant.

- les obstacles ontogéniques :

Ce sont les obstacles qui s'expriment lorsque l'apprentissage demandé est trop en décalage par rapport à la maturité conceptuelle de l'apprenant. Quelque soit l'explication, l'élève ne comprend pas ce qu'on lui demande, le développement de sa pensée restant étranger au terrain conceptuel sur lequel on veut l'emmener.

- les obstacles épistémologiques :

Ce sont des obstacles auxquels on ne peut échapper du fait même de leur rôle constitutif dans la connaissance visée.

- les obstacles psychologiques :

Ce sont les obstacles qui se présentent lorsque l'apprentissage vient en contradiction avec les représentations profondément ancrées chez l'apprenant, ou lorsqu'il induit une déstabilisation inacceptable.

Les différents éléments cités dans ce cadre théorique constituent de bases théoriques et des points de repères pour la suite de notre travail.

Chapitre II : PRESENTATION DESCRIPTIVE ET ANALYTIQUE DE LA RECHERCHE MERE

II.1 Description de la thèse :

La recherche consiste à une double analyse épistémologique et didactique du fonctionnement du concept oxydoréduction, à une analyse empirique des conceptions d'élèves, d'étudiants et d'enseignants concernant l'oxydoréduction afin d'identifier les problèmes qui se posent à son enseignement / apprentissage, et dont l'objectif terminal était une proposition didactique pour l'enseignement / apprentissage de l'oxydoréduction.

Il s'agit d'une thèse qui comporte trois parties :

Dans la première partie, l'auteur procède à l'analyse épistémologique et didactique du fonctionnement du concept oxydoréduction.

Dans la deuxième partie, il effectue une analyse empirique des conceptions d'élèves, d'étudiants et d'enseignants à propos de l'oxydoréduction pour mettre à l'épreuve des hypothèses de recherche qu'il a avancées.

Dans la troisième partie, l'auteur donne une proposition didactique pour l'enseignement / apprentissage de l'oxydoréduction en 6^{ème} année Tunisien, ce qui correspond à la classe de 1^{ère} Français. Nous donnons en annexe un tableau de correspondance des niveaux scolaires et universitaires tunisiens et français.

II.2 Objectifs de recherche

L'auteur se fixe comme objectifs :

- d'identifier et analyser les différentes contraintes didactiques dans le cadre scolaire qui pèsent sur l'apprentissage de l'oxydoréduction tel qu'il se présente dans les programmes et manuels scolaires actuels de chimie en Tunisie.
- mettre en évidence les difficultés et les obstacles à l'apprentissage de ce concept.

- de proposer une démarche possible qui permettrait aux élèves de construire progressivement le concept d'oxydoréduction.

II.3 Problématique et questions de recherche

II.3.1 Concernant la transposition didactique des programmes et manuels scolaires.

Pour cette partie de travail, l'auteur se fixe comme objectif d'identifier et analyser les différentes contraintes didactiques qui pèsent sur l'enseignement /apprentissage de l'oxydoréduction tel qu'il se présente dans les programmes et manuels de chimie actuels en Tunisie.

L'échec scolaire de l'enseignement /apprentissage du concept oxydoréduction manifesté par le découragement des élèves dans l'apprentissage du concept est souvent attribué à tort, à leur manque de motivation et à la baisse de leur niveau d'une part, et à la complexité du concept lui-même d'autre part, sans que l'on se pose la question sur la démarche adoptée dans son enseignement.

Aussi, l'auteur se propose d'analyser le contenu du savoir à enseigner et la façon dont il est recommandé d'enseigner.

Les questions auxquelles l'auteur s'intéresse sont :

- quelle transposition didactique du concept est opérée dans l'enseignement secondaire tunisien ?
- quel(s) modèle(s) de l'oxydoréduction valorise t-elle ?
- permet- elle d'atteindre les objectifs annoncés dans les programmes officiels ?
- peut-on déceler dans l'analyse de cette transposition didactique une conception particulière d'apprentissage de l'oxydoréduction (concept objet ? concept outil ? démarche ?)
- quelle (s) conception(s) de la science cette transposition didactique peut-elle inculquer chez les élèves ?

II.3.2 Concernant l'identification es conceptions d'apprenants et enseignants des sciences physiques

La question principale qui constitue sa thèse est formulée comme suit par l'auteur :

Peut- on affirmer que l'enseignement du concept d'oxydoréduction en mettant l'accent de façon unilatérale sur le modèle de transfert d'électrons, sans l'inscrire dans une démarche de modélisation progressive où l'on fait prendre conscience à l'élève de l'origine du concept, du domaine de validité et des limites de chaque modèle est non seulement limitatif de la compréhension du concept mais représente un nid d'obstacles à son acquisition ?

L'ensemble des analyses effectuées : analyse historique et épistémologique du développement du concept oxydoréduction, analyse de la transposition didactique dans les programmes et manuels scolaires amène à se référer à un questionnement comportant six volets :

- 1) Quelles connaissances, ou conceptions initiales les élèves possèdent- ils de l'oxydoréduction juste avant enseignement explicite de ce concept ?
- 2) Ces conceptions initiales évoluent –elles à travers le cursus scolaire ? et comment ?
- 3) Comment le savoir scolaire enseigné sur ce concept sera –t-il retenu par les élèves : mémorisé à plus ou moins court terme ? juxtaposé ? intégré ?
- 4) Le savoir enseigné permet-il aux apprenants de passer de manière cohérente du langage naturel au langage symbolique ? Contribue – t-il au développement des méthodes d'apprentissage et à l'acquisition d'attitudes scientifiques ?
- 5) Le savoir scolaire permet-il aux élèves de faire le lien entre les phénomènes quotidiens et la chimie ? Leur permet- il de faire le lien entre les différentes disciplines scientifiques ? ou même entre

différentes branches d'une même discipline, telles que la chimie organique et la chimie inorganique ?

- 6) Quelles connaissances ou conceptions les enseignants de sciences physiques ont - ils de l'oxydoréduction ? quels rapports ces connaissances ont – elles avec le savoir à enseigner ?

Pour mieux traiter ce questionnement, l'auteur formule une hypothèse portant sur quatre niveaux de la problématique envisagée.

- Les images que se font les enseignants de l'oxydoréduction et le rapport de cette image au savoir à enseigner (**hypothèse 1**)

L'organisation du savoir à enseigner de l'oxydoréduction, du secondaire à l'université, est proposée de telle sorte que le savoir de l'enseignant reste, à quelques détails près, identique à ce savoir tel qu'il est présenté dans les programmes et manuels scolaires.

- L'apprentissage de l'oxydoréduction centré sur le modèle de transfert d'électrons entraîne des problèmes de vocabulaire (**hypothèse 2**)

« L'ambiguïté » apparente du vocabulaire utilisé dans l'enseignement du concept d'oxydoréduction en relation avec le modèle de transfert d'électrons et son interférence avec le langage entraîne une confusion qui constitue l'un des obstacles à son acquisition.

- Il y a des problèmes de reconnaissance des phénomènes rédox quotidiens exprimés dans le langage naturel (**hypothèse 3**)

Le savoir à enseigner préconisé par les programmes d'enseignement secondaire de chimie, et basé essentiellement sur le modèle de transfert d'électrons ne permet pas aux apprenants de faire spontanément le lien entre l'oxydoréduction et les phénomènes rencontrés dans la vie courante ou même dans d'autres disciplines telles que les sciences de la vie et de la terre, quand ces phénomènes sont exprimés dans le langage naturel.

- Il y a des problèmes d'identification de réaction rédox exprimés dans le langage symbolique (**hypothèse 4**)

Le savoir à enseigner préconisé par les programmes d'enseignement secondaire de chimie, et basé essentiellement sur le modèle de transfert d'électrons, ne permet pas aux apprenants d'identifier et de discriminer, de façon justifiée les réactions d'oxydation et celles qui ne le sont pas quand elles sont exprimées dans le langage symbolique.

II.4 Méthodologie

Dans la première partie de la recherche, l'auteur s'impose de chercher les origines possibles des difficultés liées à l'enseignement / apprentissage du concept oxydoréduction en questionnant la nature du savoir autour du concept oxydoréduction, sa définition, son rôle dans la chimie, son fonctionnement, et sa place dans les programmes de chimie.

Ainsi, en vue d'une analyse épistémologique et didactique du fonctionnement du concept oxydoréduction, l'auteur se fonde sur trois types d'approches :

- une étude historique et épistémologique et didactique du développement du concept oxydoréduction depuis la théorie du phlogistique à la théorie de l'oxydation d'une part, de la pile voltaïque au nombre d'oxydation d'autre part.
- des réflexions sur les différents modèles d'oxydoréduction.
- une analyse de la transposition didactique du concept oxydoréduction dans les programmes et manuels scolaires actuels tunisiens.

Pour l'analyse de la transposition didactique, l'auteur n'a pas fait usage de grille d'analyse. Il se réfère aux résultats des deux analyses précédents : historique et épistémologique du concept d'oxydoréduction, puis des réflexions sur les modèles d'oxydoréduction et des pratiques de références.

Pour l'analyse de programmes et livres, il n'a pas mentionné d'instruments d'analyse pour procéder à l'étude :

- des dispositions générales des programmes et manuels scolaires
- des objectifs de l'enseignement des sciences physiques
- des contenus des programmes scolaires tunisiens relatifs à l'oxydoréduction

Par contre pour mettre à l'épreuve les quatre hypothèses formulées et répondre aux questions de recherche, il élabore des questionnaires papier /crayon qu'il a proposé à sept populations différentes : des apprenants de différents niveaux scolaires (1^{ère} et Terminales scientifiques avant et après enseignement de l'oxydoréduction) et universitaires scientifiques (1^{ère} année DEUG A, 3^{ème} année de licence et 4^{ème} année de maîtrise) , et des enseignants de sciences physiques.

L'enquête est menée en deux temps auprès de 946 élèves et étudiants pour pouvoir suivre l'évolution des conceptions des élèves au fil des années. Les élèves testés sont de cinq lycées désignés par le Ministère tunisien de l'Education Nationale. La passation des questionnaires a lieu pendant des « heures creuses » où les élèves n'ont pas cours. Les questionnaires sont anonymes et non notés.

Les questions sont de forme diverses suivant les objectifs que l'auteur se fixe :

- des associations de mots que le sujet interrogé doit citer spontanément (concepts, évènements, phénomènes) quand on lui évoque les termes « oxydation », « réduction » et « oxydoréduction ».
- des questions à choix multiples (QCM) portant sur des définitions pour les apprenants et des questions de définitions « libres » pour les enseignants. A travers ces questions l'auteur veut savoir les avis des enseignants sur les programmes et manuels en ce qui concerne : les objectifs à atteindre, les résumés de l'essentiel de cours et d'éventuelles suggestions de contenu et de méthodes. Sont-ils conscients des limites de leurs connaissances ? Souhaitent-ils suivre une formation supplémentaire sur l'oxydoréduction ?
- des questions de catégorisation où le sujet interrogé doit classer :
 - des phénomènes quotidiens exprimés en langage naturel selon cinq catégories préétablies (acide - base, oxydoréduction, précipitation, dissociation, pas de réaction chimique)
 - des réactions chimiques exprimées en langage symbolique selon quatre catégories préétablies (acide - base, oxydoréduction, précipitation, dissociation)

Ce type des questionnaires permet de connaître si les apprenants sont capables de reconnaître la chimie dans les phénomènes quotidiens.

- des questions directes dichotomiques où l'apprenant doit apprendre avec justification si oui ou non une réaction chimique donnée est une réaction d'oxydoréduction dans les deux cas suivants :
 - quand on lui fournit aucun indice de reconnaissance,
 - quand on lui fournit un indice de reconnaissance,

II.5 Résultats obtenus :

II.5.1 Relatifs aux réflexions épistémologique :

- Jusqu'au milieu du 17^{ème} siècle, la chimie plongeait dans des idées sombres bloquées par des obstacles épistémologiques liés aux conceptions des quatre éléments d'Aristote (eau, air, terre, feu)
- Suite aux travaux de Paracetus, la théorie des trois éléments terre : terre primaire (élément métallique), terre secondaire (élément combustible), terre tertiaire (élément terreux), Dumas (1939) a permis de franchir un pas dans ces obstacles.
- La théorie de phlogistique de Georges Ernest Stahl (1660 -1734) a permis de développer l'idée que les métaux étaient un composé d'une terre métallique et d'un principe inflammable que le chercheur a nommé phlogistique.
- Le terme oxydation totalement nouveau dans le langage chimique a été introduit par Lavoisier : la déphlogistication de Stahl devient oxydation d théorie de Lavoisier.
- En réfutant la théorie de la phlogistique et en mettant en place celle de l'oxydation, Lavoisier a fait reculer « les bornes de la chimie » et a permis de surmonter deux principaux obstacles épistémologiques à savoir la conception de quatre éléments d'Aristote et le phlogistique de Stahl.
- Les définitions du concept sont elles même problématiques car leur élaboration s'est étendue sur près de deux siècles.

- Le développement de la science s'est fait par le fonctionnement synergique des idées, faits et langage.
- Lavoisier a lui-même employé un langage imprégné de sens commun qui prête confusion : sa conception de l'oxygène principe universel et de l'« élément calorique » l'a conduit à des interprétations et conceptions erronées.
- La naissance du concept réduction n'est pas précisée. Il est employé bien avant Lavoisier pour décrire la régénération du métal à partir de sa chaux par le moyen du carbone. Littérairement parlant, ce terme signifie « reducere » du mot latin « retour en arrière » est utilisé en chimie pour désigner le retour de la substance (calcinés, oxydée) à son état initial ou d'origine (avant oxydation), soit au sens de la décomposition d'une substance en ses éléments constitutifs.
- Grotthus a utilisé le verbe « oxyder » pour désigner la transmission de charge entre les atomes d'oxygène et d'hydrogène en solution. Cette transmission de charges va devenir après près d'un siècle un transfert d'électrons.
- Les travaux de Davy Berzelius ont contribué à la généralisation de la théorie de Grotthus et ont permis de rapprocher les phénomènes électriques et les phénomènes d'oxydation et de réduction de façon générale en terme de transfert d'oxydation.
- Le modèle de *transfert d'hydrogène* est apparu par suite des expériences d'électrolyse : les chimistes ont conclu à une opposition entre les effets respectifs d'un gain d'oxygène et d'un gain d'hydrogène, et entre les effets opposés d'une perte d'oxygène et d'une perte d'hydrogène.
- Comme le modèle de *transfert d'oxygène* était déjà connu, ils ont constaté que l'hydrogène est oxydé par la molécule d'eau voisine. Lors de cette oxydation, l'hydrogène à l'eau son oxygène en provoquant sa réduction.

- Par là, ils ont conclu qu'un gain d'hydrogène par une substance correspond à la réduction de celle-ci , et ont attribué un effet d'oxydation par sa perte par une substance.
- Dans la deuxième moitié du 19^{ème} siècle, le concept d'oxydoréduction est généralisé dans les réactions non électrochimiques et le modèle de transfert d'hydrogène est devenu commun chez les chimistes organiciens.
- A partir de 1903 après que JJ Thomson (1852-1916) ait développé l'idée d'unité de charge qu'il appelle électron, William Ost Wald a appliqué le transfert d'électrons à l'oxydoréduction dans les réactions aux électrodes : oxydation d'une espèce , la réduction a lieu simultanément par un processus de gain d'électrons par une autre espèce. Mais il a fallu attendre plus d'une décennie pour voir s'élargir le domaine de validité de ce modèle de transfert d'électrons.
- Bien que le modèle de transfert d'électrons soit largement accepté , il ne peut tenir compte des oxydoréduction qui ont lieu avec des composés covalents selon la théorie de Lewis.

II.5.2 Relatifs à l'analyse des programmes

- les commentaires et recommandations des programmes ne sont pas explicites. Ils se contentent d'énoncer les contenus supposés logiquement connectés mais l'ensemble des relations conceptuelles n'est pas justifié : leurs relations et leurs limites ne sont pas discutées. Les démarches intellectuelles impliquées ne sont pas explicites.
- Les raisons scientifiques et pédagogiques qui ont présidé au choix des contenus théoriques, aux référents empiriques , ainsi qu'à ce niveau scolaire ne sont pas justifiées .

- Absence de référence à la chimie du quotidien.
- Les changements successifs des programmes n'ont pas apporté des modifications ni dans les contenus , ni dans les méthodes d'enseignement / apprentissage de l'oxydoréduction.
- Depuis 1970, le concept est introduit dans les programmes de chimie de façon sélective quel que soit le niveau auquel il est proposé.
- Il a été toujours enseigné par le modèle de transfert d'électrons.
- Le terme modèle n'est nulle part mentionné dans les documents officiels , ni dans les manuels d'aucun niveau scolaire.
- Dans la partie de la chimie organique, les réactions de combustion, d'hydrogénation des hydrocarbures insaturés, leur halogénéation, leur hydratation ne sont pas identifiées comme des réactions redox.
- Il est rare que les deux aspects phénoménologique et conceptuel soient tous deux considérés dans une étude riche et enrichissante.
- Deux approches sont sources de difficultés possibles : la présentation des réactions électroniques comme entrée en matière dans le texte du programme peut être efficace dans une logique d'enseignement, mais elle est source de frustration pour les élèves en l'absence du modèle d'oxygène, ils ne comprennent pas pourquoi on les appelle oxydation, réduction, oxydoréduction.
- L'oxydoréduction est unilatéralement enseignée par le modèle de transposition d'électrons, introduire par la suite le nombre d'oxydation comme appendice ne correspondant à aucun problème à résoudre par l'élève paraît une approche qui se ferme sur « un terme conclusif qui arrête l'évolution possible de la pensée » (Astolfi et Drouin , 1992).

- Les besoins culturels des élèves et leurs rôles dans l'apprentissage du concept ne sont pas pris en considération.
- Les programmes et manuels renvoient à une succession de faits ou de notions enseignés sans relations qu'il faut vite oublier ce qu'ils viennent d'apprendre pour être disponibles au nouveau savoir à acquérir.
- L'auteur pense alors qu'il y a là une source d'obstacles pour un apprentissage des sciences, surtout quand le savoir à enseigner est très éloigné de la vie quotidienne de l'enseigné.
- Le passage des équations de demi réactions pour l'écriture de toutes équations chimiques rédox génère une prédominance d'un langage mathématique qui fait perdre le sens chimique.

II.5.3 Relatifs à l'analyse des manuels

- Les manuels scolaires contribuent à véhiculer les difficultés rencontrées dans les programmes.
- Les manuels n'épousent ni les intérêts ni les soucis des élèves. Les élèves y sont remplacés par un avertissement sévère : fais attention élève !
- Les manuels semblent inspirés des uns des autres et présentent des points communs :
 - absence d'objectifs (au début de chaque chapitre : objet d'étude)
 - absence de récapitulatifs à chaque fois que cela est possible (à la fin de chaque chapitre)
 - absence d'encadrés soulignant les points essentiels à retenir
 - absence de discussion de modèles
 - linéarité du discours : absence de liens entre les parties d'un même chapitre
 - les thèmes étudiés tout au long de l'année ne sont pas très proches les uns des autres . Ce qui peut provoquer le

cloisonnement des savoirs et favoriser l'oubli ; il en est de même au sein de l'étude d'un seul thème (modèle E et modèle n.o)

- Les manuels sont élaborés de façon à ce qu'ils convergent tous vers les programmes des classes terminales. Ce qui paraît être le seul objectif visé par le programmes en dépit des finalités fixées par le JORT (Journal Officiel de la République de Tunisie)
- Certains manuels présentent des généralisations abusives.
- Plusieurs points importants pour l'apprentissage de la chimie sont mis sous forme de remarques perdues dans le texte.
- Absence de l'oxydoréduction dans la chimie organique.
- Absence de référence aux programmes auxquels ils répondent et parfois même absence de date d'édition.
- Absence de référence bibliographique.

II.5.4 Relatifs à l'analyse empirique

a) concernant les pratiques d'enseignement et conceptions relatives au concept d'oxydoréduction chez les enseignants des sciences physiques en Tunisie

- Sur la présentation générale du texte du programme et du manuel scolaire, les enseignants semblent méconnaître ce que les textes officiels contiennent. Pour eux le manuel scolaire fait office de guide et de référence. Mais leurs réponses sur les manuels montrent aussi qu'il n'en est rien. Ce résultat confirme encore que les enseignants méconnaissent ce qu'est un pré requis et le confondent avec objectif. D' autre part, beaucoup d'**enseignants** n'annoncent pas à leurs élèves les objectifs du cours.
- Sur les perceptions des enseignants à propos des difficultés d'apprentissage chez les élèves : La partie organique est perçue comme celle qui passe le mieux auprès des élèves. Le concept d'oxydoréduction est perçu par 25% des enseignants comme un concept qui « passe bien » auprès des élèves, et par 25% par le concept le plus difficile. Face à des questions plus

précises, les enseignements ont montré qu'en général la compréhension de l'oxydoréduction par les élèves n'est pas satisfaisante, bien qu'ils pensent que c'est un concept facile à comprendre. Paradoxalement, ils pensent que l'on ne peut l'introduire en 5^{ème} partie parce qu'il est compliqué et demande beaucoup de pré requis. Par ailleurs, les enseignants se posent peu de questions sur le pourquoi des mauvaises notes des élèves, le pourquoi de la « baisse » de leur niveau, le manque d'intérêt à la matière, le pourquoi de ce qu'ils ne comprennent pas.

- 89% des enseignants enquêtés conçoivent l'oxydoréduction seulement comme une transposition d'électrons, ou que la transposition d'électrons est le modèle le plus général. L'auteur a émis l'hypothèse que le savoir des enseignants dépend largement du savoir à enseigner. Son organisation, du secondaire à l'université, est proposée de telle manière que les enseignants eux-mêmes s'enferment dans la logique du programme et du manuel. Leurs connaissances restent, à quelques détails près, identiques au savoir tel qu'il est présenté dans les documents officiels du secondaire. Le manuel scolaire est la première source d'information qu'il va trouver dans ce dernier qui lui servira de référence.

b) Sur le savoir scolaire et conceptions d'élèves et d'étudiants à propos de phénomènes redox exprimés dans le langage naturel

- confusion de langage entre transposition et échange : l'oxydoréduction ne consiste pas en un échange mais un transfert (dans un seul sens) .
- confusion entre réduction et ionisation, en particulier entre réduction et oxydation. Cette confusion montre l'influence du sens commun : les «élèves désignent par réduction la transformation d'une substance, d'un corps, en quelque chose de moindre qualité, ou encore de destruction, ors que cela représente une oxydation.
- Dans le langage commun, on dit que le fer est rongé : l'auteur pense donc que c'est de là que peut provenir cette confusion dans l'esprit de l'apprenant.

- Confusions dues au sens commun et à la signification de la position de l'électron dans une équation chimique. Cette confusion met en question l'acquisition de la structure de matière les apprenants ne semblent pas capables de faire le bilan des charges sur un atome après une perte ou un gain d'électron.
- Obstacle dû au passage d'un langage à un autre ; méconnaissance de la position de l'électron dans une équation de demi - réaction.
- Dans l'ensemble, beaucoup d'apprenants ont reconnu la rouille comme phénomène redox et les justifications données montrent qu'ils ont des idées sur son processus. Mais n'ayant pas eu d'enseignement systématique à ce sujet, ils n'ont pu qu'exprimer des souvenirs flous qu'ils ont gardés des cours sur les test d'identification des ions ou sur l'introduction de l'oxydoréduction, l'auteur a pu dire que dans l'ensemble, malgré son omniprésence, la nature chimique du phénomène de la formation de la rouille sur le fer n'est pas très connue, même par les étudiants de maîtrise des Sciences Physiques.

c) Sur le savoir scolaire pour l'identification des réactions chimiques en équations chimiques

- Les conceptions inculquées aux apprenants deviennent automatiques et constituent des obstacles majeurs à la reconnaissance des réactions redox et à la catégorisation des réactions chimiques en général.
- En chimie organique, le calcul des nombres d'oxydation est compliqué pour les élèves et les étudiants, il le devient davantage quand la molécule est dissymétrique et contient un groupement fonctionnel. L'auteur fait l'hypothèse que c'est parce que les apprenants méconnaissent la définition du nombre d'oxydation et son sens profond, qu'ils ont du mal à le calculer et à l'utiliser dans l'identification des réactions redox (ou celles qui ne le sont pas), d'autant plus qu'il n'y pas de règles partagées par tous .
- Ni les élèves les étudiants ne disposent de connaissances mobilisables et applicables aux situations qu'on leur propose , connaissances requises pour

trancher, ils ont plutôt des connaissances figées qu'ils plaquent ou qu'ils sortent telle quelle dans toutes situations.

- Pour la majorité des élèves, l'oxydation et la réduction sont synonymes d'échange « apparent » d'électrons que se manifeste surtout par les réactions entre composés chargés.
- L'enseignement de ce concept est limitatif dans la compréhension de ce concept.
- L'enseignement de ce concept représente un nid d'obstacles même à l'acquisition de ce modèle : il y a manque d'activités de modélisation source première des difficultés et obstacles à tous les niveaux.
- L'enseignement n'a pas permis aux apprenants d'acquérir un savoir durable et mobilisable dans différentes situations.
- Le savoir des enseignants reste identique à quelques détails près au savoir tel qu'il est présenté dans les programmes et manuels scolaires.
- Les difficultés d'apprentissage de ce concept n'ont pas été résorbées par l'enseignement.
- L'enseignement semble bloquer le progrès souhaité dans la conceptualisation et restreint son apprentissage aux situations limitées et appauvries de la classe.
- La notion de modèle et passé sous silence.
- Les connaissances qualitatives n'ont guère évolué , mais les apprenants ont dû s'adapter aux différents contenus présentés tout au long du cursus.
- L'enseignement n'a pas contribué au développement d'une attitude scientifique, de culture scientifique et des méthodes d'apprentissage chez

l'apprenant. De ce point de vue, l'auteur avance même qu'il semble aller à contre courant de l'idéologie et des projets du système éducatif tunisien.

d) Sur la nature et origines possibles des et obstacles des apprenants dans l'apprentissage de l'oxydoréduction

L'origine de ces difficultés et obstacles réside, selon l'auteur, dans le fait que les nombres d'oxydation sont enseignés seulement comme un moyen simple de calcul fortuit et arbitraire, basé sur des règles diverses que l'élève doit retenir, alors qu'il s'agit d'un modèle basé sur l'électronégativité et le concept de liaison chimique et sa modélisation.

L'ambiguïté apparente du vocabulaire utilisé dans l'enseignement du concept d'oxydoréduction en relation avec le modèle de transfert d'électrons (perte / gain , augmentation/ diminution, charge négative/ charge positive), sans connaître l'origine des termes « oxydation » et « réduction » et son interférence avec le langage courant, entraîne une confusion qui constitue l'un des obstacles à l'acquisition de ce concept :

Ainsi, l'hypothèse 2 se trouve confirmée.

Le savoir à propos de l'oxydoréduction, basé essentiellement sur le modèle de transfert d'électrons, ne permet pas aux apprenants, ni même aux enseignants (d'après l'association de mots et les discussions pendant les séances de formation) de reconnaître les phénomènes rédox qu'ils rencontrent quotidiennement quand ces phénomènes sont exprimés dans le langage naturel. La focalisation sur l'aspect formel (formules et équations chimiques et /ou mathématiques en vue de faire du quantitatif : calculs divers) aux dépens de l'aspect qualitatif et éducatif est en grande partie à l'origine des difficultés des apprenants à faire le lien entre le langage naturel et le langage symbolique et à reconnaître des substances quotidiennes et à prévoir leurs interactions et / ou les dangers qu'elles entraînent.

Ainsi, l'hypothèse 3 se trouve confirmée.

Le savoir enseigné basé essentiellement sur le modèle de transfert d'électrons ne permet pas aux apprenants d'identifier et de discriminer des réactions d'oxydoréduction , même celles étudiées en cours, et celles qui ne le sont pas quand elles sont exprimées sous forme d'équations chimiques :

Ainsi, l'hypothèse 4 se trouve confirmée.

CHAPITRE III :

ANALYSE DE LA TRANSPOSITION DIDACTIQUE DU CONCEPT OXYDOREDUCTION DANS LES PROGRAMMES DE CHIMIE MALGACHE ET LES MANUELS PROPOSES POUR L'ENSEIGNEMENT / APPRENTISSAGE DE CE CONCEPT

Si telles sont les conclusions de l'auteur à propos des sources possibles des difficultés dans l'enseignement / apprentissage du concept oxydoréduction, qu'en est il dans le contexte malgache ? D'où l'objet de notre travail de réplique.

Notre cadre théorique de référence étant déjà délimité dans le chapitre1, nous passons à la définition de notre problématique.

III.1 Problématique et questions de recherche

Le concept d'oxydoréduction fait partie des savoirs scolarisables, il a subi un ensemble de transformations (transposition didactique) aux fins d'être enseigné, tout en étant la plus proche possible du savoir de référence. Au cours des transformations, le savoir subit une désintrication(Chevallard , 1995), il est extrait du champ de problèmes auquel il était lié, et des techniques auxquelles il était associé. Il a fait l'objet d'une réorganisation de contextualisation, d'une déformation afin de le rendre accessible aux élèves, ceci en vue d'une réelle intégration et d'une mobilisation ultérieure.

La transposition est incontournable car le savoir en œuvre dans l'enseignement ne peut être celui construit dans les laboratoires de recherches. Et c'est au niveau de l'accessibilité que réside notre problématique :

Le savoir savant tel quel n'a pas d'intérêt direct pour l'apprenant dans sa formation au niveau secondaire. Il revient à la noosphère de désigner parmi toutes les connaissances accumulées, celles qui auront une pertinence dans la formation scolaires des élèves.

De nombreux facteurs interviennent à ce niveau et la cohérence n'est pas toujours la règle. Ces facteurs qui conditionnent la transposition didactique peuvent être sources de difficultés et d'obstacles pour l'apprentissage du concept d'oxydoréduction. Autrement dit, les difficultés rencontrées dans l'enseignement /apprentissage du concept oxydoréduction ne sont pas essentiellement liés aux facteurs internes à l'élève (sa motivation, ses capacités personnelles, sa baisse de niveau, son travail...) relèvent d'abord de la transposition didactique opérée sur le concept que se manifeste à travers les caractéristiques de l'objet d'enseignement (contenu, structure, progression, modèles didactiques, hypothèses d'apprentissage, référents et pratiques sociales....)

Cette accessibilité occupe un rôle primordial dans l'efficacité de l'appropriation et l'assimilation des connaissances, elle peut être la cause et la conséquence de la signification que donne l'apprenant à ce concept oxydoréduction.

Ce qui amène à poser les questions de recherche et les hypothèses suivantes :

- a. En quoi l'objet d'enseignement à propos du concept oxydoréduction fait obstacle à l'enseignement / apprentissage du concept oxydoréduction .**
- b. Qu'est ce que l'élève est censé savoir ?**
- c. Quels types de connaissances ? (connaissances déclaratives, connaissances procédurales, connaissances conditionnelles, connaissances empiriques ?....)**
- d. Avec quelles hypothèses d'apprentissage ?**
- e. Avec quels choix épistémologiques ?**

Nos trois hypothèses de recherches portent respectivement :

- sur la construction des connaissances chez les apprenants :

Hypothèse 1: il y a insuffisance de mise en œuvre simultanée des connaissances dans la conceptualisation de l'oxydoréduction

- sur la signification que donne les apprenants aux choix épistémologiques et didactiques préconisés

Hypothèse 2 : les réactions d'oxydoréduction étudiées en classe sont déconnectées du quotidien de l'apprenant. L'apprentissage est restreint aux situations limitées de la classe..

- sur les approches didactiques

Hypothèse 3 : les styles cognitifs de l'apprenant ne sont pris en considération.

Pour pouvoir répondre à ces questions et vérifier ces hypothèses, nous nous proposons d'effectuer une analyse critique de la transposition didactique opérée sur le concept oxydoréduction à travers les programmes scolaires.

En effet, quand les objets à enseigner sont désignés, il revient au système éducatif de les traduire concrètement en un ensemble de connaissances que les élèves seront susceptibles d'acquérir. Si le savoir savant est de nature transdisciplinaire, les savoirs à acquérir sont organisés au sein d'une discipline. Le concept oxydoréduction est enseigné à Madagascar dans la partie « chimie minérale et général».

D'autre part, le savoir à enseigner ne se réduit pas aux programmes qui appelle une interprétation, aussi avons-nous choisi d'analyser également des manuels scolaires.

III.2 Présentation du corpus

Notre corpus est constitué de 3 programmes et de 4 manuels. Le choix des programmes et manuels est basé sur le critère de correspondance avec les différents changements de programmes au cours de ces trente dernières années et de leur disponibilité.

Programme 1	programme fixé par l'arrêté N° 1473/87 MINISEB mis en vigueur à partir de l'année scolaire 1987 – 1988
Programme 2	programme fixé par l'arrêté N°103/95 MEN en vigueur à partir de l'année scolaire 1995 - 1996
Programme 3	programme fixé par l'arrêté N°5238/97 MINISEB en vigueur à partir de l'année scolaire 1997 – 1998
Manuel 1	André Cros (1969). Initiation à la chimie moderne, Terminales C, D, E. Librairie Belin-Paris
Manuel 2	Bautrant R. Chalvesche J.Jaubert A (1979) Chimie 1 ^{ère} C, D,E ;Classiques Hachette – Paris
Manuel 3	Eurin-Gie (1982). 1 ^{ère} Set E. Hachette-Paris.
Manuel 4	André Durupthy (1982). Chimie 1 ^{ère} S.Hachette Education-Paris

Tableau N°2 : Présentation du corpus étudié

III. 3 Méthodologie

Les programmes scolaires sont analysés dans les grandes lignes, que nous avons complétés par une analyse du contenu en distinguant les rubriques : objectifs, modèles didactique, théorie d'apprentissage, référent empiriques et pratiques sociales.

Quant aux manuels, le dépouillement a été réalisé à l'aide d'une grille d'analyse que nous avons élaborée (voir en annexe) portant aussi bien sur le fond que sur la forme. Cette grille comporte quatorze questions. Les quatre premières sont destinées à identifier le manuel (date de parution, auteur), les questions 5 à 9 permettent d'analyser la structure des contenus (objectifs, présence ou d'expérience, document, résumé, exercices...) les questions 10 à 12 concernent les

activités d'apprentissage et les moyens pédagogiques et d'évaluation, enfin les deux dernières questions portent sur les modèles d'oxydation utilisés et les références bibliographiques des auteurs et /ou concepteurs de programmes.

Chaque manuel et programme est analysé à l'aide de cette grille.

Dans ce travail, nous considérons plus particulièrement l'aspect de l'appropriation et l'assimilation du savoir qu'en auront les apprenants.

III.4 Résultats et analyses

III.4.I Dispositions générales et contenus des programmes scolaires malgaches

Les sciences physiques sont introduites dans l'enseignement secondaire à partir de la classe de 6^{ème}. Elles constituent un enseignement obligatoire, et sont enseignées dans tous les niveaux par un même enseignant sous une même discipline « sciences physiques ».

La mise en texte du savoir à enseigner relève d'une autorité auprès du ministère de l'enseignement ; « l'Unité d'Etude et de Recherche Pédagogique » (U.E.R.P), et il appartient au Ministère de l'enseignement Secondaire et de l'Education de Base (MINISEB) la responsabilité de promulguer les programmes scolaires.

Les programmes actuels en vigueur sont fixés par l'arrêté N°5238/97-MINISEB fixant les programmes scolaires des classes de 10^{ème}, 5^{ème} et 1^{ère} A, C, D et indiquent que l'oxydoréduction est à enseigner en classe de 1^{ère} C et D dans la partie Chimie sans la moindre idée de gêner les enseignants sur le déroulement de leurs cours.

Pour différencier la série C de la série D, il appartient à l'enseignant de jouer sur le niveau de complexité des exercices qu'il donne à ses élèves. Chaque semaine d'enseignement doit comporter deux séances de physiques et une séance de chimie.

Une première lecture des programmes montre qu'il est donné à l'enseignant une certaine autonomie dans la répartition des tâches.

Le concept oxydoréduction est enseigné dans le secondaire en classe de première série C et D, pour servir de base au « lèves qui poursuivront des études scientifiques de niveau supérieur, et de fin d'études pour ceux qui ne continuent pas les études.

III.4.2 Présentation des programmes

Les programmes d'avant 1987 se présentent tous sous forme de liste de contenu. Ils ne se prêtent pas à aucune analyse, seules les différentes parties sont mentionnées.

Une comparaison rapide de la présentation des grandes lignes permet de souligner les points suivants :

Programme 1	Programme 2	Programme 3
1. Définitions : transfert d'oxygène - transfert d'électron- demi-réactions- nombre d'oxydation	2. Réactions rédox en solution aqueuse : - réaction d'oxydoréduction entre un métal M et un ion métallique Mn^{++} - notion de couple oxydoréducteur-action des acides sur les métaux, couple H_3O^+/H_2 - notion de potentiel rédox- dosage par oxydoréduction	1. Réactions d'oxydoréduction en solution aqueuse : - des solutions acides sur les métaux-réaction d'oxydoréduction entre un métal M et un ion métallique – notion de potentiel rédox- généralisation du couple rédox- dosage rédox
2. Applications : combustion dans l'oxygène – électrolyse	2. Généralisation de l'oxydoréduction : Exemple de réaction par voie sèche - nombre d'oxydation d'un élément	2. Généralisation de l'oxydoréduction exemples de réactions par voie sèche-nombre d'oxydoréduction
3. Réactions rédox : actions des acides sur les métaux- solution oxydante et réductrice : permanganate de potassium, ion ferreux, ion hypochlorite, ion bicromate en milieu acide- calcul à partir des réactions globales obtenues	3. Applications de l'oxydoréduction : Electrolyse en solution aqueuse – piles électrochimique - corrosion des métaux, cas particuliers du fer	3. Application de L'oxydoréduction Electrolyse en solution aqueuse – piles électrochimiques – corrosion des métaux

Tableau N° 3 : Présentation de contenu des trois programmes

- Pour la conceptualisation de l'oxydoréduction, nous remarquons une constance dans le nombre de grandes parties. Il doit y avoir un motif à ce sujet, peut-être l'importance accordée selon les contraintes temps, mais nous le trouvons mentionné dans aucun texte officiel. Seul le programme (3) mentionne la répartition horaire entre la Physique et la chimie.
- Nous notons également que pour un même intitulé exemple : « réactions d'oxydoréduction en milieu aqueux », la densité du contenu diffère, s'il est condensé dans le programme (1), il devient de plus en plus chargé dans les programmes (2) et (3). Est – ce pour des raisons de contraintes dictées par l'évolution de la chimie ou pour remédier aux difficultés d'apprentissage de l'oxydoréduction ?
- Quant au programme (3) sa présentation est autre. Il est donné sous forme de tableau à trois colonnes. Dans la première colonne sont figurés les objectifs spécifiques. La deuxième colonne donne les contenus et la troisième concerne les recommandations et instructions.
- Autrement dit, c'est le produit de l'action conjuguée de ses trois composants (objectifs, contenus et recommandations) qui caractérise la présentation du programme actuel.
- La présentation en colonnes du programme (3) laisse déceler l'hypothèse de l'apprentissage centré sur l'apprenant. L'apprenant est le destinataire du savoir.

III.4.3 Types d'objectifs assignés

La différence des trois programmes réside essentiellement dans l'énoncé des objectifs : dans les programmes ((1) et (2), il n'est question que des objectifs généraux de la matière Physiques chimie en classe de 1^{ère}. Ces objectifs consistent à des capacités et des compétences à faire acquérir et à développer par l'apprentissage.

Programme (1) : L'élève sortant de la classe de 1^{ère} doit avoir une base en chimie minérale constituant une base de savoir de l'élève.

Programme (2) : A la fin de 1^{ère} C ou D, l'élève doit être capable d'équilibrer les équations rédox et de comprendre quelques notions fondamentales relatives à la chimie minérale et à la chimie du carbone.

Programme (3) : Il énonce deux types d'objectifs :

- les objectifs généraux : l'élève doit être capable d'expliquer les phénomènes d'oxydoréduction et de décrire les applications pratiques des phénomènes d'oxydoréduction.
- Les objectifs spécifiques : pour une meilleure analyse, nous les portons dans le tableau n°(4) suivant car ils feront par la suite l'objet d'étude sur les types d'activités scolaires proposées.

La conceptualisation de l'oxydoréduction fait l'objet d'une trentaine d'objectifs spécifiques en terme de capacités, comportements observables, ce que les élèves doivent être capable de maîtriser après apprentissage.

Ils sont formulés et répartis comme suit :

Dans le programme actuel	Dans le manuel (4)
définir (4 fois) identifier (1 fois) écrire (3 fois) interpréter (3 fois) expliquer (1 fois) prévoir (1 fois) utiliser (3 fois) classifier (2 fois) réaliser (2 fois) repérer (1 fois) décrire (7 fois)	écrire (1 fois) établir (5 fois) analyser (1 fois) connaître (8 fois) utiliser (3 fois) définir (3 fois) généraliser (1 fois) réaliser (2 fois) mesurer (1 fois) déterminer expérimentalement (1fois) identifier (1fois)

Tableau N°4 : les objectifs spécifiques assignés à la conceptualisation de l'oxydoréduction

- Il y a concordance du nombre d'objectifs spécifiques entre le programme actuel malgache et le manuel (4), le seul des manuels consultés qui donne des objectifs.
- Le nombre de ces objectifs tourne autour de trente.
- Ils appartiennent au domaine de la compréhension – application – synthèse donc du niveau taxonomique inférieur. Il s'agit des objectifs –capacité pour l'acquisition de notion, d'aptitude, de compétence.
- Les activités cognitives que l'élève doit mettre en œuvre pour accomplir les tâches qui lui sont demandées se résument à la mobilisation et à la reproduction. L'exploration du possible ne se présente qu'une seule fois : prévoir la possibilité ou non d'une réaction à partir des couples rédox.
- Certaines activités font appel à des acquis déjà objectives : identifier, expliquer, classifier.
- Les catégories et fréquence des objectifs nous amène à penser que la conceptualisation de l'oxydoréduction est surtout axée sur l'aspect qualitatif tel que : - décrire les produits d'une réaction -test de reconnaissance de métalliques en solution – décrire une pile (constitution, fonctionnement, équation bilan)-écrire une réaction –expliquer le comportement des solutions –interpréter une équation bilan....
- Il y a cohérence et concordance avec les objectifs de réactions généraux donnés au début du programme : **expliquer les phénomènes d'oxydoréduction décrire des applications directes des phénomènes d'oxydoréduction.**
- La question se pose maintenant sur les types de réactions d'oxydoréduction préconisés dans ces programmes et manuels et avec quels modèles d'explication ?

Le dépouillement de notre corpus a donné les résultats consignés dans le tableau N°5 suivant :

TYPES DE REACTIONS	MODELES D'EXPLICATION DONNES
Réactions entre cation métallique et un métal : Ions Cu (II) et métal fer Ions argent et métal cuivre Actions des solutions acides sur les métaux : Al, Fe, Cu, Zn, Mg Piles: Piles zinc-cuivre, pile plomb- cuivre, pile plomb-zinc-pile Lechlanché Dosage d'oxydoréduction : Dosage de l'ion Fe^{2+} par l'ion MnO_4^- dosage de l'ion hypochlorite ClO^- sur l'ion fer(II) Réaction d'oxydoréduction par voie de sèche : Réaction du sodium avec le chlore – réaction du dihydrogène sur l'oxyde de cuivre (II) Réaction du dioxygène avec le magnésium- réaction du dioxygène de carbone avec le magnésium- réaction du carbone avec le dioxygène- réaction de l'aluminium sur le dioxyde de manganèse – réaction du soufre avec le dioxygène	Le manuel (2) parle de « déplacement » : le métal fer déplace le cuivre des ions cuivre pour traduire l'équation : $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ Le manuel (4) explique par le transfert d'électrons entre le métal fer et les ions cuivre (II) $2\text{H}^+ + \text{Fe}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{Fe}^{2+}$ Le manuel (2) fait état des ions spectateurs et de l'acide à anions non oxydants Utilisation des couples rédox Utilisation des couples rédox Transfert d'électrons $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^-$ Le manuel (2) interprète par échange d'électrons $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ Manuel (2) introduit la notion de composé covalent et les électrons de la liaison sont plus près de l'atome d'oxygène que celui du cuivre. Le cuivre est donneur de charges négatives, l'oxygène un accepteur de ces mêmes charges. Dans la molécule de dihydrogène le

Electrolyse : Electrolyse d'une solution de bromure de cuivre (H) électrolyse d'une solution de sulfate de zinc – électrolyse de l'eau – électrolyse d'une solution de soude – électrolyse d'une solution de chlorure d'étain – électrolyse d'une solution de sulfate de cuivre	doublet électronique est également partagé entre les deux atomes, lesquels ne possédant ni excès, ni défaut de charges électriques. En résumé, le cuivre a gagné les charges négatives qui lui manquait pour devenir un atome neutre : cette charge lui a été donnée par l'hydrogène : le cuivre est donc un oxydant vis-à-vis de l'hydrogène. L'hydrogène est un réducteur vis-à-vis du cuivre. Exemple : réaction avec le magnésium avec le dioxygène de carbone $\text{O}_2 + 2\text{Mg} \rightarrow \text{C} + 2\text{MgO}$ Le manuel (4) interprète par le modèle du nombre d'oxydation : le n.o de l'élément carbone dans CO₂ peut diminuer : le dioxyde de carbone est donc un oxydant. Le n.o du magnésium dans le métal peut augmenter : le magnésium est un réducteur Les réactions rédox sont localisées à la surface des électrodes : à l'anode reliée au pôle (+) du générateur se déroule une oxydation ; à la cathode reliée au pôle (-) se déroule une réduction. Le générateur pompe des électrons à l'anode. Trois réactions peuvent avoir lieu : - oxydation des anions contenus dans la solution : $\text{Am} \rightarrow \text{A} + \text{me}^-$ - oxydation des molécules d'eau : $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ - oxydation du matériau constituant l'électrode : $\text{M} \rightarrow \text{M}^{n+} + \text{ne}^-$
---	---

Tableau N°5 : Types de réactions et modèles d'explication

Que peut-on tirer à propos des modèles préconisés pour la conceptualisation de l'oxydoréduction ? :

- le **modèle de transfert d'électrons** est le plus utilisé, puis vient l'utilisation des couples rédox. Si cette approche semble le plus convenir aux enseignants, l'apprenant par contre a des difficultés dans leur utilisation compte tenu de leur

signification plus ou moins abstraite. L'apprenant a des difficultés de relier la perte d'électrons à une oxydation, alors que la réaction ne fait intervenir l'élément oxygène, ou le gain d'électron à une réduction. Le style cognitif de l'apprenant n'est pas pris en considération. Il y a contradiction pour lui une image totalement déconnectée de ses représentations et son quotidien.

Ce qui confirme nos hypothèses de recherche N°2 et N°3

- Dans l'introduction du modèle de transfert d'électrons, des notions telles que « échange », « déplacement », « transfert », « gain », « perte » sont utilisées, ce sont des notions qu'on peut catégoriser comme étant des « concepts processus », qui ont leur importance clé dans la conceptualisation de l'oxydoréduction, pourtant elles ont été parachutées dans les définitions sans tenir compte les styles cognitifs et les représentations de l'apprenant. Pour l'apprenant, ces concepts sont enseignés en classe et ne sont à utiliser qu'en classe, non applicables tous les jours.

Or la psychologie cognitive admet que les différentes notions que possède l'apprenant pour penser le monde de son environnement sont liées entre elles.

Ce qui confirme notre hypothèse N°3

- D'autre part, l'apprenant peut penser que le transfert d'électrons constitue la définition générale des phénomènes d'oxydation et de réduction. Alors qu'il ne l'est que dans la réaction où le produit formé est un composé ionique. Ceci peut induire à des obstacles épistémologiques.

- **Le modèle du nombre d'oxydation** n'est intervenu que dans les réactions d'oxydation sèche, alors qu'il se prête à toutes les réactions rédox. Leur introduction dans les explications semble un dernier recours quand le modèle de transfert d'électrons n'est pas évident ? Il paraît comme un savoir fini qui masque son origine épistémologique. Il amène à une compréhension incomplète du modèle tout en limitant son champ d'application. Nous décelons ici un cloisonnement des modèles, comme si les deux modèles n'établissent pas de relations entre eux.

Ce qui vient conforter notre hypothèse N°1

- Les modèles de transfert d'hydrogène et de transfert d'oxygène ne sont pas du tout mentionnés. Les auteurs ne sont-ils pas formés par et à ces approches ?

Il nous est étonnant de remarquer dans le manuel(1) dans l'introduction même du premier chapitre que « de très nombreux corps brûlent dans du dioxygène : il s'agit d'oxydation puis de renforcer que « l'oxydation d'un élément par l'oxygène est sa transformation en oxyde » sans aller jusqu'au modèle de transfert d'oxygène , alors que sa formulation et son champ d'application sont en concordance avec le sens commun. Les notions sont enseignées sans relation les unes avec les autres dans une relation logique. Il n'y a pas une mise en œuvre simultanée des connaissances.

Ce qui confirme notre hypothèse de recherche N°1

Si tels sont les objectifs assignés, et si l'apprentissage se veut être fonctionnel, quelles sont les connaissances ? Dans quel ordre sont –elles mises en œuvre ? Ceci nous amène à faire une analyse des contenus.

II.4.4 Progression des contenus

Le contenu semble suivre une logique interne linéaire. Chaque chapitre suppose connus les chapitres précédents. Est-ce la raison pour laquelle les prérequis ne sont pas donnés ni dans le programme, ni dans les manuels (1) et (2). Seul le manuel (3) en donne en début de chapitre avec les objectifs spécifiques.

La même progression ou l'ordre dans lequel les contenus sont enseignés se retrouve dans les programmes (2) et (3), alors qu'elle est différente dans le programme (1). Les différents changements de programmes ont répété les mêmes parties avec un contenu plus ou moins modifié, est-ce à cause des contraintes dues à l'évolution de la chimie ou pour remédier aux difficultés d'apprentissage de l'apprenant ?

Nous consignons dans le tableau n ° 6 la progression que nous avons repertoriée.

MANUELS	PROGRESSION
Manuel (1)	1) Les réactions rédox 2) Classification des couples oxydant réducteur 3) applications des phénomènes d'oxydoréduction
Manuel (2)	1) oxydoréduction en solution aqueuse 2) Généralisation
Manuel (3)	1) Classification électrochimique aqueuse 2) Piles d'oxydoréduction : classification des métaux (études quantitatives) 3) Etude de quelques réactions rédox 4) Potentiels rédox 5) Dosage rédox 6) Electrolyse en solution aqueuse 7) Oxydoréduction par voie sèche
Manuel (4)	1) Notion de couple oxydant –réducteur 2) Couple H^+/H_2 , classification électrochimique 3) Notion de potentiel rédox 4) Nombre d'oxydation Electrolyse en solution aqueuse

Tableau N°6 : Progression du contenu d'enseignement

Il ressort que l'ordre de progression varie d'un manuel à un autre. Nous ne trouvons pas mentionnées quelles en sont les raisons qui ont déterminé pourquoi cet ordre et cette étendue de paragraphes. Il en est de même en ce qui concerne le nombre de chapitres et le nombre de paragraphes.

Les raisons peuvent être liées à des facteurs à caractère psychopédagogique : tels que le degré de maturité scolaire, la motivation des élèves, le rythme d'apprentissage plus ou moins rapide, l'extension des contenus (plus ceux-ci sont importants et plus rapide doit être la progression pour respecter les délais fixés des programmes).

Quoiqu'il en soit, il convient de remarquer que le nombre des parties ainsi que celui des paragraphes ne dépasse pas le chiffre huit. Ce qui nous renvoie à la règle de « **l'empan perceptif** » (Olivier Clouzot, 1991) qui concerne la quantité d'informations qu'un individu peut retenir juste après qu'elles lui étaient énoncées ; cette quantité varie approximativement autour de sept éléments.

Pour affiner notre analyse, nous avons relevé le nombre des paragraphes par chapitre, et nous avons également constaté que le nombre ne dépasse pas huit.

Comme l'on sait que toute acquisition de connaissance n'a de valeur que si ces connaissances peuvent être utilisées, actualisées et mobilisées, il n'est pas inutile ici de nous référer à certains travaux étudiés par la psychologie expérimentale moderne sur la « **mémoire immédiate** » qui intervient dans les processus d'acquisition de connaissances.

La mémoire dépend de deux types de facteurs, des facteurs internes dépendant de l'attitude de l'apprenant et des facteurs externes dépendant du contenu à apprendre et à mémoriser. Les facteurs externes correspondent à la manière dont l'information à mémoriser est organisée, structurée et présentée. D'où le rôle fondamental de la structuration des connaissances pour en améliorer la mémorisation, grâce à la mobilisation du cerveau droit.

Nous pouvons alors dire que la transposition didactique opérée dans la conceptualisation a favorisé la mémorisation des connaissances. Mais il nous faut examiner les moyens avec lesquels les connaissances sont véhiculées. Pour ce faire une analyse qualitative et quantitative du contenu s'impose.

Nous aurions aimé établir le nombre de pages du manuel avec les heures effectives d'apprentissage, mais comme ce temps didactique n'est pas donné dans le manuel, nous avons alors choisi de comptabiliser le nombre de pages et le pourcentage consacré aux leçons, aux exercices et aux travaux pratiques.

III.4.5 Types d'activités scolaires

L'analyse quantitative effectuée porte sur les différents aspects des activités scolaires. Les données obtenues sont reportées dans le tableau N°7.

Manuel (1)	Manuel (2)	Manuel (3)	Manuel (4)
Cours : 32 pages 94%	Cours : 40 pages 75%	Cours : 81 pages 84%	Cours : 55 pages 74%
Exercices : 2 pages 6%	Exercices : 13 pages 25%	Exercices : 15 pages 16%	Exercices : 19 pages 25%
T.P : néant 0%	T.P : néant 0%	T.P : néant 0%	T.P : 8 pages 1%

Tableau N°7 : Répartition des types d'activités d'apprentissage

- Il ressort de ces résultats qu'il y a primauté de l'apprentissage systématique théorique.
- L'apprentissage par l'expérimental est quasiment occulté, bien qu'il émerge dans le manuel (4).
- Les activités de résolution de problèmes, d'applications de cours ou d'utilisation des acquis par le biais des exercices constituent tout au plus le quart du travail de l'enseignement / apprentissage.
- Dans la mesure où les connaissances procédurales sont essentiellement investies et mobilisées dans les activités expérimentales et d'exercices, le manque ou l'insuffisance de ces types d'activités scolaires ne permettent pas aux connaissances déclaratives et procédurales de se développer en symbiose. L'apprenant n'est pas alors en mesure d'en faire une synthèse. Les situations

d'apprentissage proposées ne permettent pas à l'apprenant de conjuguer et relier les compétences et capacités maîtrisées pour en construire de nouvelles.

Ce qui confirme notre hypothèse de recherche N°1

A propos des caractéristiques du contenu, nous avons essayé d'identifier les connaissances procédurales et déclaratives mises en œuvre.

Les connaissances déclaratives sont celles qui s'expriment dans le langage naturel ou un autre langage symbolique. Develey distingue le champ notionnel qui est constitué par l'ensemble de notions mises en synergie qui donnent sens à celle que l'on souhaite enseigner.

Nous avons relevé dans les programmes et manuels que le champ notionnel est constitué :

- des faits et notions relevant des concepts (oxydant , réducteur, oxydation, réduction, électron, nombre d'oxydation, couple),
 - des processus (transfert d'électrons, ionisation, réaction, transformation, corrosion) et
 - des applications (pile, corrosion, électrolyse, dosage)

Le champ notionnel qui caractérise la transposition didactique effectuée se résume à des connaissances conceptuelles, des connaissances processus et des connaissances applications. Les connaissances phénomènes sont quasiment absentes. D'ailleurs, nous n'avons pas noté une seule pratique de références sociales dans le programme. Comme si, il n'y a aucune relation entre les phénomènes naturels du quotidien traités en classe.

Les exemples de phénomènes préconisés en classe sont déconnectés du quotidien de l'apprenant. Le programme propose dans l'application de l'oxydoréduction la constitution d'une pile Daniell sans faire aucune référence aux piles usuelles type « Leclanché » ou encore parler de corrosion des métaux sans faire allusion à la formation de la rouille , ou encore traiter l'action de l'acide sur les métaux sans parler de la fabrication des bijoux en or dans les orfèvres du quartier.

D'où la confirmation de l'hypothèse N°2

La question se pose alors si leur introduction contribue à favoriser l'apprentissage ou au contraire constitue une source de difficultés d'apprentissage ?

Les connaissances procédurales constituées par une suite organisée d'actions permettant d'atteindre le but poursuivi, consistent à des méthodes, techniques, procédures, et stratégie qui correspondent à des opérations intellectuelles très générales non directement observables. Elles peuvent être prises comme objets d'évaluation.

III.4.6 Les démarches et hypothèses d'apprentissage

Le programme en vigueur suggère une approche expérimentale dans l'introduction de la notion d'oxydoréduction, proposant ainsi une démarche scientifique où l'observation est première.

Dans cette approche, l'expérience choisie étant l'action d'une solution diluée chlorhydrique sur les métaux Zn, Fe, Ag, Cu, une expérience facile à faire et ne demandant pas de matériel sophistiqué et qui colle bien au modèle de transfert d'électrons que l'on veut introduire.

On voit ici quelle hypothèse d'apprentissage sous-tend la transposition didactique du concept oxydoréduction. Il s'agit d'une approche d'apprentissage inductiviste (Joshua, 1993)

Si cette approche permet une initiation à faire une observation, elle peut avoir des conséquences néfastes pour les élèves. En effet, la présentation de tel type d'expérience réduit les élèves à l'état de simples spectateurs d'un raisonnement construit pour eux sans qu'ils en soient sollicités. Ils ne vont pas être impliqués dans l'appropriation des connaissances qu'ils vont qualifier de scolaires dans la mesure que l'exemple choisi n'est pas un phénomène réel de leur quotidien.

D'autres critiques peuvent être faites à l'endroit de cette approche inductiviste : les expériences sont conçues pour coller au modèle que l'on veut véhiculer, et elles restent artificielles et déconnectées du quotidien de l'élève. **Ce qui conforte notre hypothèse N°2**

Si l'on se réfère à la théorie constructiviste de Piaget, l'apprentissage doit être une démarche active de construction de connaissances engagée par l'apprenant et non une réception passive de savoirs préconstruits par l'enseignant. L'élève ne va pas s'approprier un problème qui n'est pas le sien, ses représentations initiales n'ayant pas été sollicitées et remises en cause subsisteront.

Aussi, l'élève pourra penser que la réaction d'oxydoréduction est un savoir scolaire, qui se rapporte seulement au cours dispensé en classe et peut induire même à une frustration et une déception.

L'entrée de chapitre par l'expérience avec une finalité de découverte en vue de la construction du concept oxydoréduction pourrait favoriser l'activité intellectuelle de l'élève si par le biais de questionnement on essaie d'identifier ses représentations à propos de cette réaction étudiée en principe en classe de troisième. Ils pourront alors confronter leurs représentations avec la réalité.

Il ne faut pas oublier que l'accès à une connaissance « supérieure » ne garantit jamais la levée d'un obstacle (Guy de Brousseau, 1996). C'est pour cela qu'on a besoin d'enquêtes pour confirmer l'analyse de contenu des manuels.

L'ancien programme (programme 1) aborde l'oxydoréduction par des définitions de concepts, oxydation, réduction, oxydant, réducteur, réaction d'oxydoréduction donc l'apprentissage demandé ici est le processus de mémorisation – reconnaissance – reproduction.

Notons qu'un seul des manuels commence le chapitre sur le couple oxydant-réducteur en donnant une photographie colorée d'une réaction entre une solution de nitrate d'argent avec un fil de cuivre et en posant un questionnement sur « comment ce fil de cuivre a-t-il pu se recouvrir de filament d'argent par simple immersion dans une solution de nitrate d'argent ? Cependant, le questionnement, on le sait, ne saurait se réduire à une simple observation expérimentale. Il faut qu'elle puisse alimenter l'élaboration de représentations mentales de la réalité observée.

III.4.7 Les choix épistémologiques

Si dans les anciens programmes, les trois modèles d'oxydoréduction (transfert d'électrons, transfert d'oxygène et nombre d'oxydation) sont mentionnés, seuls les modèles de transfert d'oxygène et nombre d'oxydation figurent dans l'actuel programme. Dans le programme actuel, le nombre d'oxydation est introduit dans le deuxième chapitre quand le modèle transfert d'électrons n'est plus évident (réaction de synthèse de l'eau : $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$)

La synthèse de l'eau est une oxydation car il y a fixation d'oxygène sur un corps. Mais comme l'eau a une structure non ionique, on ne peut pas donner ici une interprétation électronique de la réaction, il ne peut y avoir un transfert effectif d'électrons entre le réducteur et l'oxydant d'où le recours au nombre d'oxydation pour équilibrer la réaction.

Quand il s'agit d'un composé à structure covalent, le nombre d'oxydoréduction se prête à l'équilibre de l'équation correspondant.

Tel qu'il est introduit dans le programme, le nombre d'oxydation apparaît comme un outil de résolution à un problème particulier.

Par ailleurs, son introduction « parachutée » dans le chapitre de généralisation de l'oxydoréduction devrait être liée à la définition de la notion d'électronégativité d'un élément : la tendance qu'a un atome d'un élément engagé dans une liaison covalente avec un autre atome d'un autre élément à attirer à lui le ou les doublets de liaison.

Les connaissances ne sont pas enseignées en vue d'une intégration dans une structure cohérente ; le savoir reste cloisonné. **C e qui conforte notre hypothèse**

N°1

A notre avis, l'introduction des autres modèles épistémologiques avant celui du modèle de transfert d'électrons contribue à un enrichissement de la conceptualisation de l'oxydoréduction chez l'élève. Le transfert d'électrons n'est pas le seul qui convient, mais il faut voir l'ordre dans lequel les différentes notions et modèles doivent être présentés, définies et illustrés pour assurer une efficacité dans l'apprentissage des élèves.

Dans tous les programmes et manuels consultés, ils sont constitués d'expériences prototypiques, de procédés et des objets retenus malgré les différents changements de programmes :

- réaction des solutions d'acide avec les métaux les plus fréquemment utilisés
Zn, Fe, Cu, Mg, Pb
- classification électrochimique des métaux (étude qualitative)
- dosage par réaction rédox (manganimétrie et par l'ion thiosulfate)
- oxydoréduction par voie sèche
- électrolyse
- Piles électrochimiques

Les référents empiriques peuvent apporter un plus sur le plan conceptuel, mais c'est surtout leur signification, leur statut et la façon dont ils sont introduits qui importent dans l'apprentissage.

Chapitre IV : Conclusions et perspectives

Bien que critiquable, notre travail de réplcation nous a permis d'apporter des éléments pouvant d'une part, caractériser la transposition didactique du concept oxydoréduction dans l'enseignement malgache et d'autre part, constituer des sources possibles de difficultés de son enseignement / apprentissage.

Ce que les manuels ont en commun

- Le manuel scolaire, en plus de sa signification première, est un ouvrage que l'on peut tenir à la main ou être à la portée de la main.
- Il expose les notions essentielles du concept oxydoréduction à un niveau donné.
- Il est la mise en œuvre plus ou moins du programme officiel.
- Il est dépositaire d'un contenu d'enseignement qu'il véhicule avec des stéréotypes.
- Les quatre manuels consultés présentent chacun un préface, une table de matière. Par contre, tous les quatre ne donnent pas de bibliographie.
- Il ont un caractère didactique, ils découpent, expliquent, résument, orientent l'apprentissage.
- Les chapitres consistent généralement en un cours respectant les différents points du programmes. Le manuel (4) est le plus près du programme actuel.
- Ils sont plus ou moins illustrés par des photographies, des schémas, des représentations graphiques, des tableaux, des encadrés, de définitions, de résumés, des documentaires ou lectures et des exercices en fin de chapitre.

- Le nombre de chapitres mis en texte pour l'enseignement / apprentissage du concept oxydoréduction ne dépasse pas le chiffre huit ; Est-ce par respect du principe de « l'empan perceptif » de la mémoire immédiate pour faciliter la mémorisation du texte du savoir ?

Ce qui les différencie

- Les manuels peuvent être vus comme étant un objet, leur fabrication évolue avec les progrès des techniques du livre : les quatre manuels consultés sont de grandeur et de formats différents.

- Ils sont un support privilégié du contenu éducatif, le dépositaire de connaissances et de techniques dont l'acquisition est jugée nécessaire pour la société çà un temps donné.

- Les pratiques sociales sont introduites dans le manuel (4) à travers des documentations, photographies.

- Seul le manuel (4) donne des énoncés d'objectifs ainsi que des prérequis.

Dans les manuels (1) (2) et (3) les exercices proposés ne sont pas corrigés.

Quelque fois, la réponse numérique finale est donnée. Pour les auteurs de ces manuels, la définition des objectifs d'enseignement / apprentissage ne semble pas primordiale pour une efficacité de l'apprentissage.

D'ailleurs, ils n'attachent pas non plus d'importance sur l'évaluation des compétences. Or l'évaluation doit faire partie intégrante des processus d'enseignement / apprentissage. Pour les auteurs des manuels (1) et (2) la définition des objectifs d'enseignement / apprentissage ne semble pas primordiale pour une efficacité de l'apprentissage. D'ailleurs, ils n'attachent pas d'importance sur l'évaluation des compétences. Si l'apprenant ne trouve pas le résultat final donné de l'exercice, cela veut dire qu'il n'y a pas maîtrise d'une connaissance, d'une compétence ?

D'où la nécessité de bien définir les objectifs d'apprentissage, préciser les résultats attendus des apprenants et de les évaluer en fixant les critères de réussite. Cette

évaluation permettra un contrôle aussi bien pour l'enseignant et pour l'apprenant et déceler les difficultés d'apprentissage de ce dernier.

- Alors que dans le manuel (4) les exercices sont présentés autrement. D'abord les exercices sont plus nombreux et plus variés. Ils sont classés suivant des rubriques, par type de capacités évaluées et niveau de difficulté, et la majorité des exercices sont corrigés. Ce qui sont plus difficiles sont accompagnés de « coup de pouce » pour aider les apprenants à démarrer. Le manuel se préoccupe de suivre le processus mental de l'élève.

- De même seul le manuel (4) présente des activités de travaux pratiques qui sont proposés sous forme de fiches de TP dont les objectifs et le protocole sont bien précis, les expériences bien décrites, les résultats donnés sans oublier de mentionner les consignes de sécurité au laboratoire.

- De cette analyse, nous sommes tentés de dire que les manuels définissent un « état d'esprit ». On rencontre des interprétations pédagogiques assez différentes qui sont le reflet même des représentations des auteurs qui les ont écrits sur ce que doit être l'enseignement / apprentissage des sciences.

- L'expérimental n'est pas mis au service de l'apprentissage, bien qu'il commence à émerger dans le manuel (4)

Remarquons que malgré la nouvelle essence des nouveaux programmes malgaches centrés sur les élèves, aucune recommandation de manuels n'est donnée pour contribuer à une meilleur réussite de l'approche curriculaire.

D'autre part, on déplore l'absence de documents d'accompagnement à la disposition des enseignants, alors qu'un « **guide de lecture et d'utilisation des curricula scolaires** » a fait l'objet d'un atelier d'élaboration par l'UERP bien avant sa dissolution.

Ce que programme et manuel ont en commun

- Le savoir à enseigner est éloigné de la vie quotidien de l'élève.
- Le champ notionnel renvoie à des connaissances conceptuelles, des processus et des applications, et ces connaissances semblent déterminer les types d'activités scolaires.
- L'expérience est insignifiante, or les travaux pratiques constituent des moyens non négligeables d'appropriation de techniques et de méthodes. D'autant plus qu'il est question d'une discipline qualifiée de « sciences expérimentales ».
- L'expérimental n'est pas sollicité dans 'acquisition de savoir et savoir faire mais également dans l'appropriation conceptuelle. Le peu d'expériences proposées sont de type « monstratif », elles sont faites pour faire voir mais ne démontrent pas ! Nous avons remarqué que certaines expériences reviennent plus souvent d'autres, les plus citées sont :
 - combustion du solution dans le dioxygène
 - action de solutions diluées d'acide chlorhydrique sur les métaux usuels
 - action d'un cation métallique sur un métal (ion cuivre II sur le métal fer)
 - la pile Daniell
 - action du permanganate de potassium sur le sulfate de fer II

La permanence avec laquelle ces expériences sont présentées dans les manuels scolaires a attiré notre attention, malgré les changements de programmes survenus ces dernières années, les innovations pédagogiques et didactique liées à ce concept. Pourquoi ce choix et quelles peuvent être les conséquences ?

En ce qui concerne les raisons, plusieurs explications sont possibles : nous faisons l'hypothèse que ces manipulations sont assez simples à réaliser, ne nécessitent pas beaucoup de matériel interprétation permet d'émerger le modèle explicatif que l'auteur veut introduire.

La combustion dans le dioxygène renvoie au concept de l'oxydation de Lavoisier (réaction avec l'oxygène) et les autres à d'autres types de réactions chimiques mettant en jeu des ions.

En ce qui concerne les conséquences possibles de la répétition des mêmes expériences citées de la même manière peuvent induire une vision rituelle et stéréotypes chez les apprenants : telle expérience est incontournable pour démontrer telle chose, ou qu'il fut procéder toujours de la même manière pour aboutir à tel résultat, est la construction d'un référent empirique « ensemble des objets, phénomènes et procédés pris en compte , par expérience directe ou par évocation , et des premières connaissances d'ordre pratique qui leur sont associées » (Martinand , 1995). Avec ce contexte d'habitude et d'évidences, il est impossible de prendre du recul, et de soupçonner ce qui est réellement acquis dans l'apprentissage, donc peut poser problème à l'apprentissage.

- Les indicateurs d'évaluation manquent, alors qu'ils jouent un rôle important pour orienter le cheminement intellectuel de l'apprenant.

- Les pratiques de références manquent pour appuyer les activités scolaires ; Cela peut être la cause de l'inefficacité de l'apprentissage de ce concept. Etant donné l'importance de l'omniprésence et l'importance de l'oxydoréduction dans la vie quotidienne : phénomène vitaux, les pratiques domestiques et / ou industrielles, le savoir scolaire aurait un effet sur les conceptions des élèves.

Pour ne citer que l'exemple de la fabrication des bijoux en or à partir des alliages solides (or, argent, cuivre), les élèves pourront d'eux-mêmes à partir de ce qu'ils voient en dehors de l'école, corriger leurs conceptions souvent erronée, et vérifier la règle de gamma appliquée aux couples rédox mis en jeu.

- L'oxydoréduction est surtout basée sur le modèle de transfert d'électrons. La majorité des difficultés à l'enseignement / apprentissage du concept oxydoréduction est due aux choix épistémologique du savoir à enseigner : il y a une centration excessive sur le modèle du transfert d'électrons. Négliger la définition de l'oxydoréduction en terme de transfert d'oxygène c'est passer à côté des problèmes sur le sens de ce savoir et son accessibilité.

- Le modèle du nombre d'oxydation est enseigné sans relation avec l'électronégativité et le concept de liaison chimique. Il y a cloisonnement de savoir.
- Il y a ambiguïté apparente de vocabulaire utilisé exemple : déplacement, échange, transfert, électrons, charges négatives, charges positives... La réduction d'une espèce ne consiste pas à une destruction, ni à une suppression, ni au contraire de l'addition, c'est un gain d'électron.
- Le contenu est focalisé sur l'aspect qualitatif aux dépens de l'aspect formel. Ce qui le différencie du programme tunisien.
- Comme l'oxydoréduction figure dans la partie « chimie minérale », il n'est cité aucun phénomène appartenant à la chimie organique comme si ces deux disciplines n'ont aucun lien entre eux. Elle est abordée à travers des réactions ioniques à transfert d'électrons, à travers de la réaction d'une solution acide avec les métaux, autrement dit avec des réactions mettant en jeu des électrons et des ions.

Pour terminer, afin de pouvoir généraliser ces premiers résultats, il serait intéressant de travailler sur un plus grand nombre de manuels. De même, dégager le rapport théorique / pratique des différents registres épistémologiques, conceptuels, théoriques et empiriques relatifs au concept oxydoréduction permettra de mieux caractériser cette transposition didactique.

Des observations en classe et des enquêtes seront ainsi incontournables pour confirmer dans quelle mesure la démarche a réellement lieu en classe. Quel est le bénéfice réel auprès de l'apprenant ? Certes, l'enjeu est de taille, mais l'objectif prioritaire n'est-il pas de former des citoyens malgaches autonomes, responsables, épanouis physiquement, moralement et intellectuellement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- o 1. ARTIGUE. M. (1998). *Epistémologie et didactique*. Cahier de didirem. N°3, IREM.Paris
- o 2. ASTOLFI. JP. & DEVELAY. M (1885). *La didactique des sciences expérimentales*. Edition PUF, Collection « que sais-je ? » N°2448
- o 3. ASTOLFI. J.P.& DROUIN. A.M (1992). *La modélisation à l'école élémentaire. Enseignement et apprentissage de la modélisation*. INRP/LIREST ;
- o 4. BAURTRANT.R.& CHALVESHE.J.& JAUBERT, A. (1979). *Chimie 1ère C, D, E*, Hachette, Paris.
- o 5. BAUTRANT, R.& JAUBERT, A.(1982). *Chimie 1^{ère} Set E*. Collection Eurin-Gie, Paris.
- o 6. BLOOM, B.S. et al. (1975).*Taxonomie des objectifs pédagogiques.1. Domaine cognitif*. Presse de l'Université du Québec
- o 7. BROUSSEAU. G. (1986). *Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. Recherche en Didactique des mathématiques*. La pensée sauvage éditions.
- o 8. CHEVALLARD.Y & JOSHUA.M .A (1991). *La transposition didactique*. Editions de la Pensée Sauvage.
- o 9. CLOSSET, J.L (1983). *Le raisonnement séquentiel en électrocinétique*. Thèse de 3^{ème} cycle. Spécialité : didactique des sciences physiques. Laboratoire de didactique de la physique dans l'Enseignement Supérieur, Université Paris VII, Chaire de physique Faculté des sciences agronomiques Gembloux, Belgique.
- o 10. DARLEY,B. (1996). *Exemple d'une transposition didactique de la démarche scientifique dans un TP de biologie en DEUG 2^{ème} année*. Disdaskalia, 2°9,pp. 36-36
- o 11. DEVELAY, M. (1992). *De l'apprentissage à l'enseignement*. ESO, Paris.
- o 12. DEVELAY. M. (1995). *Savoir scolaire et didactique des disciplines. Une collection pour aujourd'hui*. Collection Pédagogique, ESF, Paris
- o 13. DURUPTHY. A.& DURUUPTHY, O.& GIACINO, M.& JAUBERT, A. (1998). *Chimie 1ère S* . Hachette, Paris.
- o 14. CLOUZOT.O (1990). *Former autrement. Apprentissages intellectuels, langage et structuration des connaissances*. Les éditions d'organisation. Paris.
- o 15. CROS.A.& ARRIGBET. G (1969). *Initiation à la chimie moderne. Terminales C, D, E*, Librairie Belin, Paris.
- o 16. GALIANA.D. (1999). *Les pratiques expérimentales dans les manuels scolaires des lycées (1850- 1996)*. Aster N°28

- o 17. HENRY.M. (1991). *Didactique de mathématiques*. IREM. Faculté des Sciences et des Techniques, Besançon
- o 18. JOSUA.S & DUPIN. J.J (1993). *Introduction à la didactique des Sciences et des mathématiques*. Presse Universitaire de France
- o 19. LE XUAN (1995). *Analyse comportementale. Analyse de contenu*. Fernand Nathan.
- o 20. HAMELINE.D. (1979). *Les objectifs pédagogiques en formation initiale et en formation continue*. Collection Pédagogiques ESF éditeur. Paris
- o 21. MARTINAND.J.L (1988). *Quelques apports de recherche en didactique à l'enseignement des sciences physiques*. Bulletin de l'Union des Physiciens. N°706
- o 22. MARTINAND.J.L (1994). *Quels enseignements peut-on tirer des travaux dans la perspective du développement du curriculum*. Notes de recherche INRP/LIREST. Paris
- o 23. Programmes Lycées fixés par Arrêté N°1473/87 MINISEB mis en vigueur à partir de l'année scolaire 1987/1998 .Ministère de l'Education Nationale. Unité d'Etude et de Recherche Pédagogique.UERP. Madagascar.
- o 24. Programmes Lycées fixés par Arrêté N°103/95 mis en vigueur à partir de l'année scolaire 1995-1996 .Ministère de l'Education Nationale. Unité d'Etude et de Recherche Pédagogique .UERP.Madagascar.
- o 25. Programmes lycées fixés par Arrêté N° 5238/97 MINISSEB mis en vigueur à partir de l'année scolaire 1997- 1998.Ministère de l'Education Nationale. Unité d'Etude et de Recherche.UERP.Madagacar .
- o 26. *Pour un nouvel enseignement de la chimie (1961)*. Rapport de la session d'étude de l'OECE sur les conditions et l'évolution de l'enseignement de la chimie. Organisation européenne de coopération économique.
- o 27. SACHOT.M. (1994). *Essai de typologie des disciplines*, in Actes de la Biennale de l'Education et de la Formation, Paris ;
- o 28. SOUDANI. M. (1998). *Conceptions et obstacles dans l'enseignement – apprentissage de l'oxydoréduction. Contribution à une épistémologie appliquée à la construction curriculaire*. Thèse de 3^{ème} cycle, LRDS, Montpellier II.
- o 29. TARDIF. J (1992). *Pour un enseignement stratégique. L'apport de la psychologie cognitive*. Les éditions LOGIQUES.
- o 30. WALLISER.B. (1997). *Systèmes et modèles. Introduction critique à l'analyse de systèmes*. Edition du seuil, Paris.

ANNEXES

Tableau de correspondances des niveaux scolaires et universitaires Tunisiens et Français

Tunisien	Français
4 ^{ème} année	Classe de 3 ^{ème}
5 ^{ème} année	Classe de seconde
6 ^{ème} année	Classe de 1 ^{ère}
7 ^{ème} année	Classe de Terminales
PC 1	DEUG (1ère année)
CH3 (chimie 3 ^{ème} année)	Licence de chimie

GRILLE D'ANALYSE DE PROGRAMME ET MANUELS SCOLAIRES

Relative à l'oxydoréduction

1. Manuel : ☐ oui
2. Programme : ☐ oui
3. Année de parution :
4. Auteur(s) :
5. Nombre de chapitres :
6. Nombre de pages :
7. Présentation : sous forme de liste : ☐ oui ☐ non
Sous forme de tableau : ☐ oui ☐ non
Autre : ☐ oui laquelle :.....
8. Objectifs pédagogiques : finalité : ☐ oui ☐ non
But : ☐ oui ☐ non
Objectifs matière ☐ oui ☐ non
Objectifs spécifiques ☐ oui ☐ non
9. Structure contenu : Présentation graphique : ☐ oui ☐ non
Tableau : ☐ oui ☐ non
Document : ☐ oui ☐ non
Résumé : ☐ oui ☐ non
TP : ☐ oui ☐ non
Exercices : ☐ oui ☐ non
10. Activités d'apprentissage : ☐ oui ☐ non
11. Moyens pédagogiques : ☐ oui ☐ non
12. Moyens d'évaluation : ☐ oui ☐ non
13. Modèles d'oxydation : Transfert d'électrons : ☐ oui ☐ non
Transfert d'oxygène : ☐ oui ☐ non
Transfert d'hydrogène : ☐ oui ☐ non
Nombre d'oxydation : ☐ oui ☐ non
14. Références bibliographiques : oui non

REPOBLIKA DEMOKRATIKA MALAGASY
Tanindrazana – Totom-piavotana – Fahafahana

MINISTERE de l'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE
ET DE L'EDUCATION DE BASE

ARRETE N°1473/87 MINESEB
Fixant l'application des programmes d'enseignement en T.7, TB, T.9 de
l'Ecole Secondaire de Base et T 11, T.12 de l'Ecole Secondaire spécialisée.

LE MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE ET
DE L'EDUCATION DE BASE.

- Vu la constitution ;
- Vu la Loi 78/040 du 17 Juillet 1978 portant cadre général du système d'Education et de Formation ;
- Vu le Décret N° 83 352 du 20 Octobre 1983 portant nomination du Premier Ministre, Chef du Gouvernement ;
- Vu le Décret N° 83 353 du 21 Octobre 1983 et le Décret N°85-037 du Février 1985 portant nomination des Membres du Gouvernement ;
- Vu le Décret N°77 371 du 25 octobre 1977 fixant les attributions du Ministre de l'Enseignement Secondaire et de l'Education de Base, ainsi que l'organisation générale de son Ministère ;
- Vu le Décret N° 79.293 du 24 Octobre 1979 portant mise en place de l'Ecole secondaire de base ou établissement du Niveau II,
- Vu l'arrêté N°50/80 – MINESEB du 8 Janvier 1980, fixant les programmes d'enseignement de la première année (T.6) et de la deuxième année (T.7) de l'Ecole secondaire de Base ou établissement du Niveau II ;
- Vu l'Arrêté N°4095/80-MINESEB du 9 Octobre 1980 portant mise en place du programme en troisième année (T.8) et en quatrième année (T.9) des Ecoles Secondaires de Base Niveau II.
- Vu la Note Circulaire N°1978/MINESEB/des DU 24 Janvier 1985 fixant la programme de philosophie dans les classes Terminales T.12 A-C-D de l'Enseignement Secondaire.
- Vu l'Arrêté N°430386-MINESEB du 6 Octobre 1986 fixant les programmes d'enseignement en classe de T. de l'Ecole Secondaire de Base et en classe de T.12, Séries A-C-D.

ARRETE :

ARTICLE PREMIER : Les programmes d'enseignement en classe T.7 de l'Ecole Secondaire de Base, en classe T.11 de l'Ecole Secondaire spécialisée sont fixés conformément à l'annexe du présent arrêté, à partir de l'année scolaire 1987-1988.

ARTICLE 2 : Les programmes d'enseignement en T.8 et T.9 de l'Ecole Secondaire de base et en T.12 de l'Ecole secondaire spécialisée seront fixés ultérieurement et applicables des l'année scolaire 1988-1990 pour la T.9.

ARTICLE 3 : Toutes dispositions contraires au présent arrêté sont et demeurent abrogées.

ARTICLE 4 : Le Secrétaire Général du Ministère de l'Enseignement Secondaire et de l'Education de Base, le Directeur de l'Enseignement Secondaire et les Directeurs Provinciaux de l'Enseignement secondaire et de l'Education de Base sont chargés chacun en ce qui le concerne de l'application du présent arrêté qui sera enregistré et publié partout où besoin sera.

Antananarivo, le 20 Mars 1987

LE MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE
ET DE L'EDUCATION DE BASE,

ZENY Charles.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

L'élève sortant de la classe T. C.D oit être capable de

- maîtriser les lois de l'électromagnétique en particulier de la le sens des courants l'induction la force électromagnétique
- Maîtriser les caractéristiques et l'établissement des équations de la cinématique
- Avoir une base en optique géométrique en sachant le tracé des rayons lumineux
- Avoir une base en chimie minérale constituant une base de savoir de l'élève

II- CHIMIE

1- Définitions :

- Transfert d'oxygène
- Transfert d'électrons – demi réactions
- Nombre d'oxydation définitions ; utilisation dans l'équilibre de la réaction

2- Applications : combustion dans l'oxygène

- électrolyse

3- Réactions redox

- Action des acides dilués sur les métaux
- Solution oxydante et réductrice KMnO_4 en milieu acide : on terreux : dioxyde de soufre en solution aqueuse : ion hypochlorite - ion bichromate
- Calcul à partir des réactions globales obtenues (on ne parlera pas de normalité)

B. Métaux

1 Etude comparative des propriétés chimiques des métaux A1 Zn, Fe, Cu utilisation des réactions redox Notion d'électropositivité.

2- Hydroxyde de ces métaux : caractères amphotère acide ou basique

C. Molécules

1- Détermination des formules moléculaires par analyse qualitative et quantitative. Notion d'Isomères

2 Lois physiques relatives aux gaz et aux solutions diluées : loi d'Avogadro lois de la cryométrie et de l'ébulliométrie

D- Chimie organique

1- Réaction de substitution, d'addition et de polymérisation

2- Etude de l'éthanol : fonction alcool

3- Acide Acétique : fonction acide

4- Estérification hydrolyse d'un ester

HORAIRE ENSEIGNEMENT GENERAL T.11

SERIES	A			B			C		
DISCIPLINES	Pr	ELEVES		Pr	ELEVES		Pr	ELEVES	
		C	T.P		C	T.P		C	T.P
MALAGASY	4	4		4	4		3	3	
FRANCIAS	6	4	1	5	3	1	5	3	1
ANGLAIS	5	5	3	3		3	3		
HISTOIRE	4	4		4	4		4	4	
GEOGRAPHIE									
ALLEMAND	4	4							
RUSSE-ESP									
MATHS	2	2		6	6		5	5	
MATIQUES									
SC	3	3		5	3	1	5	3	1
HYSIQUES									
SC	5	1	2	5	1	2	7	1	3
NATURELLES									
PEDAGOGIQUE	1	1		1	1		1	1	
APPLIQUEE									
PEDAGOGIQUE	1	1		1	1		1	1	
GENERALE									
EDUCATION	5	5		5	5		5	5	
PHYSIQUE									
TOTAL	40	34	3	39	31	4	39	29	5

Pr : Horaire Professeur

C : cours

TP : Travaux pratiques

Pour ceux qui ont fait en seconde

Nota les TP se font par demi groupe

Education Physique : C sur terrain

En plus de cet horaire hebdomadaire, il est prévu 9 heures annuelles environ d'informatique

ARRETE N° 103 – 95/MEN

Fixant les programmes scolaires des Lycées et des
Collèges d'Enseignement Général de Madagascar

LE MINISTRE DE L'EDUCATION NATIONALE ,

- Vu la constitution du 18 Septembre 1992 ;
- Vu la loi N°94-033 du 13 Mars 1995 portant Orientation générale du système d'Education et de Formation à Madagascar ;
- Vu le Décret N°93-466 du 26 Août 1993 portant nomination du Premier Ministre, Chef du Gouvernement ;
- Vu le Décret N°94 -485 du 19 Août 1994 abrogeant les Décrets N°93-468 du 26 Août 1993. N°93-547 du 1^{ère} octobre 1993 et N° 93 – 629 du 13 octobre 1993 modifié par le décret N°95-027 du 11 janvier 1995 portant nomination des membres du gouvernement ;
- Vu le décret N° 95136 du 07 février 1995 fixant les attributions du MISTRE DE L'EDUCATION NATIONALE ainsi que l'organisation générale de son ministère.
- Vu le décret N°5097 – 90- MINESEB du 04 Septembre 1990 modifiant les arrêtés N° 43 03/86 MINESEB du 06 Octobre 1986, N° 1473/87 MINESEB du 20 Mars 1987, N° 4867/88 du 09 Septembre 1988 fixant les programmes scolaires en T6, T7, T8,T9 ; de l'Ecole Secondaire de Base et en T10, T11, T12 de l'Ecole Secondaire Spécialisée.

ARRETE :

ARTICLE premier : - Les programmes d'enseignement des lycées et des collèges d'Enseignement Général sont fixés et seront appliqués à compter de l'année scolaire 1995-1996 suivant les dispositions portées en annexe du présent arrêté.

ARTICLE 2 : - Toutes dispositions contraires à celles mentionnées dans le présent arrêté sont et demeurent abrogées.

ARTICLE 3 : - Le secrétaire général du Ministère de l'Education Nationale, le Directeur de l'Enseignement Secondaire et les Directeur Provinciaux de l'Education Nationale sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent Arrêté qui sera enregistré et publié partout où besoin sera.

Antananarivo, le 07 Juin 1995

LE MINISTRE DE L'EDUCATION NATIONALE

FANONY Fulgence

CLASSE DE 1^{ère} C et D

OBJECTIFS DES SCIENCES PHYSIQUES EN CLASSES DE 1^{ère} C ET D

A la fin de classe de 1^{ère} C ou D, l'élève doit être capable d (e) :

- comprendre les notions sur la cinématique et l'énergie mécanique ;
- connaître les phénomènes d'électrisation et le principe des condensateurs ;
- comprendre les bases de l'optique géométrique et savoir utiliser quelques instruments optiques ;
- définir les notions en thermodynamique physique ;
- équilibrer les équations redox ;
- comprendre quelques notions fondamentales relatives à la chimie minérale et à la chimie du carbone.

VOLUME HORAIRE

5 heures par semaine

CONTENUS

PHYSIQUE

MECANIQUE

CINEMATIQUE

- Le mouvement
 - relativité du mouvement, position, date et trajectoire d'un point mobile ;
 - la vitesse d'un point mobile, vitesse moyenne, vitesse instantanée, vecteur vitesse instantanée ;
 - accélération d'un point mobile ;
 - application : chute libre, mouvement circulaire uniforme
 - mise en évidence du centre d'inertie d'un solide : principe de l'inertie, détermination expérimentale de
- la position du centre d'inertie ;
 - mise en évidence du centre d'inertie d'un solide : principe de l'inertie, détermination expérimentale de la position du centre d'inertie ;
 - conservation de la qualité de mouvement, exemple : recul d'une arme à feu, éclatement d'un système.

ENERGIE

- Rappels : travail et puissance.
- Energie cinétique :
 - énergies cinétiques de translation et de rotation ;
 - théorie de l'énergie cinétique
- Énergie potentielle de la pesanteur.
- Energie mécanique
 - conservation de l'énergie mécanique ;
 - transformation mutuelle entre l'énergie cinétique et l'énergie potentielle.

ARRETE N° 5238/97-MINESEB
Fixant les programmes scolaires des classe de
Dixième, cinquième et première A-C-D

LE MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE ET DE L'EDUCATION DE BASE

Vu la Constitution du 18 septembre 1992

Vu le décret n° 97/128 du 21 Février 1997 portant nomination du Premier Ministre, Chef de Gouvernement ;

Vu le décret n° 97/210 du 25 mars 1997 portant fixation des attributions du ministre de l'Enseignement Secondaire et de l'Education de Base ainsi que l'organisation général de son Ministère.

Vu la loi n° 94/033 du 13 mars 1995 portant Orientation Générale du Système Education et de Formation à Madagascar ;

Vu l'arrêté n° 103-95/MEN du 07 Juin 1995 fixant les programmes scolaires des accès, des Collèges d'Enseignement Général et des Ecoles Primaires de Madagascar.

ARRETE :

Article premier : les programmes d'enseignements des classes de dixième, cinquième premier, sont fixé et seront appliqués à compter de l'année 1997-1998 suivant les dispositions portée en annexe du présent arrêté.

Article2 : Toutes dispositions contraires à celles mentionnées dans le présent arrêté sont et demeurent abrogées.

Article 3 : Le Secrétaire Général du Ministère de l'Enseignement Secondaire et de l'Education de Base, le Directeur de l'Enseignement Secondaire et le Directeur Régionaux de l'Enseignement Secondaire et de l'Education de Base sont chargées, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera enregistré et publié partout où besoin sera.

Antananarivo, le 10 Juin 1997

Le Ministre de l'Enseignement Secondaire et de l'Education de Base

Jacquit SIMON

Chimie Minérale et Générale

Objectifs généraux : l'élève doit être capable de (d') :

- Expliquer les phénomènes d'oxydoréduction ;
- Décrire des applications pratiques des phénomènes d'oxydoréduction

Durée : 22,5 heures.

Objectifs spécifiques	Contenus	Observations
L'élève doit être capable de (d')	• Réactions d'oxydoréduction en solution aqueuse	Durée : 11 heures
•Identifier les produits des réactions : - le gaz dégagé (dihydrogène) - les ions en solution (Zn^{2+}, Fe^{2+}, Al^{3+})	•Action des solutions acides sur les métaux (Zn, Fe, Al, Ag, Cu)	•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.
• Ecrire les réactions chimiques entre les solutions acides et les métaux • Définir les termes suivant : 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, l'or		•Les réactions précédentes seront interprétées, comme une réaction d'oxydoréduction, entre les ions H_3O^+ et un métal (Zn, Fe, Al) au cours de laquelle simultanément : Le métal est oxydé (en ions Zn^{2+} , Fe^{2+} , Al^{3+}), l'ion H_3O^+ est réduit avec dégagement de dihydrogène

Chimie série C et D

• Classifier qualitativement des cation métalliques (Zn^{2+}, Cu^{2+}, Ag^{2+}) selon leur pouvoir oxydants et les métaux correspondants (Zn, Cu, Ag) selon leur pouvoir réducteur • Définir la notion de couple • Prévoir la possibilité ou non d'une réaction • Décrire les produits de la réaction (utilisation de la règle du gamma) • Décrire une pile Daniell (constitution, fonctionnement, équation bilan) • Classifier quantitativement des couples oxydant/réducteur • Décrire l'électrode normale à hydrogène (E.N.H.) • Définir le potentiel normal d'oxydoréduction	• Réaction d'oxydoréduction entre un métal M et un ion métallique M^{n+} • Notion de couple oxydant / réducteur • Notion de potentiel d'oxydoréduction, potentiel standard	• On réalisera d'abord les expériences suivantes : a) réaction entre le zinc et les ions Cu^{2+} b) réaction entre le cuivre et les ions Ag^+, puis on établira avec les élèves l'échelle de classification • La notion de couple oxydant/réducteur sera introduite à partir des couples déjà vus tels que : Fe^{2+}/Fe, Cu^{2+}/Cu, $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2$, Ag^+/Ag, puis on continuera de compléter l'échelle de classification suivant les données des expériences • On familiarisera les élèves à la règle du gamma. • Le potentiel d'oxydoréduction sera introduit à partir de la mesure de la f.e.m des piles formées par association de deux couples : M^{n+}/M et M'^{n+}/M' M^{n+}/M et $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2$ • On donnera le principe de la construction d'une classification électrochimique quantitative • On précisera les conditions standard : $\text{pH} = 0$, le dihydrogène étant sous la pression $P = 1\text{bar} = 10^5 \text{ Pa}$ pour l'E.N.H.) • On définira que le potentiel d'oxydoréduction du couple M^{n+}/M, est le potentiel de l'électrode M mesuré par rapport à l'E.N.H. dans la pile obtenue en associant la demi-pile M^{n+}/M et l'E.N.H. on le note : $E_{\text{M}^{n+}/\text{M}}$
---	--	---

• utiliser le tableau des potentiels normaux pour : a) calculer la f.e.m d'une pile b) Prévoir la possibilité d'une réaction d'oxydoréduction et donner la caractère de cette réaction totale ou partielle) • Interpréter et écrire les équations bilans des réactions d'oxydoréduction • utiliser la règle du gamma, pour placer des couples dans la classification électrochimique • Définir le principe du dosage • réaliser expérimentalement un dosage • repérer et définir le point d'équivalence au cours d'un dosage • écrire l'équation redox correspondant au dosage	• Généralisation de la notion de couple oxydant – réducteur (les espèces associées sont toutes deux en solution) • Dosage par réaction l'oxydoréduction	• On étudiera d'abord des couples, mettant en jeu des espèces oxydantes et réductrices, constituées d'un seul élément ($\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$, $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$, Cl_2 / Cl, $\text{I}_2 /$; puis des couples où au moins, l'une des deux espèces est un ion poly atomique ($\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{++}$, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{--} / \text{Cr}^{+++}$, $\text{NO}_3^- / \text{NO}$, $\text{S}_4\text{O}_6^{--} / \text{S}_2\text{O}_3$) • On donnera la méthode pour équilibrer les demi équations. • Après avoir signalé, la nécessité d'une électrode conductrice et inattaquable, notamment le fil de platine ou le graphite, on énoncera la règle qui définit le potentiel normal d'un couple oxydant :réducteur. • On fera remarquer la couleur des solutions contenant les ions suivants : MnO_4^- (Violet), Mn^{2+} (Incolore), I_2 (Brune), I (Incolore)... • On fera réaliser en travaux pratiques les dosages des ions Fe^{2+} par manganimétrie et de l'iode par l'ion thiosulfate. Cela permettra l'acquisition de savoir – faire à la fois expérimentaux et théoriques. S • La notion de normalité oxydoréductrice, comme celle de normalité acidobasique, ne doit plus être utilisée. • L'équivalence sera déterminée par un changement de couleur.
--	--	--

Chimie séries C et D

* calculer une concentration d'après les résultats d'un dosage, en utilisant l'équation : $n_o \cdot C_{ovo} = n_r \cdot C_r \cdot V_r$ * écrire les équations bilans des réactions d'oxydoréduction par voie sèche * donner le nombre d'oxydation (n.o) d'un élément : - à l'état atomique - dans un ion monoatomique - dans un ion monoatomique - dans une molécule - dans un ion polyatomique * utiliser le nombre d'oxydation (n.o) pour : - identifier une réaction d'oxydoréduction - équilibrer une réaction d'oxydoréduction par voie sèche	♦ Généralisation de l'Oxydoréduction - exemples de réactions par voie sèche - nombre d'oxydation d'un élément	Durée : 2 heures - On présentera d'abord, les réactions où le transfert électronique est évident (la combustion du magnésium dans le dioxygène, celle du sodium dans le dichlorure, l'aluminothermie). Ensuite, on présentera les réactions où le transfert électronique n'est pas évident (réactions entre le dihydrogène et le oxygène, réduction de l'oxyde CuO par le dihydrogène, réaction entre le dioxyde de soufre SO₂ et le dioxygène). - Ce sera l'occasion de justifier l'utilisation de ces nombres dans la nomenclature des ions et on les utilisera pour repérer l'oxydation ou la réduction d'un élément. - On soulignera qu'au cours d'une réaction d'oxydoréduction, la somme d'oxydoréduction ; la somme de tous les nombres d'oxydation gagnés est égale à la somme de tous les nombres d'oxydation perdus.
--	--	---

• interpréter des expériences d'électrolyse • écrire les bilans des oxydations anodiques et des réductions cathodiques • donner la caractéristique $I = f(U)$ d'un électrolyseur • décrire l'importance industrielle de l'électrolyse • expliquer le principe de fonctionnement d'une pile • réaliser une pile • expliquer l'origine de la corrosion des métaux	• Application de l'oxydoréduction • électrolyse en solution aqueuse • piles électrochimiques • corrosion des métaux, cas particulier du fer, protection	Durée : 7,5 heures • On présentera l'électrolyse de l'eau, du chlorure d'étain (II) ; du chlorure de sodium. • On écrira les bilans des oxydations anodiques et des réductions cathodiques. • Toute autre étude théorique est rigoureusement hors programme. • On ne manquera pas de signaler l'importance de l'électrolyse pour la préparation des produits industriels, la purification, les dépôts métalliques. • On insistera sur le fait que l'électrolyse constitue un moyen d'oxydation et de réduction particulièrement puissant. Il faut cependant remarquer qu'en solution aqueuse, les réactions observées peuvent être l'oxydation et/ou la réduction de l'eau ; ainsi l'électrolyse de la solution aqueuse de soude ne permet pas l'obtention de sodium, plus réducteur que l'hydrogène. • On ne montrera que la constitution d'une pile électrochimique classique, d'une pile combustible. • Tout développement excessif est hors programme, on fera comprendre seulement que les réactions chimiques font intervenir des couples oxydant –réducteur différents et qu'il y a relation entre la f.e.m d'une pile et les potentiels d'oxydoréduction de ces couples. • on fera comprendre que le phénomène de corrosion est dû à la formation de micro piles.
--	---	--

• décrire des mécanismes de protection • décrire le rôle et l'origine des principaux éléments (C, H, O, N, P, S, K, Ca, Mg) • Décrire les différents types d'engrais et les éléments qu'ils contiennent	• Les engrais	• On fera remarquer que la corrosion se produit préférentiellement aux endroits où la surface du métal présente des irrégularités, de rayures, là où le métal subit des contraintes • On citera quelques modes de protections : (protection de surface et protection cathodique). Durée : 2 heures • on traitera seulement quelques notions sur la composition des sols et les besoins des plantes. • On présentera très rapidement les différents types d'engrais. • L'étude chimique des engrais ne manquera pas de prendre en compte les aspects biologique et économique. .
---	--	--

Instructions

Horaires

Les horaires ci-dessous sont donnés à titre indicatif seulement, sans la moindre idée de gêner l'initiative de professeurs sur le déroulement de leurs cours.

Classes 1ères C- D

Horaire Hebdomadaire : 6 heures

Horaire annuel : 6 heures/semaine X 25 sem = 150 h/an réparties entre :

Physique : 110 h (73%)

Chimie : 40 h (27%)

Physique

A : Mécanique et Chaleur :50 h

B : Electricité :30 h

C : Phénomène Vibratoires et Propagation :30h

Total : 110 h

Chimie

A : Chimie Organique :17.5 h

B : Chimie Minérale et Générale :22.5h

Total : 40 h

Il appartient au professeur de différencier la série C de la Série D par les exercices qu'il donne à ses élèves.

La physique et la chimie sont des sciences expérimentales. Alors, chaque leçon doit être bâtie sur des expériences simples ou sur des observations rattachées à l'environnement naturel ou technique des élèves.

L'exploitation de l'expérience, animées par le professeur, doit comporter une participation active des élèves.

Rappelons que le nombre des chiffres significatifs à garder dans un résultat d'une application numérique n'est dicté que par les données des problèmes impliquées dans la formule choisie pour trouver ce résultat.

N'hésiter pas de faire un rappel ou donner des notions de mathématiques à chaque fois qu'il s'avère indispensable.

Chaque semaine doit comporter deux séances de physique et une séance de chimie.

Evaluations

Tous les objectifs sont considérés comme évaluable dans le cadre d'une évaluation formative ou sommative au niveau des établissements scolaire.

On pourra évaluer :

- Les objectifs de connaissances scientifiques spécifiques aux Sciences Physiques (notamment questions d'application des définitions, des lois et modèles étudiés en cours)
- Les objectifs de « savoir-faire » en sciences physiques (notamment questions relatives à la lecture, à l'exploitation d'un graphique...)

Nom ; RAHARIJAONA Parsonnette Solomalala

Adresse : lot IVY 197 Ter AZ Ilanivato /Ampasika

ANALYSE DE LA TRANSPOSITION DIDACTIQUE DU CONCEPT OXYDOREDUCTION DANS LES PROGRAMMES MALGACHES ET MANUELS SCOLAIRES

Nombre de pages : 59

Nombre de tableaux : 07

RESUME

Ce travail de réplcation se fixe comme objectif d'identifier les caractéristiques de la transposition didactique du concept oxydoréduction dans l'enseignement secondaire malgache d'une part, et d'identifier les sources possibles de difficultés de son enseignement / apprentissage d'autre part.

L'étude des corpus a mis en évidence que l'oxydoréduction est enseignée avec le seul modèle de transfert d'électrons. Le contenu est focalisé sur l'aspect qualitatif/ L'apprentissage par l'expérimental est quasiment occulté. Les pratiques sociales de référence ne sont pas prises en considération.

MOTS CLES : concept d'oxydoréduction - modèle – transposition didactique- obstacle- pratique de référence- manuel scolaires –programme –chimie.

TUTEUR : Mme RAZAFIMBELO Judith

Professeur Titulaire à l'ENS