

# ÉTUDE DES CONCEPTIONS CONCERNANT LA TECTONIQUE DES PLAQUES CHEZ LES FUTURS ENSEIGNANTS DES SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

## A STUDY OF PROSPECTIVE LIFE AND EARTH SCIENCES TEACHERS' CONCEPTIONS OF PLATE TECTONICS



| Aâtika EDDIF |

Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation Fès Meknès | Annexe Meknès |  
Laboratoire de Recherche Scientifique et de Développement Pédagogique | Annexe Meknès | Maroc |

| DOI: 10.5281/zenodo.18507631 | | Received December 19, 2025 | | Accepted January 01, 2026 | | Published February 06, 2026 | | ID Article | Eddif-Ref1-1-23ajiras190126 |

### RESUME

**Introduction :** Dans le cadre de la formation des futurs enseignants des sciences de la vie et de la Terre (SVT), une évaluation diagnostique est organisée préalablement au module de géodynamique interne. **Objectifs :** Cette étude vise à : (1) identifier les conceptions des futurs enseignants des SVT relatives aux concepts tectonique des plaques et dérive des continents (2) remédier aux lacunes conceptuelles identifiées en proposant un dispositif de formation ciblé. (3) Développer une posture réflexive chez ces futurs enseignants en les amenant à analyser leurs propres conceptions. **Méthodologie :** La méthodologie repose sur une approche mixte structurée en trois phases clés : (1) un test diagnostique individuel avant la formation administré auprès de 61 futurs enseignants des SVT du cycle secondaire en formation au Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation (CRMEF) Fès-Meknès (Annexe Meknès) ; (2) un apport théorique sur " la tectonique des plaques : histoire d'une théorie " (3) la conception et l'animation d'un atelier interactif fondé sur les besoins identifiés. **Résultats :** L'analyse des résultats met en évidence des conceptions et des confusions persistantes chez les futurs enseignants concernant la théorie de la dérive des continents et celle de la tectonique des plaques. Cette confusion semble avoir des origines composites. L'efficacité de la formation axée sur " la tectonique des plaques : histoire d'une théorie " associée à l'atelier sur leurs conceptions a été établie. Cette intervention didactique a favorisé la co-construction d'une synthèse comparative entre les deux théories. Les futurs enseignants ont pris conscience de leurs erreurs et sont mieux outillés pour accompagner leurs apprenants dans une démarche similaire. **Conclusion :** L'enjeu majeur de la formation initiale en géologie n'est pas de transmettre des savoirs académiques, mais de transformer la posture pédagogique du futur enseignant en un praticien réflexif sur sa propre formation et sur sa pratique. En plaçant ses propres conceptions au cœur du processus, le futur enseignant développe une double compétence : il consolide sa maîtrise scientifique tout en affinant son expertise didactique. Cette expérience de ses propres erreurs lui permet alors de mieux anticiper, identifier et traiter les obstacles cognitifs chez ses futurs apprenants.

**Mots-clés :** *Sciences de la vie et de la Terre, évaluation diagnostique, conceptions, concepts, tectonique des plaques, dérive des continents, théorie, praticien réflexif, obstacles cognitifs.*

### ABSTRACT

**Introduction:** Within the framework of initial training for future Life and Earth Sciences (LES) teachers, a diagnostic assessment was conducted prior to the internal geodynamics module. **Objectives:** This study aims to: (1) identify the preconceptions of prospective LES teachers regarding the concepts of plate tectonics and continental drift; (2) address identified conceptual gaps by proposing a targeted training framework; and (3) foster a reflexive stance among these teacher candidates by encouraging them to analyze their own conceptions. **Methodology:** The methodology is based on a mixed-methods approach structured into three key phases: (1) an individual pre-training diagnostic test administered to 61 secondary-level LES future teachers at the Regional Center for Education and Training Professions (CRMEF) Fez-Meknes (Meknes Annex); (2) A theoretical contribution to Plate Tectonics: History of a Theory (3) The planning and delivery of an interactive workshop based on the identified needs. **Results:** The analysis of the results highlights persistent misconceptions and confusions among future teacher concerning the theory of continental drift and plate tectonics. These confusions appear to stem from composite origins. The effectiveness of the training-focused on "Plate Tectonics: History of a Theory" and combined with a workshop on personal conceptions-was established. This didactical intervention fostered the co-construction of a comparative synthesis between the two theories. Consequently, the prospective teachers became aware of their errors and are now better equipped to support their students through a similar process. **Conclusion:** The major challenge of initial training in geology is not merely the transmission of academic knowledge, but the transformation of the future teacher's pedagogical stance into that of a reflexive practitioner regarding both their own training and their practice. By placing their own conceptions at the heart of the process, the prospective teacher develops a dual competence: consolidating scientific mastery while refining didactical expertise. This firsthand experience of their own errors enables them to better anticipate, identify, and address cognitive obstacles in their future students.

**Keywords:** *Life and Earth Sciences, diagnostic assessment, conceptions, concepts, plate tectonics, continental drift, theory, reflective practitioner, cognitive obstacles.*

## 1. INTRODUCTION

L'apprentissage d'un concept dépend complètement des conceptions des apprenants "le déjà là" au moment de l'enseignement, lesquelles peuvent exercer une influence sur le processus d'apprentissage (Astolfi, Peterfalvi, & Vérin, 2008). Le concept de conception, parfois considéré comme synonyme de représentation (Astolfi, Darot, Ginsburger-Vogel, & Toussaint, 1997). De nombreux travaux en didactique des sciences ont mis l'accent sur l'importance des conceptions des apprenants (Astolfi & Peterfalvi, 1993 ; Peterfalvi, 1997) sur l'importance de prendre en considération les conceptions des apprenants, ce que les apprenants savent ou croient savoir lors de la construction et l'évolution de ce concept pour deux raisons. La première approche consiste à intégrer ces conceptions, y compris les forces et les défis spécifiques auxquels ils sont confrontés, afin d'assister l'enseignant dans la préparation et l'amélioration de ses séquences d'enseignement-apprentissage. Cela a pour effet de les rendre plus intéressantes et motivantes pour les apprenants ; car il est essentiel de « faire avec pour aller contre » (Tavernier, 1992 ; Giordan & De Vecchi, 1989; Giordan, Girault, & Clément, 1994; Boucherie et al., 1994) et de les faire évoluer comme l'ont proposé Astolfi et Develay (1989). La deuxième approche requiert de placer l'apprenant au cœur du processus d'apprentissage et de rejeter et ou revoir les méthodes traditionnelles d'enseignement, qui consiste à exposer des notions sans tenir compte de ce « déjà là » (Astolfi & Develay, 2002). De telles méthodes ne donnent plus les résultats attendus en termes d'acquisition des notions et ne sont plus efficaces.

Les travaux de recherche portant sur les conceptions des apprenants et des futurs enseignants dans les disciplines scientifiques (SVT, Physique chimie) sont de plus en plus nombreux depuis la fin des années 1970. L'étude des conceptions concernant divers concepts géologiques a fait l'objet de multiples recherches en didactique des sciences (Triquet, 1988; Allain, 1995; Laperriere-Tacussel, 1995; Orange, 1995; Goix, 1995; Gouanelle & Schneeberger, 1995; Crépin-Obert, 2010; Chalak & El hage, 2011; Chalak, 2012; Eddif, et al., 2016). Toutes ces recherches s'accordent que les apprenants et les futurs enseignants arrivent en classe avec des conceptions initiales qui pourraient constituer un obstacle à l'acquisition de ces concepts.

Cependant, à notre connaissance les recherches sur les conceptions liées à la tectonique des plaques sont peu rares. Les études menées par Boughanmi et Orange (2005) ainsi que par Chakour, et al., (2022) se sont penchées respectivement sur les conceptions des lycéens tunisiens et marocains. Ces recherches ont exploré les conceptions des apprenants concernant les phénomènes liés à la tectonique des plaques tels que les séismes, le volcanisme, la formation des chaînes de montagnes entre autres, mais aucune étude n'a abordé la confusion des apprenants et ou futurs enseignants des SVT entre les deux théories : la dérive des continents et la tectonique des plaques. Et aucune étude n'a été dédiée aux conceptions relatives à la tectonique des plaques chez les futurs enseignants. Guidée par cette problématique et par notre posture de chercheuse-formatrice ainsi que par les résultats d'une évaluation diagnostique menée au sein du CRMEF, la présente étude vise à analyser les conceptions des futurs enseignants de SVT du CRMEF concernant la géodynamique interne. Nous nous concentrons spécifiquement sur les questions relatives à la tectonique des plaques et la dérive des continents. Par conséquent, nos questions sont : Quelles sont les conceptions des futurs enseignants concernant deux théories : la dérive des continents et la tectonique des plaques ? Comment les futurs enseignants des SVT, ayant suivi des cours sur les deux théories lors de leur cursus scolaire et universitaire expliquent-ils ces deux théories ? La formation en géodynamique interne dispensée au CRMEF influence-t-elle les conceptions de cette population ?

Il importe, en préalable à notre analyse, de définir les concepts : conception et réflexion

Qu'on-entend par une conception ? **Une conception** (souvent appelées représentations initiales, préconceptions ou modèles mentaux selon les auteurs) est « un ensemble d'idées coordonnées et d'images cohérentes, explicatives, utilisées par les apprenants pour raisonner face à des situations-problèmes » (Piaget, 1926; Bachelard, 1938; Giordan & De Vecchi, 1987).

Ces conceptions ne sont pas des "erreurs" ou un vide de connaissances, mais des systèmes explicatifs cohérents que l'élève a construits pour donner du sens au monde qui l'entoure. Les chercheurs en sciences de l'éducation (notamment en didactique des sciences) s'accordent sur plusieurs caractéristiques clés : Persistance, Fonctionnalité, Universalité.

- Persistance* : Elles sont extrêmement résistantes au changement. Même après un cours théorique, l'apprenant a tendance à revenir à sa conception initiale dès qu'il est hors de la classe.
- Cohérence interne* : Elles sont logiques pour celui qui les porte
- Fonctionnalité* : Elles sont utiles pour l'apprenant car elles lui permettent de prédire ou expliquer des phénomènes quotidiens.
- Universalité* : On retrouve souvent les mêmes conceptions chez des individus d'âges et de cultures différents (par exemple, l'idée que "le Soleil tourne autour de la Terre" parce que c'est ce que l'on voit).

En didactique, les conceptions initiales ne sont pas des lacunes, mais une véritable logique interne propre à l'apprenant. Faire l'impasse sur ces acquis (ce qu'il croit savoir ou sa manière de voir le monde), L'enseignant risque de dépenser

une énergie considérable pour des résultats décevants. L'apprenant ne remplace pas ses anciennes idées par les nouvelles ; il les superpose. Il valide ses examens, mais ses erreurs de raisonnement persistent au quotidien. Pour un apprentissage durable, l'enseignant doit viser un changement conceptuel profond plutôt qu'une simple accumulation de savoirs.

L'objectif pédagogique est donc de provoquer un **changement conceptuel** en suivant généralement ces étapes :

1. Faire émerger la conception (par le dessin, le débat ou l'écrit).
2. Créer un doute (confrontation avec l'expérience ou les pairs).
3. Apporter un nouveau modèle plus explicatif et plus efficace.

**La réflexion** dans la pratique enseignante, ou pratique réflexive, est une démarche essentielle pour le développement professionnel continu, fortement théorisée à partir des travaux de Schön dans les années 1980. La pratique réflexive est le processus par lequel l'enseignant procède à une analyse critique (Perrenoud, 2001) et méthodique de son action et prend du recul pour mieux la comprendre, la réguler (Perrenoud, 1999b) et l'améliorer. Elle est structurée autour de trois moments principaux (inspirés de Schön 1983/1994 sur le "praticien réflexif," et repris par des didacticiens comme Perrenoud, 1994, 1999, 2000) :

**1. La réflexion dans l'action** (ou réflexion-en-action) : c'est la pensée rapide, l'ajustement immédiat que fait l'enseignant au cœur de l'intervention pédagogique pour faire face à l'imprévu ou à un problème soudain ou adapter son geste pédagogique. Elle se déroule en temps réel.

**2. La réflexion sur l'action** : c'est l'analyse critique a posteriori de l'expérience vécue. L'enseignant se questionne de manière systématique sur ce qui s'est passé en classe, visant à comprendre les choix, les réussites et les manques d'efficacité (Perrenoud, 2000). C'est le moment d'auto-observation, d'auto-évaluation et de questionnement critique.

**3. La réflexion pour l'action** (ou réflexion avant l'action) : elle se manifeste par la planification et la préparation des interventions futures en s'appuyant sur les leçons tirées des expériences passées pour anticiper les situations et les ajustements futurs.

En somme, la pratique réflexive est un « ensemble de gestes professionnels [...] qui comporte [...] la réflexion sur leurs gestes pédagogiques posés dans le cadre de cette intervention » (Lafortune & Deaudelin, 2001) Elle n'est donc pas une simple auto-évaluation, mais une prise de conscience systématique qui mène à l'émergence de nouveaux savoirs et à une lente maturation professionnelle (Lafortune & Deaudelin, 2001). Elle permet de transformer l'expérience en savoirs d'expérience localement utiles.

La qualité de l'enseignement scientifique repose fondamentalement sur la maîtrise conceptuelle des enseignants et leur capacité à identifier et traiter les conceptions "erronées" de leurs apprenants. Des recherches récentes démontrent que les connaissances disciplinaires des enseignants et leur connaissance des conceptions "erronées" des apprenants (knowledge of student misconceptions, KOSM) constituent des prédicteurs significatifs de la réussite des apprenants (Chen, Sonnert, Sadler, & Sunbury, 2020 ; Sadler, Sonnert, Coyle, Cook-Smith, & Miller, 2013). Cette relation s'avère particulièrement critique dans l'enseignement des sciences de la Terre, domaine caractérisé par une prévalence élevée de conceptions "erronées" persistantes chez les apprenants et les enseignants (King, 2010). Parmi les concepts géologiques fondamentaux, la tectonique des plaques occupe une position centrale dans les curricula internationaux des sciences de la Terre. Pourtant, malgré son importance pédagogique et son statut de théorie unificatrice en géosciences, la distinction entre la théorie de dérive des continents de Wegener (1912) et la théorie moderne de la tectonique des plaques (développée dans les années 1960) demeure source de confusion conceptuelle chez les futurs enseignants des SVT. Les recherches internationales révèlent que les conceptions "erronées" relatives à la structure terrestre, aux limites de plaques et aux processus tectoniques figurent parmi les plus fréquentes en géologie (King, 2010). Ces confusions ne se limitent pas aux apprenants ; elles affectent également les futurs enseignants, perpétuant ainsi un cycle de transmission d'erreurs conceptuelles (Eddif, et al., 2017).

Au Maroc, l'enseignement de la dérive des continents et de la tectonique des plaques est inscrit aux programmes de l'enseignement du cycle secondaire, supérieur, ainsi que de la formation initiale au sein des CRMEF. Au cycle secondaire l'enseignement de ces concepts est introduit dès la deuxième année du cycle collégial, intégré à l'unité portant sur les phénomènes géologiques internes. Cet enseignement est ensuite approfondi en deuxième année du baccalauréat dans le cadre de l'unité consacrée aux phénomènes géologiques accompagnant la formation des chaînes de montagnes et leur relation avec la tectonique des plaques. Les programmes officiels du Ministère de l'Éducation nationale, du préscolaire et des sports visent à faire comprendre aux apprenants les phénomènes géologiques internes dans leur rapport avec la tectonique des plaques.

Parallèlement, la formation initiale au CRMEF intègre également un module consacré à la géodynamique interne, englobant les concepts de la dérive des continents et de la tectonique des plaques. Ce module vise à consolider les savoirs disciplinaires des futurs enseignants tout en renforçant leurs compétences didactiques. Cette approche intégrée permet de préparer les futurs professeurs à relever les défis pédagogiques contemporains et à transmettre avec rigueur des concepts géologiques en constante évolution. La problématique de la formation initiale des enseignants des SVT au

Maroc présente des défis spécifiques. Les CRMEF accueillent des futurs enseignants issus de formations universitaires diverses, avec une prédominance marquée de diplômés en biologie (environ 90%) au détriment de géologues. Cette asymétrie disciplinaire soulève des questions fondamentales sur la maîtrise des concepts géologiques par ces futurs enseignants et sur leur capacité à transmettre efficacement ces savoirs. Des recherches menées sur les conceptions des futurs enseignants marocains concernant d'autres concepts géologiques, notamment le volcanisme, ont révélé des lacunes conceptuelles significatives (Eddif, et al., 2017), suggérant un problème systémique dans la formation géologique des futurs enseignants des SVT. Les enjeux de cette problématique dépassent le cadre strictement académique. En effet, les conceptions "erronées" des enseignants influencent directement celles de leurs apprenants et, par extension, la qualité globale de l'éducation scientifique (Chen et al., 2020). Dans cette perspective De Vecchi (1984 et 1987) et Ruel et al., (1997) soulignent que les enseignants peuvent, de manière inconsciente transmettre des conceptions non scientifiques à leurs apprenants. La littérature internationale démontre qu'un enseignant possédant à la fois des connaissances disciplinaires solides et une conscience des conceptions "erronées" courantes chez les apprenants obtient des gains d'apprentissage significativement supérieurs à ceux d'un enseignant ne possédant que des connaissances disciplinaires (Sadler et al., 2013). Cette double compétence s'avère particulièrement cruciale pour les concepts à forte « force de misconception » (misconception strength), c'est-à-dire ceux pour lesquels les conceptions "erronées" sont particulièrement prévalentes et résistantes au changement.

Malgré la reconnaissance internationale de l'importance des conceptions des enseignants dans l'éducation scientifique, peu d'études se sont spécifiquement penchées sur les conceptions relatives à la tectonique des plaques chez les futurs enseignants. Les travaux existants ont principalement ciblé les apprenants du cycle secondaire (Chakour et al., 2022) ou exploré d'autres concepts géologiques chez les futurs enseignants (Eddif, et al., 2017). Cette lacune dans la littérature scientifique justifie pleinement la nécessité d'une investigation systématique des conceptions des futurs enseignants concernant la distinction fondamentale entre dérive des continents et tectonique des plaques.

La présente étude vise à combler cette lacune en examinant de manière rigoureuse les conceptions des futurs enseignants des SVT du CRMEF de Fès-Meknès concernant deux théories : la tectonique des plaques et la dérive des continents. Plus précisément, cette recherche poursuit trois objectifs principaux : (1) identifier et caractériser les conceptions des futurs enseignants relatives à ces deux théories; (2) évaluer l'impact d'une intervention pédagogique ciblée combinant apport théorique et atelier collaboratif sur l'évolution de ces conceptions; et (3) développer une posture réflexive chez les futurs enseignants en les amenant à prendre conscience de leurs propres conceptions et de leurs implications pédagogiques. Cette approche s'inscrit dans le paradigme socioconstructiviste de l'apprentissage et vise à transformer la posture des futurs enseignants en praticiens réflexifs capables d'anticiper et de traiter les obstacles conceptuels chez leurs futurs apprenants. En plaçant les conceptions des futurs enseignants au cœur du processus de formation, cette étude contribue à la compréhension des mécanismes de persistance et de transformation des conceptions "erronées" en géologie, tout en proposant des pistes concrètes pour améliorer la qualité de la formation initiale des enseignants des sciences de la Terre.

## 2. MATERIELS ET METHODES

La méthodologie utilisée combine une évaluation diagnostique via un questionnaire est organisée préalablement au module de géodynamique interne, un apport théorique interactif sur la tectonique plaques : histoire d'une théorie et un atelier en groupe.

### 2.1 Population cible

Cette étude concerne la population des futurs enseignants des SVT de la promotion 2023-2024, en formation initiale pour le cycle secondaire au CRMEF de Fès-Meknès, annexe de Meknès. Ce groupe est composé de 61 futurs enseignants, âgés de 22 à 28 ans, issus de diverses spécialités de Licence (Géologie, Biologie), Licence professionnelle et titulaires d'autres diplômes tels que le Master.

Les caractéristiques de cette population sont détaillées dans le Tableau 1.

**Tableau 1** : Caractéristiques de la population étudiée.

Paramètres	Caractéristiques
<b>Cycle de formation</b>	Cycle secondaire
<b>Repartition par genre</b>	Femmes: 44 (72%) / Hommes: 17 (28%)
<b>Tranche d'âge 22-28 ans</b>	22-28 ans
<b>Formation initiale</b>	Licence en Géologie (6), Licence en Biologie (41), Licence professionnelle (14)
<b>Diplômes complémentaires</b>	Master (6), certains titulaires d'une licence possèdent également un Master.
<b>Total</b>	61

## 2.2 Outils de recueil des données

Pour recueillir des données, notre démarche méthodologique s'appuie sur des outils complémentaires :

**Questionnaire :** Dans le cadre de la formation sur la géodynamique interne on réalise une évaluation diagnostique, nous avons administré un questionnaire individuel à chacune des populations cibles au début de leur formation. Ce questionnaire comprend environ 25 à 30 questions conçues pour évaluer les connaissances et les compétences de ces populations, afin d'adapter la formation de ce module à leurs besoins spécifiques dans un processus de formation réussi et garantir une correction proactive des "erreurs", afin de prévenir la transmission d'erreurs à leurs futurs apprenants. Dans cette étude, seules deux questions cruciales ont été employées pour différencier entre les deux théories et élaborer le concept de la tectonique des plaques.

**Un atelier collaboratif :** À la suite du test diagnostique, nous avons organisé un atelier collaboratif structuré d'une durée de trois heures. Les 61 participants ont été répartis en deux groupes (30-31 participants par groupe) pour faciliter les interactions. Par les échanges et les conflits d'idées, l'atelier vise à instaurer une démarche réflexive constructive, visant à co-construire une synthèse comparative entre les deux théories. L'atelier s'est déroulé selon les étapes suivantes:

1. Un apport théorique sur la tectonique des plaques : histoire d'une théorie,
2. Présentation des résultats globaux du test diagnostique,
3. Constitution de sous-groupes de travail (5-6 personnes par sous-groupe),
4. Réflexion collective sur les résultats du test et confrontation des conceptions initiales,
5. Co-construction d'une synthèse comparative des deux théories,
6. Mise en commun et cadrage.

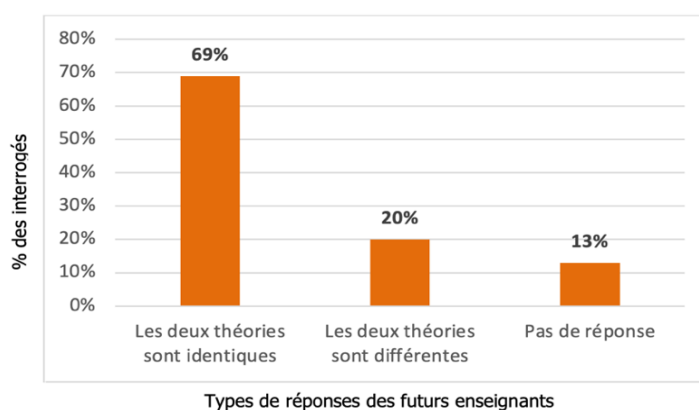
Cette démarche s'inscrit dans le paradigme socioconstructiviste, favorisant l'émergence de conflits socio-cognitifs comme levier d'apprentissage professionnel. L'objectif était d'engager les futurs enseignants dans une démarche réflexive sur leurs propres représentations et de co-construire des outils pratiques pour leur future pratique professionnelle.

## 3. RESULTS

### 3.1. Résultats de l'évaluation diagnostique

**Question 1 :** La théorie de la tectonique des plaques et celle de la dérive des continents désignent-elles un même concept ? Oui/Non.

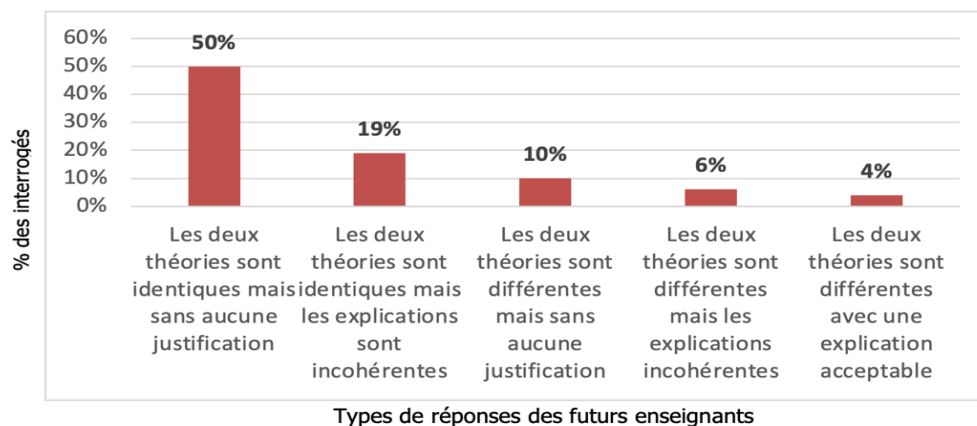
L'analyse des réponses (Figure 1) nous révèle que plus de la moitié des futurs enseignants (67 %) assimilent la tectonique des plaques à la dérive des continents. En revanche, 20 % d'entre eux ont répondu par la négative, tandis que 10 % des interrogés n'ont pas apporté de réponse à cette question.



**Figure 1 :** Conceptions relatives aux deux théories.

**Question 2 :** Justifiez votre réponse à la question 1. L'analyse des données recueillies (Figures 1 et 2) révèle une confusion majeure chez les participants concernant la distinction entre la théorie de la dérive des continents et celle de la tectonique des plaques. La majorité des interrogés (69 %) considère que les deux théories sont identiques. Toutefois, la qualité de l'argumentation reste faible : 50 % des répondants n'apportent aucune justification à leur réponse. 19 % fournissent des explications jugées incohérentes ou dépourvues de sens scientifique. À l'inverse, 20 % des participants estiment que les théories sont différentes. Parmi eux, les justifications se répartissent comme suit : 10

% n'étaient pas leur réponse. 6 % avancent des arguments non significatifs. 4% (soit une minorité de l'échantillon total) proposent une distinction logique : ils identifient la dérive des continents comme la théorie pionnière d'Alfred Wegener centrée sur le mouvement des masses continentales, et la tectonique des plaques comme le modèle global qui lui a succédé.



**Figure 2** : Justification fournies par les futurs enseignants à la question 1.

## Résultats de l'atelier

Les résultats montrent un accroissement de la motivation et de l'implication des participants lors du travail de groupe. Cette modalité leur a permis de prendre du recul sur leurs résultats individuels au test. En effet, les interactions entre pairs et l'analyse comparative des réponses - s'appuyant sur leurs conceptions initiales et les apports théoriques du cours ont favorisé l'identification des erreurs. Sous l'étayage de la formatrice, les futurs enseignants ont co-construit une synthèse récapitulant les caractéristiques des deux théories (Tableau 2). Enfin, la formatrice les a invités à transposer ce dispositif pédagogique dans leurs futures classes de 2<sup>ème</sup> année du cycle secondaire collégial, notamment pour l'enseignement de la tectonique des plaques.

**Dérive des continents** : Théorie selon laquelle les continents se seraient déplacés d'une manière très importante les uns par rapport aux autres aux cours des temps géologiques. Bien que la possibilité d'un tel déplacement ait été évoquée dès le 19<sup>e</sup> siècle, c'est Wegener qui, à partir de 1912 a été le principal champion de cette thèse. Pour lui, les continents, formés de sial flottant sur du sima auraient constitué, au début de l'ère secondaire, un bloc unique ou Pangée. Ce bloc se serait ensuite disloqué, l'écartement de l'Amérique et du bloc eurafricain ayant donné naissance à l'Atlantique. Cette théorie qui expliquait l'analogie des formes, des structures géologiques et des évolutions paléogéographiques de part et d'autre de l'Atlantique a été longtemps controversée. Entre 1960 et 1970, elle a reçu toute une série de confirmations, et elle est aujourd'hui généralement acceptée, avec des modifications et des précisions, sous le nom de tectonique de plaques (Foucault et Raoult 2010).

**Tectonique des plaques** : (ou tectonique globale) théorie solidement étayée aujourd'hui, selon laquelle la partie superficielle de la Terre (lithosphère) est formée de plaques rigides d'une centaine de kilomètres d'épaisseur, flottant sur l'asthénosphère déformable. Ces plaques sont constituées d'une partie du manteau supérieur surmontée, suivant les cas, de croûte continentale ou océanique. Dans ce dernier cas, elles peuvent disparaître par plongement (subduction) au niveau des fosses océaniques, et se renouveler (accrétion) par apports volcaniques au droit des dorsales océaniques. On distingue trois sortes de limites entre les plaques :

**1.** zone d'accrétion (ou d'expansion) océanique, qui se situent au niveau des dorsales océaniques. Elles sont marquées par une importante anomalie thermique positive, corrélative d'une remontée de l'asthénosphère à leur aplomb. On considère ces zones comme des régions de production de croûte océanique ce qui se manifeste au fond de l'océan, dans le rift, par un volcanisme basaltique avec épanchement de laves en coussins (pillow lavas) : ce phénomène s'appelle l'accrétion océanique (Foucault et Raoult 2010). **2.** zone de subduction : Mouvement de convergence au cours duquel une plaque, le plus souvent océanique, s'enfonce sous une autre plaque dans l'asthénosphère. Les zones de subduction sont caractérisées par l'existence d'une fosse océanique située à la frontière des deux plaques et de reliefs de nature volcanique sur la plaque chevauchante ; ce sont des zones sismiquement actives (voir marge active). La subduction peut être intra-océanique avec constitution d'un arc insulaire volcanique ou sous-continentale avec formation d'une chaîne de montagnes sur l'unité chevauchante parallèlement à la fosse (Peycru, et al., 2008). **3.** failles transformantes : fracture verticale reliant soit deux secteurs de dorsale, soit un secteur de dorsale et une fosse, le long duquel il n'y a ni création, ni disparition de lithosphère mais seulement coulissement (Peycru, et al., 2008).

La distinction entre la dérive des continents (proposée par Alfred Wegener en 1912) et la tectonique des plaques (établie dans les années 1960 par un ensemble de chercheurs) est fondamentale en géosciences. Bien que la première ait ouvert

la voie à la seconde, elles diffèrent par les intervenants à l'élaboration de ces deux théories, leurs périodes, leurs mécanismes, leurs preuves et leur précision scientifique entre autres. Nous résumons dans le Tableau 2 une proposition de comparaison entre les deux théories.

**Tableau 2** : Comparaison entre les deux théories dérive des continents et tectonique des plaques.

Critères de comparaison	Dérive des Continents	Tectonique des Plaques
Auteurs Époque	Wegener 1912 – 1930 (1930 marque l'année de son décès).	Holmes (1928) ; Hess (1962) ; Morley, Vine et Matthews (1963) ; Vine et Wilson (1966) ; Morgan, McKenzie et Le Pichon (1967-1968) épaulés par une vaste communauté de chercheurs dont les découvertes ont été tout aussi essentielles. Bien que ses prémisses émergent dès les années 1950, la théorie de la tectonique des plaques a été formulée très rapidement, dans les années 1967 et 1968 .
Objets en mouvement	Les continents seuls (blocs de Sial).	Les plaques lithosphériques rigides (croûte + manteau lithosphérique ~100 km).
Support du mouvement	Les continents "flottent" et fendent les fonds océaniques (Sima) comme des brise-glaces.	Les plaques lithosphériques reposent et se déplacent sur l'asthénosphère (couche ductile/déformable).
Moteur du mouvement (cause)	Forces de marées ou force centrifuge (mécanismes jugés physiquement impossibles, Jeffreys 1924).	Convection thermique du manteau et forces de traction des plaques lithosphériques au niveau des zones de subduction.
Arguments Initiaux	Morphologiques, paléontologiques, géologiques, Paléoclimatiques.	Expansion océanique, convection thermique, magnétisme des fonds marins (inversions), les forages océaniques (âge des sédiments) séismologie, volcanologie (volcans aux limites des plaques lithosphériques et les points chauds), la nouvelle technologie : GPS.
Rôle des fonds océaniques	Les fonds sont fixes et passifs; ils sont le "plancher" sur lequel glissent les continents.	Dynamiques: les fonds océaniques se renouvellent naissent aux niveau des dorsales océaniques (accrétion, expansion) et disparaissent aux niveau des fosses (subduction).
Limites des objets	Les côtes des continents.	Les frontières de plaques lithosphériques (dorsales, subductions, failles transformâtes).
Statut Scientifique	Théorie fut rejetée car jugée incomplète : le moteur proposé semblait bien trop faible pour déplacer des continents à travers un plancher océanique rigide. De plus, Wegener était météorologue de formation ; il peinait donc à s'imposer au sein de la communauté géologique de l'époque, alors majoritairement fixiste et n'était pas prête à concevoir la mobilité des masses continentales. Au-delà de ces causes, plusieurs autres ont pesé en défaveur de la théorie de la dérive des continents.	Théorie cadre actuelle unifiant toute la géologie moderne, acceptée par l'ensemble de la communauté scientifique.

La différence essentielle entre la dérive des continents de Wegener et la tectonique des plaques est que pour la première, les continents sialiques étaient supposés se déplacer sur leur substratum (comme des bateaux sur l'eau), alors que dans la seconde, les continents se déplacent de concert avec les fonds océaniques (comme des morceaux de bois pris dans une banquise) l'ensemble flottant sur l'asthénosphère.

## 4. DISCUSSION

Les résultats de cette étude révèlent une confusion conceptuelle persistante chez les futurs enseignants des sciences de la vie et de la Terre concernant la distinction entre la dérive des continents et la tectonique des plaques. Cette confusion, identifiée chez 67% des participants, constitue un obstacle majeur à la transmission efficace de concepts géologiques fondamentaux et soulève des questions critiques sur la qualité de la formation initiale des enseignants.

### **Confusion conceptuelle : une problématique systémique**

Les conceptions "erronées" identifiées dans notre étude ne sont pas isolées mais s'inscrivent dans un contexte plus large de difficultés d'enseignement des sciences de la Terre. Chakour, et al., (2019) ont documenté des difficultés chez les enseignants des sciences de la Terre au secondaire, soulignant que ces obstacles conceptuels affectent non seulement les enseignants en formation mais également les enseignants en exercice. Notre étude confirme et étend ces observations en démontrant que même après un cursus universitaire complet, 90% des futurs enseignants issus de formations en biologie manifestent des lacunes substantielles dans leur compréhension de concepts géologiques

fondamentaux. La persistance de ces conceptions erronées peut être attribuée à plusieurs facteurs convergents. Premièrement, la prédominance de biologistes (90%) parmi les futurs enseignants de SVT crée un déséquilibre disciplinaire significatif. Cette distribution asymétrique a été documentée dans des études antérieures (Eddif, et al., 2017), suggérant un problème structurel dans le recrutement et la formation des enseignants de sciences de la Terre. Deuxièmement, nos données indiquent que 50% des participants n'ont fourni aucune justification à leurs réponses, révélant non seulement une confusion conceptuelle mais également une incapacité métacognitive à articuler leur raisonnement scientifique.

### ***Origine et nature des conceptions " erronées "***

L'analyse qualitative des justifications fournies par les participants révèle que les conceptions "erronées" concernant la tectonique des plaques ont des origines multiples et complexes. Comme l'ont démontré Astolfi et Peterfalvi (1993), les conceptions des apprenants ne sont pas de simples "erronées" mais des systèmes explicatifs cohérents construits pour donner du sens aux phénomènes naturels. Dans le cadre de notre étude, la confusion entre le dérive des continents et la tectonique des plaques semble être d'origine didactique. Elle est souvent créée ou renforcée par l'enseignement lui-même (manuels, schémas simplifiés ou discours professoral) où l'enseignant omet parfois de préciser que ces théories représentent des étapes successives et distinctes de l'évolution de la pensée géologique : la première étant une théorie pionnière sur le déplacement des masses continentales, tandis que la seconde constitue une théorie unificatrice, car elle a proposé un modèle de mécanique planétaire qui permet de comprendre d'une façon unifiée les grands phénomènes géologiques. D'autre part, l'origine épistémologique, celle-ci réside dans les difficultés intrinsèques à la construction des savoirs géologiques. Enfin, l'origine psychologique (ou ontogénétique), liée au développement cognitif de l'apprenant, souligne l'incapacité de la perception humaine à appréhender intuitivement des échelles de temps (millions d'années) et d'espace (la difficulté à concevoir des mouvements globaux à partir d'observations locales (l'affleurement)) qui dépassent l'entendement sensoriel, rendant les processus géologiques globaux particulièrement abstraits. Les travaux de Chakour, et al., (2022) sur les conceptions des élèves marocains du secondaire concernant la tectonique des plaques révèlent des patterns similaires de confusion conceptuelle, suggérant que ces obstacles se transmettent de génération en génération d'enseignants et d'élèves. Cette transmission cyclique des conceptions erronées constitue un enjeu majeur pour l'éducation scientifique, car elle perpétue des modèles mentaux inappropriés qui résistent aux tentatives de correction pédagogique conventionnelles.

### ***Efficacité de l'intervention pédagogique***

L'approche collaborative adoptée dans notre étude a démontré une efficacité significative dans la transformation des conceptions des futurs enseignants. L'atelier structuré, combinant apports théoriques et travail collaboratif, a permis aux participants de prendre conscience de leurs erreurs conceptuelles et de co-construire une synthèse comparative robuste des deux théories. Cette approche s'inscrit dans le paradigme socioconstructiviste qui privilégie l'apprentissage par la confrontation des idées et la construction collective du savoir (Ning et Hornby, 2014 ; De Hei, et al., 2016). Les résultats de notre intervention confirment les observations de Boughanmi (2021) concernant l'importance de l'explicitation du raisonnement dans la restructuration des conceptions scientifiques. En forçant les participants à justifier leurs positions et à confronter leurs conceptions aux données scientifiques, l'atelier a créé un conflit socio-cognitif propice au changement conceptuel. Cette approche présente l'avantage supplémentaire de développer une posture réflexive chez les futurs enseignants, transposable dans leur future pratique professionnelle. Bien que les travaux Peterfalvi (1997) et Astolfi et Peterfalvi (1993), démontrent que les conceptions initiales sont extrêmement résistantes au changement et peuvent réapparaître après l'intervention pédagogique, l'efficacité de notre intervention est ici manifeste. Lors de l'évaluation finale portant sur la question initiale, tous les futurs enseignants ont affirmé que les deux théories étaient distinctes, et ont également formulé des justifications scientifiques conformes à celles présentées dans le Tableau 2.

### ***Formation des enseignants : du transmissif au réflexif***

Les résultats de cette étude soulignent l'urgence de repenser les modalités de formation initiale des enseignants des SVT. Le modèle traditionnel de transmission de connaissances disciplinaires s'avère insuffisant pour préparer les futurs enseignants aux défis de leur pratique professionnelle. Comme l'ont proposé Perrenoud (2001) et Schön (1983, 1994), la formation des enseignants doit viser le développement d'un praticien réflexif capable d'analyser critique sa propre pratique et ses propres conceptions. Notre approche, qui place les conceptions des futurs enseignants au centre du processus de formation, offre un modèle prometteur pour transformer la posture pédagogique des enseignants en formation. En vivant eux-mêmes l'expérience de la confrontation et de la transformation de leurs conceptions erronées, les futurs enseignants développent non seulement une maîtrise conceptuelle plus solide mais également une sensibilité accrue aux obstacles cognitifs que rencontreront leurs propres apprenants.

### ***Implications pour les politiques éducatives***

Les résultats de cette étude ont des implications importantes pour les politiques de formation des enseignants au Maroc et dans les contextes similaires. Tous d'abord, ils suggèrent la nécessité de renforcer la formation disciplinaire en

géologie pour tous les futurs enseignants des SVT, indépendamment de leur spécialisation universitaire initiale. La prédominance actuelle de biologistes parmi les enseignants des SVT nécessite des mécanismes compensatoires robustes pour assurer une maîtrise adéquate des concepts géologiques fondamentaux. En outre, nos résultats plaident en faveur de l'intégration systématique d'approches réflexives et collaboratives dans la formation initiale des enseignants. Les ateliers collaboratifs ne devraient pas être considérés comme des compléments optionnels mais comme des composantes essentielles du curriculum de formation, permettant aux futurs enseignants de développer les compétences métacognitives nécessaires à une pratique professionnelle efficace. En fin, les résultats soulignent l'importance de l'évaluation diagnostique systématique des conceptions des futurs enseignants avant tout enseignement de concepts clés. Cette pratique, recommandée par Astolfi et al., (2008), permet d'adapter la formation aux besoins spécifiques des apprenants et d'éviter la simple superposition de nouveaux savoirs sur des conceptions " erronées " préexistantes.

### **Limites de l'étude**

Cette étude présente plusieurs limites qu'il convient de connaître. Premièrement, notre échantillon de 61 futurs enseignants d'un seul centre de formation (CRMEF Fès-Meknès), pourrait limiter la portée de conclusions. Néanmoins, la représentativité est partiellement assurée par la diversité des facultés d'origine des stagiaires, à l'instar de la configuration nationale des autres centres. Dans une perspective de généralisation des résultats, nous envisageons de réaliser des études comparatives intégrant d'autres centres de formation à l'échelle nationale. Deuxièmement bien que notre approche méthodologique mixte offre une compréhension riche des conceptions des participants, elle repose principalement sur des données auto-rapportées qui peuvent être sujettes à des biais de désirabilité sociale. De plus, notre étude se concentre exclusivement sur la distinction entre deux théories : la dérive des continents et la tectonique des plaques, compte tenu de l'importance de cette dernière pour expliquer l'ensemble des phénomènes géologiques, et privilégié. Parallèlement, les autres concepts géologiques abordés dans la questionnaire - qui constituent également des obstacles pour les enseignants stagiaires - seront analysés dans de futurs articles afin de cartographier de manière exhaustive leurs conceptions "erronées" en géologie.

### **Perspectives de recherche**

Les résultats de cette étude ouvrent plusieurs pistes de recherche prometteuses. Tous d'abord, des études longitudinales suivant les futurs enseignants dans leur pratique professionnelle permettraient d'évaluer dans quelle mesure les changements conceptuels observés se maintiennent et influencent effectivement leur enseignement. En outre, des recherches comparatives entre différents contextes de formation pourraient identifier les facteurs institutionnels et pédagogiques qui favorisent ou entravent le développement de conceptions scientifiques robustes chez les futurs enseignants. Enfin, l'extension de cette approche à d'autres concepts géologiques fondamentaux des géodynamiques interne et externe permettrait de développer une compréhension plus complète des obstacles conceptuels propre à la géologie. Les travaux d'Eddif, et al., (2016) sur les conceptions relatives aux volcans fournissent un point de départ prometteur pour de telles investigations. En effet, des recherches futures devraient explorer les mécanismes cognitifs sous-jacents à la persistance des conceptions "erronées" en géologie et développer des interventions pédagogiques ciblées pour faciliter le changement conceptuel. L'intégration des avancées en sciences cognitives et en neurosciences de l'éducation pourrait enrichir considérablement notre compréhension de ces phénomènes et améliorer l'efficacité des formations d'enseignants.

## **5. CONCLUSION**

Cette étude démontre que la confusion entre la dérive des continents et la tectonique des plaques est largement répandue chez les futurs enseignants des SVT au Maroc, affectant 67% des participants. Cette confusion conceptuelle, enracinée dans un déséquilibre disciplinaire favorisant les biologistes au détriment des géologues, représente un obstacle significatif à la transmission efficace de concepts géologiques fondamentaux aux générations futures d'apprenants. L'intervention pédagogique développée dans cette étude, combinant évaluation diagnostique, apport théorique structuré et atelier collaboratif, s'est avérée efficace pour transformer les conceptions des futurs enseignants et développer leur posture réflexive. Cette approche, ancrée dans le paradigme socioconstructiviste, offre un modèle prometteur pour la formation initiale des enseignants qui transcende la simple transmission de connaissances pour viser le développement de praticiens réflexifs capables d'anticiper et de traiter les obstacles cognitifs chez leurs futurs apprenants. Les implications de cette étude s'étendent au-delà du contexte immédiat de la formation des enseignants pour toucher aux fondements mêmes de l'éducation scientifique. La transformation des conceptions ne peut être considérée comme un processus ponctuel mais doit être comprise comme un engagement continu nécessitant vigilance, réflexivité et adaptation constante. Les futurs enseignants, en prenant conscience de leurs propres erreurs conceptuelles et en développant les outils pour les identifier et les corriger, acquièrent une double compétence essentielle : une maîtrise disciplinaire approfondie et une expertise didactique raffinée.

L'enjeu majeur de la formation initiale en géologie n'est donc pas la transmission de savoirs académiques, aussi importants soient-ils, mais la transformation de la posture épistémologique et pédagogique des futurs enseignants. En plaçant leurs propres conceptions au cœur du processus de formation, les futurs enseignants ne se contentent pas d'acquiescer des connaissances ; ils développent une compréhension profonde des mécanismes de construction et de transformation du savoir scientifique qui les accompagnera tout au long de leur carrière professionnelle. Les défis identifiés dans cette étude – déséquilibre disciplinaire, persistance des conceptions erronées, nécessité d'approches pédagogiques innovantes – appellent une réponse systémique des institutions de formation des enseignants. Les centres régionaux des métiers de l'éducation et de la formation doivent intégrer de manière systématique et obligatoire des dispositifs d'évaluation diagnostique et d'intervention ciblée pour assurer que tous les futurs enseignants, quelle que soit leur spécialisation initiale, acquièrent une maîtrise robuste des concepts géologiques fondamentaux. En définitive, cette étude contribue à la compréhension des obstacles conceptuels en géologie et propose une approche concrète et efficace pour les surmonter. Elle démontre que l'investissement dans la formation réflexive des enseignants n'est pas un luxe pédagogique mais une nécessité pour briser le cycle de transmission des conceptions "erronées" et améliorer la qualité de l'éducation scientifique. Les générations futures d'apprenants bénéficieront directement de cet investissement, héritant non seulement de connaissances scientifiques exactes mais également d'enseignants capables de guider leur développement intellectuel avec expertise, réflexivité et bienveillance pédagogique.

## 6. REFERENCES

- Allain, J. C. (1995). Séismes, éruptions volcaniques, intérieur de la Terre : Conceptions d'élèves de huit à dix ans. *Aster*, 20, 43-60.
- Astolfi, J. P., & Develay, M. (1989). *La didactique des sciences*. Presses Universitaires de France.
- Astolfi, J. P., & Develay, M. (2002). *La didactique des sciences* (6e éd.). Presses Universitaires de France.
- Astolfi, J. P., & Peterfalvi, B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *Aster*, 16, 103-141. <https://doi.org/10.4267/2042/8578>
- Astolfi, J. P., Darot, É., Ginsburger-Vogel, Y., & Toussaint, J. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences : Repères, définitions, bibliographies*. De Boeck Université.
- Astolfi, J. P., Peterfalvi, B., & Vérin, A. (2008). *Compétences pour enseigner : Entre savoirs et pratiques*.
- Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique : Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Vrin.
- Baudrit, A. (2007). *L'apprentissage collaboratif : Plus qu'une méthode collective ?* De Boeck Supérieur.
- Boucherie, Caillot, M., Ginsburger-Vogel, Y., Giordan, A., Goffard, M., Mathy, P., Seré, M. G., & Vérin, A. (1994). *Sciences et technologie ; Biologie et Géologie. Du monde des vivants au monde du vivant*. CRDP.
- Boughanmi, Y. (2009). *Obstacles à la problématisation du temps dans une approche interdisciplinaire : L'explication de quelques phénomènes naturels par des élèves et de futurs enseignants tunisiens* [Thèse de doctorat, Université de Bourgogne et Université de Tunis].
- Boughanmi, Y. (2021). Les difficultés de la construction d'un registre explicatif de la formation des chaînes de montagnes par des apprenants confrontés à un texte historique. *Formation et profession*, 29(1), 1-17. <https://doi.org/10.18162/fp.2021.525>
- Boughanmi, Y., & Orange, C. (2005). Le rôle des interactions langagières dans la problématisation : Une étude de cas en sciences de la Terre. *Aster*, 40, 111-134.
- Chakour, R., Alami, A., Selmaoui, S., Eddif, A., & Chalak, H. (2022). Conceptions of Moroccan secondary school students in relation to the 'integrative concept' of plate tectonic. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 11(4), 2095-2105. <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i4.21861>
- Chakour, R., Alami, A., Selmaoui, S., Eddif, A., Zaki, M., & Boughanmi, Y. (2019). Earth Sciences Teaching Difficulties in Secondary School: A Teacher's Point of View. *Education Sciences*, 9(3), 243. <https://doi.org/10.3390/educsci9030243>
- Chalak, H. (2012). *Conditions didactiques et difficultés de construction de savoirs problématisés en sciences de la Terre : Étude de la mise en texte des savoirs et des pratiques enseignantes dans des séquences ordinaires et forcées concernant le magmatisme (collège et lycée)* [Thèse de doctorat, Université Saint-Joseph].
- Chalak, H., & El hage, F. (2011). L'enseignement des sciences de la Terre au Liban : Enjeux, obstacles et orientations professionnelles. *RDST*, 3, 209-240.
- Chmanti Haouari, I. (2019). *Enseignement/apprentissage de la géologie face aux obstacles de mobilisation d'espace et du temps : Cas des fossiles, de la fossilisation et des gisements fossilifères* [Thèse de doctorat, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah]. <https://toubkal.imist.ma/handle/123456789/14532>
- Chen, C., Sonnet, G., Sadler, P. M., & Sunbury, S. (2020). The Impact of High School Life Science Teachers' Subject Matter Knowledge and Knowledge of Student Misconceptions on Students' Learning. *CBE Life Sciences Education*, 19(1) : ar9 doi: 10.1187/cbe.19-08-0164.
- Crépin-Obert, P. (2010). *Construction de problèmes et obstacles épistémologiques à propos de fossiles : Étude comparée de débats historiques et de débats lycéens* [Thèse de doctorat, Université de Nantes].
- De Vecchi (1984 et 1987)
- De Hei, M., Strijbos, J. W., Sjoer, E., & Admiraal, W. (2016). Thematic review of approaches to design group learning activities in higher education: The development of a comprehensive framework. *Educational Research Review*, 18, 33-45.
- Eddif, A., Selmaoui, S., & Ouazzani, H. (2017). Les volcans : Quelles conceptions des futurs enseignants marocains des sciences de la vie et de la terre. *Revue Le pédagogue*, 3-4, 63-77. <https://revues.imist.ma/index.php/lepedagogue/article/view/8719>
- Eddif, A., Selmaoui, S., El Abboudi, T., Agorram, B., & Khzami, S. (2016). Conceptions d'élèves marocains de la deuxième année secondaire collégiale relatives aux volcans. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 20(2), 413-427.
- Foucault, A., & Raoult, J. F. (2010). *Dictionnaire de géologie* (7e éd.). Dunod.
- Giordan, A., & De Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir : Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Delachaux et Niestlé.
- Giordan, A., & De Vecchi, G. (1989). *L'enseignement scientifique : Comment faire pour que ça marche ?* Z'éditions.
- Giordan, A., Girault, Y., & Clément, P. (1994). *Conceptions et connaissances*. Peter Lang.
- Goix, H. (1995). Vous avez dit : cristal ? Je pense : verre. *Aster*, 20, 105-137.
- Gouanelle, C., & Schneeberger, P. (1995). Enseigner les fossiles à l'école primaire. *Aster*, 21, 81-107. <https://doi.org/10.4267/2042/8637>
- Hess, H. H. (1962). History of Ocean Basins. In: Engel, A. E. J., James, H. L., & Leonard, B. F. (Eds.), *Petrologic Studies: A Volume in Honor of A. F. Buddington*, Geological Society of America, 599-620.
- Holmes, A. (1928). Radioactivity and Earth Movements. *Transactions of the Geological Society of Glasgow*, 18(3), 559-606.
- Jeffreys, H. (1924). *The Earth: Its Origin, History and Physical Constitution*. Cambridge University Press.
- Lafortune, L., & Deaudelin, C. (2001). *Accompagnement socioconstructiviste : Pour s'approprier une réforme en éducation*. Presses de l'Université du Québec.
- Laperrière-Tacussel, M. (1995). Le volcanisme, du cours moyen à L'IUFM. *Aster*, 20.
- Le Pichon, X. (1968). Sea-floor Spreading and Continental Drift. *Journal of Geophysical Research*, 73(12), 3661-3697.
- McKenzie, D. P., & Parker, R. L. (1967). The North Pacific: An Example of Tectonics on a Sphere. *Nature*, 216(5122), 1276-1280.
- Morgan, W. J. (1968). Rises, Trenches, Great Faults, and Crustal Blocks. *Journal of Geophysical Research*, 73(6), 1959-1982.
- Ning, H., & Hornby, G. (2014). The impact of cooperative learning on tertiary EFL learners' motivation. *Educational Review*, 66(1), 108-124. <https://doi.org/10.1080/00131911.2013.853169>

39. Orange, C. (1995). Volcanisme et fonctionnement interne de la Terre : Repères didactiques pour un enseignement de l'école élémentaire au lycée. Aster, 20.
40. Perrenoud, P. (1994). La formation des enseignants entre théorie et pratique. L'Harmattan.
41. Perrenoud, P. (1999a). Dix nouvelles compétences pour enseigner. Tout un programme pour une profession évolutive. ESF éditeur.
42. Perrenoud, P. (1999b). Gestion de l'imprévu, analyse de l'action et construction de compétences. Éducation Permanente, 140, 123-144.
43. Perrenoud, P. (2000). L'articulation entre théorie et pratique dans la formation des enseignants. Dans L'enseignement : Professionnalisation, recherches et pratiques. Presses Universitaires de France.
44. Perrenoud, P. (2001). Développer la pratique réflexive dans le métier d'enseignant : Professionnalisation et raison pédagogique. ESF éditeur.
45. Peterfalvi, B. (1997). L'identification d'obstacles par les élèves. Aster, 24, 171-202. <https://doi.org/10.4267/2042/8677>
46. Pecyru, P., Dupin, J. M., Fogelgesang, J. F., Grandperrin, D., Van Der Rest, C., Cariou, F., Perrier, C., & Augère, B. (2008). Géologie tout-en-un Ire et 2e années BCPST. Dunod.
47. Piaget, J. (1926). La représentation du monde chez l'enfant. Alcan.
48. Ruel, F., Desautels, J. et Larochelle, M. (1997). Enseigner et apprendre les sciences : représentations sociales de futurs enseignants et enseignantes. *Didaskalia*, 10, p. 51-73.
49. Sadler, P. M., Sonnert, G., Coyle, H. P., Cook-Smith, N., & Miller, J. L. (2013). The influence of teachers' knowledge on student learning in middle school physical science. *American Educational Research Journal*, 50(5), 1020-1049. DOI : 10.3102/0002831213477680
50. Schneeberger, P. (1997). Place du concept de représentation dans la formation des enseignants : Un exemple dans le domaine de la biologie. *Spirale - Revue de recherche en éducation*, H-S2, 263-282.
51. Schön, D. A. (1994). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Basic Books. (Ouvrage original publié en 1983)
52. Tavernier, R. (1992). Enseigner les sciences à l'école. Bordas.
53. Thompson, A. G. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. Dans D. A. Grouws (Dir.), *Handbook on research on mathematics teaching and learning* (p. 127-146). Macmillan.
54. Triquet, E. (1988). Problèmes liés à la définition du concept de la tectonique des plaques par les élèves du cours moyen [Mémoire de DEA, Université Joseph Fourier].
55. Van Der Dand, S. (2007). Research framework on mathematics teacher behaviour: Koehler and Grouws' Framework revisited. *Eurasian Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4), 343-350.
56. Vine, F. J., & Matthews, D. H. (1963). Magnetic Anomalies over Oceanic Ridges. *Nature*, 199(4897), 947-949.
57. Vine, F. J., & Wilson, J. T. (1965). Magnetic Anomalies over a Young Oceanic Ridge off Vancouver Island. *Science*, 150(3695), 485-489. (Note : Souvent cité comme 1965 pour la publication, ou 1966 pour les analyses détaillées qui ont suivi).
58. Wanlin, P. (2009). La pensée des enseignants lors de la planification de leur enseignement [Note de synthèse]. *Revue française de Pédagogie*, 166, 89-128.
59. Wegener, A. (1912). Die Entstehung der Kontinente. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 58, pp. 185-195, 253-256, 305-309.
60. Wolfs, J. L., Charlier, E., Fagnant, A., & Letor, C. (2010). Représentations des enseignants, réflexivité et développement professionnel. *Education & Formation*, e-294.



**How to cite this article:** Aâtika EDDIF. ÉTUDE DES CONCEPTIONS CONCERNANT LA TECTONIQUE DES PLAQUES CHEZ LES FUTURS ENSEIGNANTS DES SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE. *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2026; 22(2): 1-11. DOI: 10.5281/zenodo.18507631

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>