

Caractérisation d'éléments d'épistémologie pratique professorale des enseignants de biologie et de géologie en Tunisie

BOUBAKER GHAZOUANI^{1,2}, JÉRÔME SANTINI², CHIRAZ BEN KILANI¹

¹Institut Supérieur de l'Éducation
et de la Formation Continue de Tunis
Université Virtuelle de Tunis
Tunisie
ghazouaniboubaker@gmail.com
chiraz.kilani@yahoo.fr

²Laboratoire d'Innovation
et Numérique pour l'Éducation
Université Côte d'Azur
France
jerome.santini@univ-cotedazur.fr

ABSTRACT

Our research is situated in geoscience education, a discipline recognized as complex in its learning for both students and teachers. We have chosen to place our work within the framework of the Joint Action Theory in Didactics (JATD) in order to study the practical epistemology of teachers in secondary schools in Tunisia. We administered a questionnaire to 39 experienced teachers. The main results of this study reveal that this practical epistemology includes two types of elements: 1) generic elements in science teaching, and 2) elements specific to geology teaching. In addition, the understanding of the status of the model in Earth sciences seems to be an obstacle to the teaching of Earth sciences and we believe that the modelling of phenomena seems to be problematic in the teaching-learning process.

KEYWORDS

Learning, difficulty, practical epistemology, geology, obstacle

RÉSUMÉ

Notre recherche se situe en didactique de la géologie, une discipline reconnue comme complexe dans son enseignement et apprentissage. Nous avons choisi d'inscrire notre travail dans le cadre de la Théorie de l'Action Conjointe en Didactique (TACD) afin d'étudier l'épistémologie pratique de professeurs du secondaire en Tunisie. Nous avons fait passer un questionnaire auprès de 39 enseignants expérimentés. Nos résultats nous amènent à caractériser deux types d'éléments d'épistémologie pratique : 1) des éléments génériques pour l'enseignement des sciences, et 2) des éléments spécifiques à l'enseignement de la géologie. De plus, la compréhension du statut du modèle en Sciences de la Terre semble constituer un obstacle à son enseignement et nous pensons que la modélisation des phénomènes semble être problématique dans le processus d'enseignement-apprentissage.

MOTS-CLÉS

Apprentissage, difficulté, épistémologie pratique, géologie, obstacle

INTRODUCTION

Les recherches en didactique qui ont étudié l'enseignement-apprentissage des savoirs géologiques ont été menées dans des contextes et à l'aide de cadres théoriques variés (Allain, 1995; Oh, 2019; Orange-Ravachol, 2016; Orion & Ault, 2007; Santini, 2013; Santini & Crépin-Obert, 2015; Santini et al., 2018). Ces différents didacticiens ont montré que l'enseignement et l'apprentissage de la géologie comporte des difficultés spécifiques, aussi bien pour les élèves que pour les enseignants. En particulier, l'apprentissage des phénomènes géologiques est intrinsèquement un objet d'étude qui exclut souvent l'expérimentation directe comme moyen d'enseignement et d'apprentissage, même pour les spécialistes. Pour ces raisons, les enseignants ont recours, pour enseigner les savoirs géologiques, à l'utilisation des activités de modélisation en tant que représentation de phénomènes géologiques, parfois de manière implicite (Santini, 2013). Dès lors, il apparaît utile d'étudier la manière dont les enseignants peuvent appréhender l'enseignement de la géologie.

ÉLÉMENTS THÉORIQUES

La Théorie de l'Action Conjointe en Didactique (TACD)

Cette recherche en didactique de la géologie s'inscrit dans le cadre de la Théorie de l'Action Conjointe en Didactique (Sensevy, 2011). La TACD se situe dans une approche actionnelle en didactique. En substance, les recherches développées en TACD étudient le processus d'enseignement-apprentissage comme une action conjointe entre élèves et enseignants, c'est-à-dire comme un ajustement mutuel dans le savoir lors du déroulement des séances de classe (Sensevy, 2011). Les savoirs y sont considérés comme indissolublement liés aux pratiques dans lesquelles ils ont été forgés, c'est-à-dire dans une immanence des savoirs aux pratiques (Santini, 2021). Dès lors, l'étude du didactique peut se comprendre comme l'étude de la manière dont les pratiques didactiques peuvent permettre aux élèves d'approcher les pratiques épistémiques liées aux savoirs en jeu dans l'action didactique.

L'épistémologie pratique des enseignants

Brousseau (1998) indique que l'enseignant, lorsqu'il conçoit ou anime une séance d'enseignement, se réfère à une théorie implicite qui oriente sa pratique professionnelle. Cette théorie implicite à usage professionnel constitue une sorte de modèle pratique mobilisable ou mobilisée dans l'action, pour l'action ou sur son action. Brousseau souligne également que l'épistémologie du professeur est avant tout spécifique aux savoirs enseignés. Amade-Escot (2019) exprime l'idée selon laquelle les « conceptions des enseignants » sont relatives à leur discipline et jouent un rôle décisif dans l'enseignement.

En TACD, la question de l'épistémologie pratique des enseignants en didactique des sciences est abordée dans une perspective actionnelle et pragmatiste. Sensevy et Mercier (2007) parlent d'épistémologie pratique pour démontrer que chaque enseignant est armé d'une théorie d'action à usage professionnel qui peut avoir de réels impacts sur la gestion de la classe et notamment sur le système didactique lui-même. Ils indiquent aussi que cette épistémologie pratique est doublement pratique, c'est-à-dire qu'il s'agit d'une épistémologie pour la pratique et d'une épistémologie informée, en retour, par la pratique.

Dans cette idée, notre travail vise à caractériser des éléments d'épistémologie pratique professorale de professeurs de Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) au secondaire en Tunisie. Comment peut-on caractériser des éléments d'épistémologie pratiques concernant l'enseignement-apprentissage de la géologie ? Nous menons cette étude à partir d'un questionnaire que nous présentons dans la partie suivante.

Les difficultés et les obstacles rencontrés dans l'enseignement de la géologie

Les obstacles ne sont pas forcément une difficulté ou manque de connaissance, c'est une forme de pensée primitive et satisfaisante, ils sont le moteur de l'évolution de la connaissance, car ils forment la rupture qui dynamise le progrès de la connaissance. Le franchissement d'obstacle nécessite une identification de la connaissance erronée et son rejet doit faire partie intégrante de la connaissance nouvelle (Bachelard, 1938/1967). À la suite de Bachelard, Astolfi et Peterfalvi (1993) font des obstacles le « noyau dur » des conceptions. En didactique, Cohen-Azria et al. (2010) a défini les obstacles, comme des structures et modes de pensée qui font résistance dans le processus enseignement-apprentissage.

À travers l'état de l'art que nous avons fait sur les résultats de recherches didactiques antérieures à propos de l'enseignement-apprentissage de la géologie nous avons inféré diverses difficultés et obstacles que nous présentons ci-dessous en quelques lignes :

- *L'artificialisme* : l'élève évoque l'homme et ses techniques modernes pour donner une explication à l'origine des tremblements de terre (Allain, 1995, p. 52). De plus, certains jeunes élèves considèrent les falaises comme des constructions humaines en raison d'un obstacle artificialiste fréquent à cet âge, renforcé par la difficulté de concevoir la géométrie d'une couche géologique (Astolfi, 1991).
- *Le fixisme* : Les structures géologiques actuelles, sont souvent perçues comme permanentes par les élèves, et les empêchent de concevoir un changement dans le temps. Monchamp et Sauvageot-Skibine (1995) relèvent que cette vision statique de la Terre pourrait constituer un obstacle épistémologique à la compréhension de phénomènes dynamiques paraissant statiques à l'échelle humaine.
- *Les problèmes d'échelles temporelle et spatiale* : Plusieurs études ont montré que les élèves ont des difficultés à appréhender les temps longs et à percevoir le dynamisme des processus géologiques (Raab & Frodeman, 2002). En effet, la vitesse de réalisation des phénomènes géologiques inaccessibles à l'observation et leur déroulement est imperceptible à l'échelle de la vie humaine vu l'immensité du temps géologique (Fuxa et al., 2006). En ce sens, Trend (2000) souligne la difficulté à appréhender les échelles de temps impliquées et à s'orienter dans l'espace.
- *La capacité d'abstraction* : L'incapacité des élèves à évaluer la succession chronologique constitue une difficulté liée au développement du raisonnement diachronique, c'est-à-dire à replacer les phénomènes géologiques dans leur chronologie (Dodick & Orion, 2003a,b).

En outre, l'esprit humain fige tout et n'accepte pas les chances de prédiction par le biais de calculs probabilistes, ce qui constitue une difficulté à l'appréhension de l'éventualité des événements géologiques imprévisibles à l'échelle de vie humaine (Gould, 1990).

Problématique et objectifs de la recherche

Le travail exploratoire mené nous a conduit à dégager la problématique suivante qui s'intéresse au processus enseignement-apprentissage de la géologie : Dans quelle mesure, l'étude de l'épistémologie pratique des enseignants en Sciences de la Terre pourraient-elles renseigner sur les difficultés et les obstacles à l'enseignement-apprentissage de cette discipline dans le secondaire tunisien ?

Dans ce contexte de recherche, nous avons travaillé les questions suivantes :

1. Quelles sont les difficultés rencontrées par les enseignants et celles qu'ils identifient chez leurs élèves ?

2. Quelles sont les difficultés identifiées dans l'usage de modèles et de modélisation par les enseignants ?

MÉTHODOLOGIE ET CORPUS DE DONNÉES

Dans notre méthodologie, nous nous sommes intéressés à caractériser des éléments d'épistémologie pratique professorale dans l'enseignement-apprentissage des savoirs géologiques au secondaire en Tunisie. Nous explicitons dans la section suivante le recueil de données et la méthodologie de traitement de données.

Les données empiriques ont été recueillies en respectant l'anonymat des participants. Notre échantillon d'enseignants enquêtés comprend 39 enseignants de SVT de la région provinciale de Gafsa au sud-ouest tunisien, au cours d'une journée de formation pédagogique au centre de la formation continue avec l'inspecteur pédagogique de la matière qui a bien voulu collaborer.

Cependant, notons que cet échantillon d'enseignants n'est pas représentatif de la population nationale des professeurs exerçant en lycées tunisiens vu leur nombre réduit et que le choix de notre outil de mesure a été orienté par l'effectif des enseignants.

Notre recherche se base sur une approche mixte qualitative-quantitative basée sur la technique de questionnaire d'enquête comme outil d'investigation pour le recueil de données (Annexe 1). Le questionnaire administré aux enseignants comprend des questions ouvertes (Q₄+Q₅+Q₁₁), d'autres sont semi-ouvertes (Q₆+Q₇+Q₁₀+Q₁₂) ou fermées (Q₈+Q₉). IL est constitué de trois thèmes de manière à analyser les différents aspects de réponses des enseignants qui sont consignées dans les grilles ci-dessous. Ces thèmes sont les suivants :

- A. Le rapport des enseignants tunisiens aux Sciences de la Terre et leurs points de vue concernant l'intérêt de l'enseignement de cette discipline (Q₄+Q₅+Q₆).
- B. Les opinions des enseignants sur les différents thèmes du programme de la troisième année de sciences expérimentales (Q₇+Q₈+Q₉).
- C. Étude de l'épistémologie pratique des enseignants concernant les difficultés et les obstacles à l'enseignement de la géologie (Q₉+Q₁₀+Q₁₁+Q₁₂).

Nous présentons dans ce qui suit l'analyse et la discussion des résultats obtenus à partir du questionnaire pour les trois thèmes que nous reprenons plus loin.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Bien que ce questionnaire n'ait pas porté sur les différentes dimensions de l'enseignement-apprentissage de la géologie, il nous a permis toutefois de faire émerger des éléments d'épistémologie pratique que nous montrons plus loin.

A. Rapport des enseignants tunisiens aux Sciences de la Terre

Le tableau 1 ci-dessous récapitule les réponses des enseignants à la quatrième et à la cinquième question :

TABLEAU 1
Réponses des enseignants à la quatrième et à la cinquième question

	Q4 : Est-ce que vous partagez l'idée de la répartition de la discipline SVT en deux branches : Géologie et Biologie ?		Q5 : Si vous avez le choix entre l'enseignement de la Biologie ou de la Géologie au secondaire, lequel vous choisissez ?	
Réponses	Oui	Non	Biologie	Géologie
Pourcentage	24/39	15/39	31/39	8/39

Les résultats recueillis montrent que 62% des professeurs interrogés partagent l'idée du découplage des deux disciplines contre 38% (Figure 1). L'analyse des résultats de la cinquième question montre que 79% d'enseignants répondant veulent enseigner la biologie contre 21 % qui souhaitent enseigner la géologie. En testant l'hypothèse nulle d'une équiprobabilité des choix avec un test de khi-deux, les différences observées à la quatrième question ne sont pas significatives ($\chi^2 = 2,08$; ddl = 1; $p = 0,15$), mais elles sont très significatives à la cinquième ($\chi^2 = 13,56$; ddl = 1; $p < 0,001$). Autrement dit, ces résultats montrent que les enseignants interrogés ne sont pas contre le couplage biologie-géologie, mais ils ont une nette préférence pour la biologie.

Nous pensons que la préférence pour la biologie par rapport à la géologie manifestée par la plupart d'entre eux peut constituer un obstacle social et didactique qui peut également être véhiculée par les enseignants de manière inconsciente au cours de l'apprentissage. De même, les étudiants peuvent considérer cette matière comme secondaire par rapport à la biologie.

Nous exposons, dans la section suivante, la présentation de nos résultats et de leur discussion à propos des points de vue enseignants tunisiens concernant l'intérêt de l'enseignement de la géologie.

Sixième Question : D'après vous, quelle est l'utilité de l'enseignement de la géologie ?

- À former des géologues compétents dans le domaine
 - À former des enseignants compétents en sciences de la Terre
 - À former des ingénieurs de miniers
 - À former des hydrologues
 - Autre.....
- ...

Les résultats recueillis sont consignés dans le tableau 2 ci – dessous.

TABLEAU 2
Réponses des enseignants à la sixième question

Catégories	Former des géologues	Former des enseignants compétents	Former des Ingénieurs miniers	Former des hydrologues	Éducation à la science	EDD	FP
Pourcentage	32/39=82%	22/39 =56%	15/ 39 =38%	9/39= 23%	10/39=25%	8/39	6/39
EDD : Éducation au développement durable ; FP : Fonctionnement de la planète							

Nous avons inféré de l'analyse des résultats du tableau 2 qu'une très forte proportion de notre échantillon d'enseignants interrogés indique l'intérêt de l'enseignement de la géologie dans le

contexte tunisien. Il semble, qu'ils considèrent la géologie dans une perspective professionnelle plutôt que dans une perspective de littérature scientifique.

B. Opinions des enseignants sur les différents thèmes du programme de la troisième année Sciences expérimentales

L'examen des réponses recueillies aux questions 7 à 11 du questionnaire d'enquête donne accès aux pratiques déclarées des enseignants. Celles-ci nous renseignent sur de multiples difficultés et obstacles éprouvées chez eux et chez les élèves. Les réponses sont consignées respectivement dans les tableaux 3, 4 et 5 ci-après.

Une difficulté didactique majeure : la transposition

Le septième, huitième et neuvième question de l'enquête permet de connaître l'intérêt que portent les enseignants à certains thèmes présents dans le programme et aux difficultés qu'ils y associent, que ce soit du point de vue de leur enseignement ou de leur apprentissage.

Septième Question : Notez 1 (faible), 2 (moyen) ou 3 (fort), les 3 thèmes du programme de 3^{ème} année sciences expérimentales, selon les critères proposés.

	<i>Nutrition et santé</i>	<i>Génétique</i>	<i>Géologie</i>
<i>Intérêt personnel que vous leur accordez</i>			
<i>Difficultés pour les élèves</i>			
<i>Difficultés pour les enseignants</i>			

Huitième Question : Avez-vous rencontré des difficultés à enseigner le thème « la dynamique du globe » ?

- Oui*
 Non

Si oui, lesquelles ?

Le tableau 3 ci-dessous récapitule les réponses des enseignants à la septième question.

TABLEAU 3
Réponses des enseignants à la septième question

		Intérêt personnel des enseignants accordé au thème			Degré de difficulté des trois thèmes pour les élèves			Degré de difficulté des trois thèmes pour les enseignants		
Réponses (N = 39) au Q7	Faible	4	3	4	30	2	0	36	15	5
	Moyen	14	13	14	7	26	6	2	24	18
	Fort	21	23	9	2	11	33	1	1	16
Thème		1	2	3	1	2	3	1	2	3

L'analyse des résultats montre que le thème de la dynamique du globe est ressenti par les enseignants comme particulièrement difficile pour les élèves. 85 % contre 28 % pour le thème Génétique et 5 % pour le thème Nutrition et santé. De plus, lorsque les enseignants s'expriment spontanément sur les difficultés qu'ils ont ressenties concernant le thème retenu (huitième et neuvième question), nous avons inféré que 23% (Tableau 3) des enseignants enquêtés remarquent un manque de connaissances initiales des élèves au niveau des petites classes. Il

paraît que ceci est une conséquence de l'enseignement et l'apprentissage des Sciences de la Terre dans les programmes tunisiens. En effet, l'analyse du Programme Officiels des SVT tunisiens (Ministère de l'Éducation Nationale, 2011) révèle que les Sciences de la Terre au collège et au lycée sont presque absentes dans les programmes scolaires. Il semble donc que les obstacles didactiques à l'enseignement-apprentissage, comme nous l'avons vu plus haut, se doublent d'obstacles curriculaires. En effet, ces obstacles risquent d'entraver l'assimilation et l'acquisition des concepts géologiques.

Neuvième Question : Pour le thème « la dynamique du globe », cochez les 3 causes de difficulté qui vous paraissent essentielles en utilisant le codage suivant.

1	<i>Difficultés à se situer dans le temps</i>	5	<i>Manque d'observations concrètes</i>
2	<i>Difficultés à se situer dans l'espace</i>	6	<i>Thème non motivant</i>
3	<i>Concepts trop difficiles pour les élèves</i>	7	<i>Manque de connaissances initiales</i>
4	<i>Manque de manipulations simples</i>	8	<i>Vulgarisation scientifique</i>

Les résultats à la neuvième question sont rassemblés dans le tableau 4 ci-dessous.

TABLEAU 4
Opinions des professeurs sur la nature des difficultés éprouvées par les élèves

	1	2	3	4	5	6	7
Pourcentage	26/39 =66%	24/39 = 61.5%	28/39 = 71.8 %	25/39 = 64%	27/39 = 69.2%	24/39 =61.53%	9/39 = 23%

On note que 61.54% des enseignants estiment que le thème enseigné est non motivant pour les élèves et que le temps consacré à chacun des chapitres du thème est limité. Or, cela débouche sur une démarche pédagogique qui ne prend pas toujours en compte les conceptions des élèves et encore moins le temps nécessaire aux apprentissages. De surcroît, 71.8% des enseignants interrogés s'expriment, en priorité, sur la complexité des notions à aborder (tableau 4). En effet, les concepts à enseigner et les relations qui les organisent conduisent fréquemment à un important degré d'abstraction, privilégiant les mécanismes et les interprétations.

Il semble que la présentation du savoir constitue un obstacle didactique à l'enseignement-apprentissage du thème abordé. En plus, l'appréhension de durées et de volumes au-delà de l'échelle humaine sont régulièrement repérées en géologie comme sources de difficulté chez les élèves.

Étude de l'épistémologie pratique déclarée des enseignants concernant les difficultés et les obstacles à l'enseignement-apprentissage de la géologie

Difficulté en rapport avec les pratiques de classe

Les réponses récapitulées de la neuvième question dans le tableau 4 ci-dessus, montrent qu'une grande majorité d'enseignants 64.1% interrogés indiquent que le manque de manipulations simples, d'équipements appropriés, l'absence d'observations concrètes 69.23% sont signalés comme étant à l'origine de difficultés pour enseigner le thème de la dynamique du globe. Toutefois, la plupart des enseignants attribuent un rôle important à la manipulation. En effet, celle-ci est souvent citée comme moyen de résoudre un problème, de tester une hypothèse et d'élaborer des connaissances par les élèves. Il apparaît, à partir des réponses recueillies, un

accord sur les pratiques de classe et l'importance du rôle de l'activité de modélisation et de la manipulation dans l'enseignement. Au final, les enseignants interrogés expriment des pratiques unifiées qui se veulent en conformité avec les recommandations exprimées depuis plusieurs années dans le Programme Officiel des Sciences de la Vie (Ministère de l'Éducation Nationale, 2011) et leurs relais dans les centres de formation.

Difficultés liées au manque de manipulation et de ressources pédagogiques.

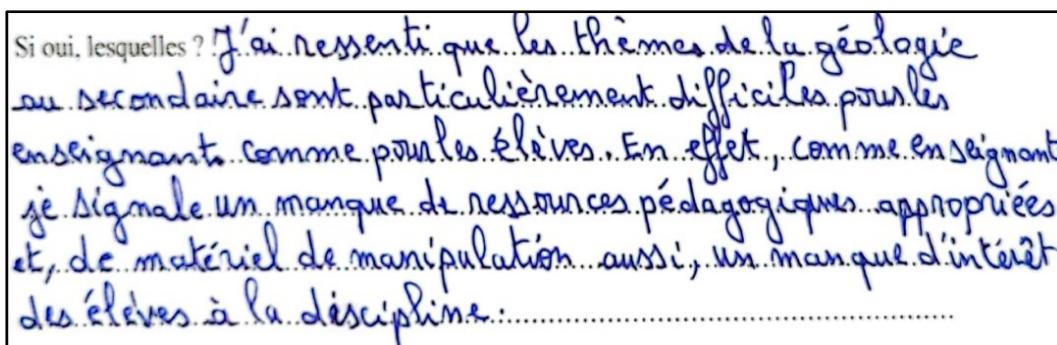
Dans la dixième question nous avons questionné les enseignants sur les difficultés et les obstacles qu'ils ont rencontrés et sur les solutions mobilisées pour les dépasser, les questions étaient les suivantes.

Dixième Question : Si vous avez éprouvé des difficultés, merci de nous

- *Indiquer les solutions qui vous ont permis de les surmonter.....*
- *Précisez les difficultés qui ont persisté et expliquez les causes.....*

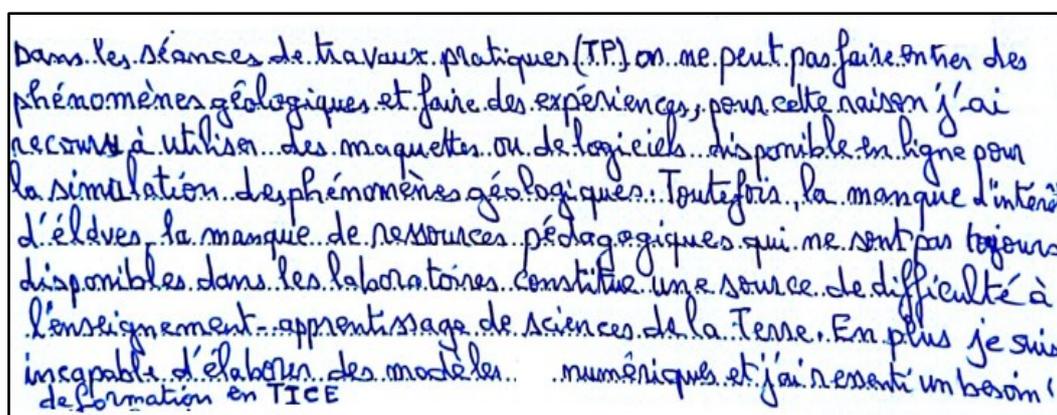
L'analyse des extraits de réponses des enseignants P6 (Figure 1) et de P11 (Figure 2) avance un manque de ressource pédagogique, un manque d'intérêt des élèves et des problèmes de modélisation. Aussi, l'analyse des autres 39 réponses de la même manière ont permis à catégoriser les réponses des enseignants consignées dans l'histogramme de la Figure 3 ci-dessous.

FIGURE 1



Extrait de réponse d'un enseignant P6 à la huitième question

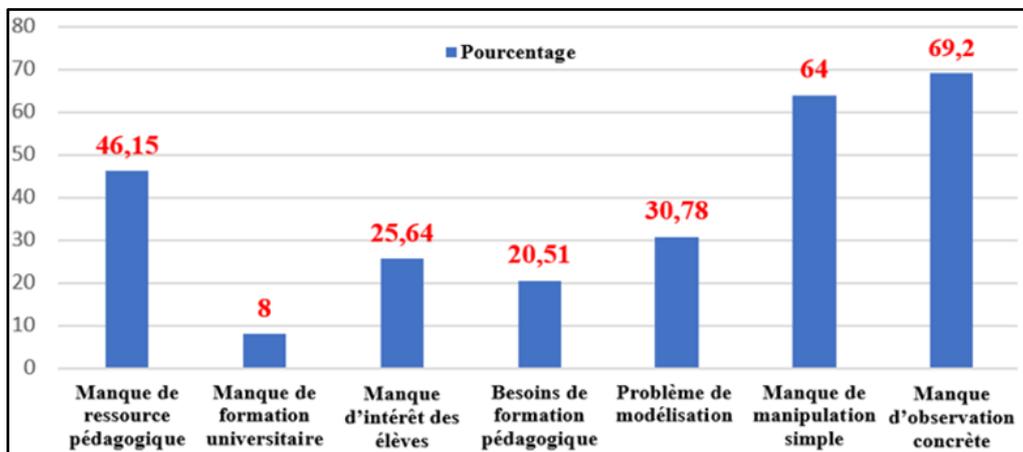
FIGURE 2



Extrait de réponse d'un enseignant P6 à la dixième question

L'histogramme ci-dessous récapitule les résultats recueillis pour l'ensemble des enseignants.

FIGURE 2



Opinions des enseignants sur la nature des difficultés qu'ils rencontrent

L'analyse des réponses de l'histogramme ci-dessus, montre que 46.15% des enseignants disent qu'il y a un manque de ressources pédagogiques pour traiter le thème abordé. Les solutions proposées par 20,5% des enseignants pour surmonter cette difficulté porte essentiellement sur la mise à disposition de ressources pédagogiques directement exploitables avec les élèves pour leur formation. Tels que l'élaboration de maquettes explicatives ou descriptives qui tentent de modéliser l'objet ou les phénomènes étudiés. Selon les réponses des enseignants, la maquette semble posséder des vertus explicatives et représentatives importantes. Ces maquettes sont des modèles analogiques, ce sont des objets concrets, construits en fonction de leur ressemblance analogique avec l'objet étudié qui permettent ainsi de travailler sur autre chose que le réel (Drouin, 1988). Ce manque de ressources et de formation pédagogique semble être une source de difficulté pédagogique à l'enseignement-apprentissage des sciences de la Terre (Figure 3).

Difficulté en rapport avec l'usage de modèle et de la modélisation des phénomènes

L'analyse des réponses recueillies dans l'histogramme ci-dessus (Figure 3) montre que 30,78% des enseignants soulignent la difficulté d'élaborer des modèles analogiques ou numériques accessibles aux élèves pendant les séances de travaux pratiques pour la simulation des phénomènes géologiques « *Problème de modélisation des phénomènes* ». En effet, ils révèlent que la réalisation de modèles numériques permet de produire des objets manipulables à l'écran. La possibilité donnée à l'élève de visualiser et de manipuler ces objets l'aide à surmonter certaines difficultés de compréhension liées aux dimensions spatiale ou temporelle des phénomènes et des objets étudiés (Sanchez, 2008). En plus, et à travers leurs réponses aux questions ouvertes, la même proportion exprime une insatisfaction sur l'utilisation du modèle et soulignent les limites du domaine de leur validité. Par exemple, le professeur P7 précise : « *Modèles expérimentaux ne reflétant pas la réalité des phénomènes* ». Autrement dit, « les modèles scientifiques élaborés sont qualifiés de peu rigoureux car non représentatifs de la réalité » (Sanchez et al., 2004, p. 19). En conséquence le modèle ne semble plus envisagé par ces enseignants du point de vue de la méthode comme « processus de connaissance », il devient « statut des énoncés », il appartient au « produit fini » (*ibidem*. p.19).

Santini (2013), a montré que les actions didactiques de la pratique professorale peuvent mettre en jeu des usages représentationnels des modèles concrets, où l'étude du modèle remplace l'étude du phénomène lui-même, ou des usages heuristiques des modèles concrets, où

l'étude du modèle sert à raisonner sur les phénomènes géologiques en classe. Il conclut ainsi que, selon les usages auxquels les élèves sont confrontés, ils acquièrent des compréhensions différentes des modèles et de la modélisation en sciences. Cela conduit à se demander si les difficultés évoquées par les professeurs interrogés renvoient également à des usages nouveaux à développer avec les modèles existants.

Une discipline qui possède des rapports spécifiques au temps et l'espace

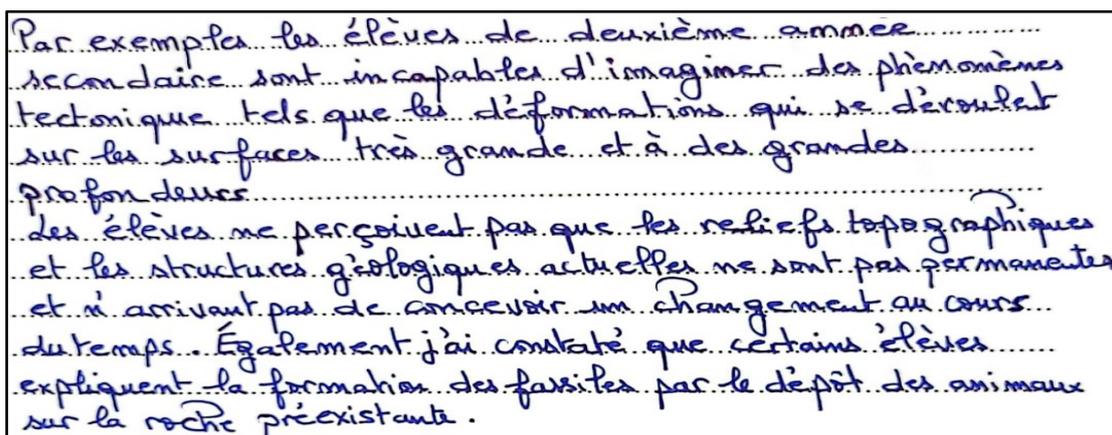
Dans la section qui suit, nous avons questionné les enseignants sur les difficultés éprouvées chez les élèves concernant l'appréhension des temps longs et de se situer dans l'espace.

Onzième Question : Quels sont les obstacles à l'enseignement de la géologie que vous rencontrez dans vos classes ?

- a. Les élèves ont des difficultés à appréhender les temps longs : Les problèmes d'échelle temporelle.
- b. Les élèves ont des difficultés à se situer dans l'espace : La capacité d'abstraction.

L'analyse de la réponse de l'enseignant P21 (Figure 4) et celle des autres 39 réponses à la onzième question, nous ont permis d'identifier chez les élèves tunisiens des difficultés et obstacles à l'enseignement de la géologie, que nous explicitons dans ce qui suit.

FIGURE 4



Extrait de réponse d'un enseignant P11 à la onzième question.

Les résultats recueillis de la onzième question sont récapitulés dans le tableau 4 ci-dessous.

TABLEAU 4
Réponses des enseignants à la onzième question

Catégories	Problèmes d'échelle temporelle		Capacité d'abstraction	
	Oui	Non	Oui	Non
Professeur				
Pourcentage	33/39 = 84.61%	6/39 = 15.84%	24/39 = 61.54%	15/39 = 38.49%

L'analyse des résultats révèle que le rapport au temps est cité par 84,61% des enseignants interrogés comme première difficulté éprouvée par les élèves pour la compréhension des phénomènes géologiques. Les sources de difficultés sont également liées aux rapports que la discipline entretient avec l'espace. 36 % d'enseignants répondants à la neuvième question et

61.54% % d'enseignants répondants à la onzième question révèlent l'incapacité des élèves à imaginer des phénomènes qui se déroulent sur des surfaces très grandes et à des profondeurs de milliers de kilomètres. En plus, les élèves expliquent la formation des fossiles par le dépôt des animaux sur la roche préexistante. Au sens de Monchamp et Sauvageot- Skibine (1995), ceci constitue un réseau d'idées associées qui renforcent l'obstacle de non simultanéité de la diagenèse et de la fossilisation. Alors que le modèle opérationnel actuel suggère que le fossile se forme en même temps que la roche dans des bassins sédimentaires.

En somme, il s'avère que les difficultés majeures à l'enseignement-apprentissage de la géologie renvoient à des obstacles épistémologiques spécifiques de la discipline.

Difficultés liées au manque de formation en histoire des sciences, en épistémologie et en didactique

Dans cette sous-partie, nous présentons l'analyse et la discussion des résultats de la douzième question concernant la nécessité de formation des enseignants en histoire de sciences, en épistémologie et en didactique.

Douzième Question : Avez-vous déjà utilisé un texte historique dans le cours de géologie ? Lequel et dans quelle partie du programme ? Quelles difficultés ce texte permettra de dépasser chez les élèves ?

Les résultats recueillis de la douzième question sont récapitulés dans le tableau 5 ci-dessous :

TABLEAU 5
Réponses des enseignants à la onzième question

Réponses	Utilisation de texte historique		Intérêt de l'utilisation des textes historiques				
	Oui	Non	1	2	3	4	5
Pourcentage	7/39 =17.95%	32/39 =82.05%	3/39 =7.69%	3/39 =7.69%	4/39 =10.25%	5/39 12.8%	5/39 =12,8%

La lecture des réponses des enseignants interrogés nous a permis de relever que seulement 17.95% ont exploité les textes historiques du manuel scolaire (pp. 261-267 et 295) contre 82.05%. Nous soulignons que les professeurs qui ont répondu par oui à notre question sont titulaires d'un mastère des didactiques de disciplines. 7.69% des enseignants attribuent à l'exploitation de textes historiques une importance pour l'identification des ruptures épistémologiques et également d'identifier les écueils qu'ont connus les sciences de la Terre ; 10.25% la jugent utile pour la déstabilisation ou la fissuration des obstacles et son dépassement par les élèves ; 12.82% d'enseignants lui accordent une importance dans le repérage des obstacles essentiellement rencontrés chez les élèves en sciences de la Terre qui peuvent entraver le processus d'enseignement-apprentissage. De plus, 13% considèrent que son intérêt est de connaître l'histoire épistémologique pour trouver des explications à la résistance des conceptions à l'enseignement-apprentissage chez les élèves. En somme, le fait que 82.05% des enseignants fait omission ou n'exploitent pas de textes historiques dans les séquences d'enseignement-apprentissages montre que ce support pédagogique est non suffisamment accredité par les enseignants. Pour cela, il est nécessaire de repenser la formation continue disciplinaire et didactique des enseignants en histoire des sciences. En effet, l'histoire des sciences est nécessaire pour comprendre la construction historique de savoirs scientifiques dans le contexte technique, culturel, philosophique et social d'une époque et également l'approche épistémologique et historique de l'activité scientifique.

CONCLUSION

Ce travail nous a permis d'identifier des éléments d'épistémologie pratique des professeurs de SVT tunisiens au lycée. Cette épistémologie pratique comprend des éléments génériques dans l'enseignement des sciences de la Terre. Il se dégage des réponses recueillies, un consensus sur les pratiques de classe et l'importance du rôle de l'activité de modélisation et de la manipulation dans l'enseignement. Toutefois, les pratiques déclarées des enseignants indiquent la nécessité de formation en histoire des sciences, en épistémologie et en didactique des sciences des enseignants, etc. De plus, cette épistémologie pratique comprend des éléments spécifiques à la géologie. Il s'agit notamment de difficultés d'ordre didactique (la transposition didactique, thème non motivant et difficile, problème de modélisation... etc.) et d'ordre pédagogique (manque de ressources pédagogiques, etc.). Notre recherche nous a permis aussi d'inférer des difficultés spécifiques à la discipline qui sont d'ordre épistémique (les durées et volumes mobilisés ne peuvent s'appréhender facilement à partir de l'expérience humaine).

Les enseignants interrogés ne remettent pas en cause les SVT comme discipline, mais ils ont une préférence pour la biologie ; une très forte proportion indique l'intérêt de l'enseignement de la géologie dans le contexte tunisien. Il semble qu'ils considèrent la géologie plutôt dans une perspective professionnelle que dans une perspective de littérature scientifique.

En outre, la compréhension du statut du modèle en sciences de la Terre semble constituer un obstacle à l'enseignement des sciences de la Terre et nous pensons que la modélisation des phénomènes semble être problématique dans le processus enseignement-apprentissage. En effet, les enseignants éprouvent une difficulté à élaborer des modèles analogiques ou numériques accessibles aux élèves pendant les séances de travaux pratiques pour la modélisation des phénomènes. De plus, la notion de modèle n'est pas parfaitement maîtrisée par les professeurs qui semblent concevoir ces modèles comme un réel en miniature plutôt qu'un outil pour interroger le réel.

En conclusion, il est donc très important de tenir compte de ces difficultés et de ces obstacles dans la pratique professorale et de penser à des situations didactiques permettant de surmonter ces obstacles sous-jacents pour une meilleure construction des savoirs géologiques. Ceci nous conduit à réfléchir à l'élargissement et à l'approfondissement de notre travail de recherche sur les difficultés d'usage de modèles et de modélisation par les élèves et à la manière de les aider à s'appropriier ces notions dans le cadre de la théorie de l'action conjointe en didactique (TACD).

RÉFÉRENCES

- Allain, J. C. (1995). Séismes, éruptions volcaniques et intérieur de la Terre : Conceptions d'élèves de huit à dix ans. *Aster*, 20, 43-60.
- Amade-Escot, C. (2019). Épistémologies pratiques et action didactique conjointe du professeur et des élèves. *Éducation et Didactique*, 13(1), 109-114.
- Astolfi, J.-P. (1991). Quelques logiques de construction d'une séquence d'apprentissage en sciences. L'exemple de la géologie à l'école élémentaire. *Aster*, 13(1), 157-186.
- Astolfi, J.-P., & Peterfalvi, B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *Aster*, 16, 103-141.
- Bachelard, G. (1938/1967). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: Librairie philosophique J. Vrin.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. La Pensée Sauvage.

- Cohen -Azria, C., Daunay, B., Delcambre, I., & Lahanier-Reuter, D. (2010). *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*. Bruxelles: De Boeck.
- Dodick, J., & Orion, N. (2003a). Geology as an Historical Science: Its perception within Science and the education system. *Science & Education*, 12(2), 197-211.
- Dodick, J., & Orion, N. (2003b) Cognitive factor affecting student understanding of geologic time. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 415-442.
- Drouin, A.-M. (1988). Le modèle en question. *Aster*, 7(1), 1-20.
- Fuxa, G., Sanchez, E., & Prieur, M. (2006). Le Calendrier géologique : Un environnement informatique pour l'enseignement des sciences de la Terre. Paper presented at 8^e Biennale de l'éducation, INRP/APRIEF, Lyon, France.
- Gould, S. J. (1990). *Aux racines du temps*. Paris: Grasset.
- Ministère de l'Éducation Nationale. (2011). *Programme des sciences de la vie & de la terre*. http://www.edunet.tn/ressources/pedagogie/programmes/nouveaux_programme2011/secondaire/svt.pdf.
- Monchamp, A., & Sauvageot-Skibine, M. (1995). Du fixisme à la tectonique des plaques. Et pourtant elles bougent. *Aster*, 20, 3-20.
- Oh, P. S. (2019). Features of modeling-based abductive reasoning as a disciplinary practice of inquiry in earth science. *Science & Education*, 28(6), 731-757.
- Orange Ravachol, D. (2016). Problèmes, modélisations et modèles dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences de la nature à dimension historique : Le cas des sciences de la vie et de la Terre (SVT). *Tréma*, 45. <https://doi.org/10.4000/trema.3508>.
- Orion, N., & Ault, C. (2007). Learning Earth Sciences. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Éds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 653-687). Lawrence Erlbaum Associates.
- Sanchez, E. (2008). Quelles relations entre modélisation et investigation scientifique dans l'enseignement des sciences de la terre ? *Éducation & Didactique*, 2(2), 95-120.
- Sanchez, E., Prieur, M., & Devallois, D. (2004). L'enseignement de la géologie en classe de seconde : Quels obstacles, quelles pratiques. In *Actes de la conférence XXVèmes JIES*. Chamonix.
- Santini, J. (2013). Une étude du système de jeux de savoirs dans la théorie de l'action conjointe en didactique. Le cas de l'usage des modèles concrets en géologie au Cours Moyen. *Education & Didactique*, 7(2), 69-94.
- Santini, J. (2021). *Comprendre des concepts. L'articulation jeu didactique et jeu épistémique dans une théorie de l'action conjointe en didactique*. Presses Universitaires de Rennes.
- Santini, J., & Crépin-Obert, P. (2015). Analyse comparée de séances de géologie à l'école primaire. Problématisation et action conjointe élève-professeur. *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, 11, 25-78.
- Santini, J., Bloor, T., & Sensevy, G. (2018). Modelling conceptualization and investigating teaching effectiveness: A comparative case study of earthquakes studied in classroom practice and in Science. *Science & Education*, 27(9-10), 921-961.
- Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. De Boeck.
- Sensevy, G., & Mercier, A. (2007). *Agir ensemble. L'action didactique conjointe du professeur et des élèves*. Presses Universitaires de Rennes.
- Raab, T., & Frodeman, R. (2002). What's it like to be a geologist? A phenomenology of geology and its practical implications. *Philosophy & Geography*, 5(1), 69-81.

Trend, R. (2000). Conceptions of geological time among primary teacher trainees, with reference to their engagement with geoscience, history, and science. *International Journal of Science Education*, 22(5), 539-555.