

La chaîne volcanique du Moyen Atlas au Maroc: Patrimoine géologique encore peu connu

[The volcanic chain of the Middle Atlas in Morocco: Geologic heritage Still little known]

Aâtika EDDIF¹, Hassane OUZZANI², Idris SADKAOUI¹, Amina TAJDI¹, Ahmed AGHBAL¹, and Ahmed HAMID¹

¹Laboratoire de recherche scientifique et développement pédagogique, Centre Régional des Métiers de l'Education et de la Formation El Menzeh, B.P255, Bel Air Meknès, Maroc

²Faculté des Sciences Meknès, Département de Géologie, B.P11201 Zitoune, Meknès, Maroc

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The Middle Atlas, like all the structural domains of Morocco, is full of geosites of varying size and nature ranging from the microscopic scale to the scale of the outcrop. These rich geologic heritage offer high potential for scientific, pedagogical, and recreational, scenic, cultural, economic and geotouristic uses within the framework of sustainable development. This work has for objective to identify the conceptions of Moroccan students in the second year of secondary college and of futures teachers of Life and Earth Sciences (SVT) at the regional center for the trades of education and training (CRMEF - Meknes) about the presence of volcanoes in Morocco, Especially the volcanoes of the Middle Atlas which are articulated in the turns of the concept "geosite". The used methodology is based on a questionnaire addressed to the target population earth in Meknes and sale cities. The results of our study show that this heritage are not known to the interviewees. This article aims to : Highlight the volcanic chain of the Middle Atlas, Present the results of this study, and try to identify recommendations on the way forward as well as by education and sensibilization and other important means.

KEYWORDS: Concept, geologic heritage, geosite, pedagogy, geotourism, sensibilization, volcanic chain, sustainable development, Science of Life and Earth.

RESUME: Le Moyen Atlas à l'instar de tous les domaines structuraux du Maroc regorge des géosites de nature et de dimension variable allant de l'échelle microscopique à l'échelle de l'affleurement. Ces géosites à valeur patrimoniale offrent un potentiel élevé pour des usages scientifiques, pédagogiques par excellence mais aussi récréatifs, scéniques, culturels, économiques et géotouristiques dans le cadre du développement durable. Cependant, ils ne sont pas reconnus au niveau législatif et restent inconnus du grand public ; ceci les expose à des menaces grandissantes qui pèsent sur leur préservation. Le présent travail, se réfère à la chaîne volcanique du Moyen Atlas. En s'appuyant sur des enquêtes menées au cours des années 2013/2014 et 2014/2015 sous forme d'un questionnaire distribué auprès de 232 apprenants de la 2^{ème} année du cycle secondaire collégial, répartis sur six classes dans six collèges publics situés dans les délégations provinciales de l'éducation de Meknès et de Salé (Maroc), et 26 futurs enseignants des Sciences de la Vie et de Terre (SVT) au centre régional des métiers de l'éducation et de la formation (CRMEF - Meknès). Les résultats de la recherche ont montré que les volcans du Moyen Atlas qui s'articulent au tours du concept "géosite" sont méconnus auprès des interrogés. Cet article se propose de : Mettre en exergue la chaîne volcanique du Moyen Atlas, Présenter les résultats de l'enquête auprès des apprenants et des futurs enseignants, Proposer quelques recommandations enrichissant ainsi la réflexion sur les moyens permettant d'envisager des moyens susceptibles de faire connaître et partager au grand public ce patrimoine géologique afin de sensibiliser à sa conservation à des fins pédagogiques, scientifiques, écotouristiques,....

MOTS-CLEFS: Concept patrimoine géologique, géosite pédagogie, géotourisme, sensibilisation, chaîne volcanique, développement durable, Science de la Vie et de la Terre.

1 INTRODUCTION

Le Maroc se situe à la pointe nord-ouest du continent africain. Son histoire géologique se succède depuis le Précambrien jusqu' à l'Alpin. De telle histoire procure une remarquable variété des domaines structuraux. On y distingue en allant du Nord au Sud : le domaine rifain, le domaine mésétien, le domaine atlasique et le domaine anti-atlasique et son prolongement saharien façonné par les orogénèses précambriennes et varisque. Par contre le domaine rifain et atlasique et celui de la Meseta se caractérisent respectivement par l’empreinte des orogénèses alpine et varisque. [1], [2], [3] (Figure 1).

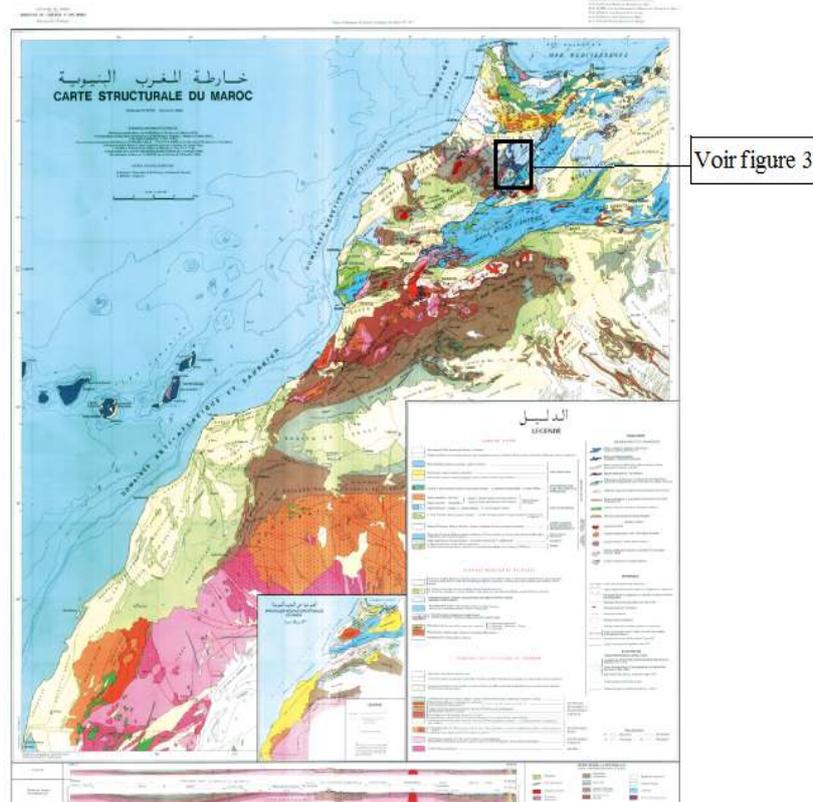


Fig. 1. Domaines structuraux du Maroc

Cette partie nord de l'Afrique (Maroc) a connu plusieurs éruptions volcaniques dont certaines sont soit d'âge précambrien (exemple : les volcans de Siroua et de Boho dans l'Anti-Atlas), soit appartiennent au Trias, tandis que d'autres sont d'âge Tertiaire ou Quaternaire (exemple : le volcan Saghro dans l'Anti-Atlas [4], le volcan de Gourogou dans le domaine rifain, et les volcans de Hebri, Habri, ... de la chaîne volcanique dans le domaine du Moyen Atlas) (Figure 2). L'ensemble de ces volcans associé à d'autres sites, géologiques identifiés à partir d'un certain nombre d'éléments de base (reliefs, fossiles, minéraux, roches,...), constitue un patrimoine riche et diversifié méritant d'être mis en valeur et protégé.

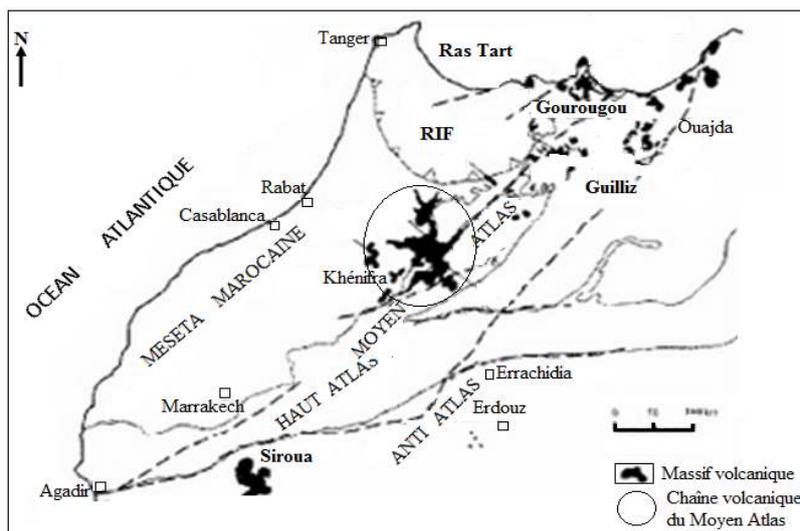


Fig. 2. Distribution du volcanisme néogène et quaternaire du Maroc [5]

Qu'entend-on par «patrimoine»? le concept de patrimoine est bien intégré dans le vocabulaire commun, il est défini par [6] comme étant "l'héritage du passé dont nous profitons aujourd'hui et que nous transmettons aux générations à venir". Plus récemment, ce concept est utilisé d'une façon beaucoup plus holistique pour établir le lien avec d'autres concepts. Ainsi la littérature a permis d'offrir plusieurs concepts entre autres :

Le «patrimoine géologique» qui selon [7] "a ses racines au sein de la protection de la nature, et en particulier dans les réserves naturelles de France (RNF) depuis (1985)".

Pour La référence [8] [9] le patrimoine géologique désigne « tous les témoins de l'histoire de la Terre qui participent de la connaissance des événements physiques et biologiques qui ont marqué notre planète ». Dans la même optique [10] le définit comme étant "tous les objets et sites qui symbolisent la mémoire de la Terre, de l'échelle de l'échantillon à l'échelle des paysages.

«Géosite» peut être réservé à des sites d'intérêt géologique sensu lato à l'échelle kilométrique ou celle du paysage. on trouve aussi «géodiversité» [11], «géopatrimoine» [12], [13], [14], [15] et «géomorphosite» ou «patrimoine géomorphologique» est un concept récent qui a été introduit par [16] et repris par [17], [18], [19], [20], [15] : il désigne l'ensemble des formes du relief -de l'échelle des microformes à celle des reliefs majeurs- qu'une société considère comme digne d'être conservé et transmis aux générations futures. [21] d'après [22].

Dans cette perspective, cette étude s'inscrit dans le cadre du patrimoine géologique marocain relatif aux volcans, particulièrement ceux du Moyen Atlas. L'intérêt que nous portons à ce concept découle de deux raisons principales : d'une part, l'existence de profondes lacunes dans les connaissances de la majorité des futurs enseignants des SVT du CRMEF Meknès et de leurs futurs apprenants relatives à l'existence de volcans éteints au Maroc entre autres "la chaîne volcanique du Moyen Atlas [23], [24] d'autre part, la nécessité de valoriser et de sensibiliser le grand public y compris notre population-cible, à la présence de ces volcans mal connus en vue de leur conservation de toute dégradation.

Trois questions de recherche découlent de cette problématique : Quelles sont les spécificités de la chaîne volcanique moyen atlasique? Quelles conceptions relatives à l'existence de volcans au Maroc ont les futurs enseignants des SVT et les apprenants du cycle secondaire collégial? Comment améliorer la connaissance de ce patrimoine?

Pour répondre à ces questions, ce travail s'articule autour de trois objectifs principaux : **1.** Présenter certaines caractéristiques de la chaîne volcanique du Moyen Atlas, **2.** Identifier les conceptions relatives à l'existence de volcans éteints au Maroc à la fois chez les futurs enseignants des SVT et des apprenants du cycle secondaire collégial, **3.** Proposer quelques moyens susceptibles de faire connaître et partager au grand public ce patrimoine afin de sensibiliser à sa conservation à des fins pédagogiques, scientifiques, écotouristiques dans le cadre du développement durable régional et national, ...

Il faut souligner d'emblée qu'au Maroc, le concept volcan (ou volcanisme) figure dans les programmes des classes : de 2^{ème} année du cycle secondaire collégial, de 2^{ème} du cycle secondaire qualifiant dans l'unité de la tectonique des plaques, voire aussi à l'université.

2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Pour cette recherche, l'étude est limitée à La chaîne volcanique du domaine Moyen Atlas. Ce dernier est subdivisé par les auteurs en deux domaines : le Causse moyen atlasique au nord-ouest (NW) et le Moyen Atlas plissé au sud-est (SE) qui sont séparés par l'accident nord moyen atlasique (ANMA) orienté NE-SW. Il s'agit d'un ensemble d'une centaine de volcans dénombrés et cartographiés s'étirant selon une direction méridienne N170 [25]. Elle s'étend sur près de 120 km ; entre El Hajeb et Itzer (Figure 3). Ces volcans qui constituent un véritable laboratoire volcanologique remarquable à ciel ouvert! ont fait l'objet d'études pétrographiques, géochimiques, radiochronologiques, et didactiques [25], [26] [27], [28], [29], [30], [31], [5], [32], [33], [34], [35], [36] [37], [23], [24].

Il est noté que, les volcans éteints au Maroc sont relativement abondants dans les différents domaines structuraux du Maroc comme signalé ci-dessus, en particulier ceux du Moyen Atlas qui constituent un laboratoire volcanologique naturel à ciel ouvert d'une richesse insoupçonnée et d'une relative proximité en raison des courtes distances à parcourir d'un volcan à l'autre de la chaîne ; ce qui offrent des opportunités pour le développement du géotourisme et un véritable terrain d'apprentissage pour les apprenants de tous niveaux de classe.

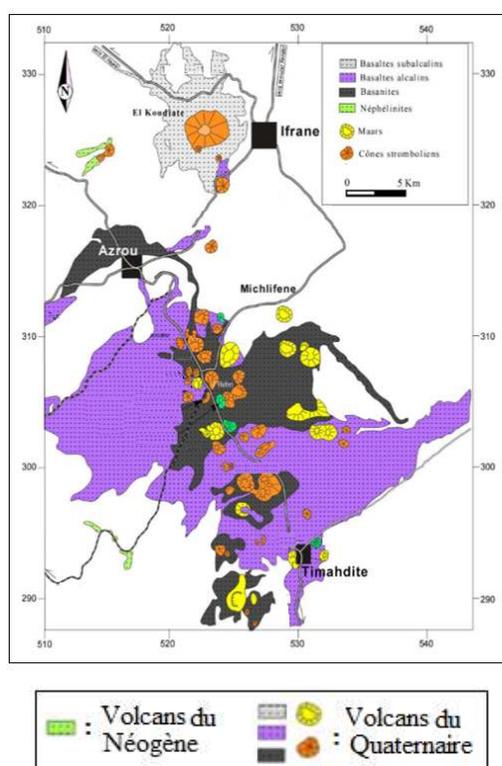


Fig. 3. Carte pétrographique des différentes unités volcaniques du Moyen Atlas [33]

Dans l'ensemble, l'intérêt géologique de cette chaîne volcanique est basé sur la présence de nombreux volcans associés à des produits volcaniques de nature différente et sous des formes et à des échelles variées (Cendres, bombes, lapilli, ponces...) (Annexe I). D'autre part, certains produits volcaniques de types basaltiques sont parsemés d'enclaves de péridotite remontées en surface par le magma lors des éruptions volcaniques. Ainsi, on distingue plusieurs types d'édifices volcaniques (Figure 4) [25].

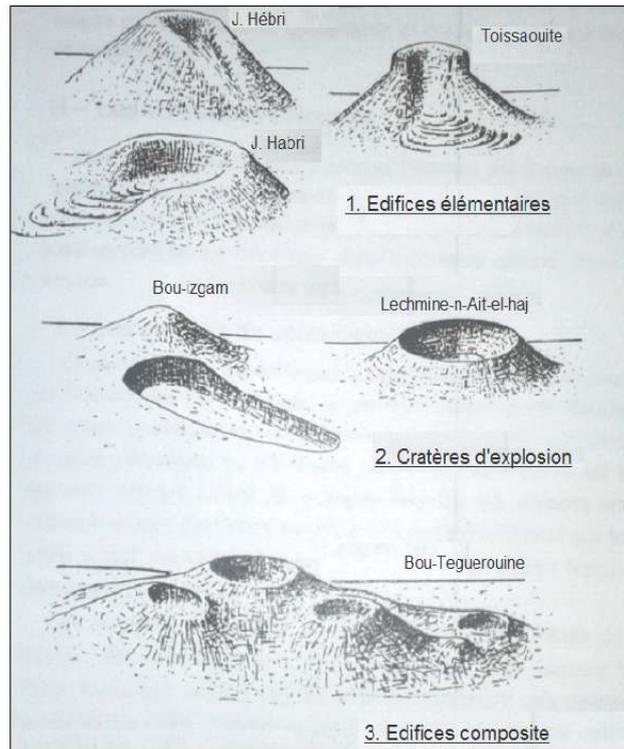


Fig. 4. Schéma des types de volcans du plateau d'Azrou [25]

2.1 EDIFICES ELIMENTAIRES

- Les volcans à cratères, Ils présentent des cratères soit ouverts ou égueulés (Figure 5), soit fermés.



Fig. 5. Vue du volcan Hebri avec cône égueulé sur son flan sud (photo et capture d'écran Google Earth)

- Les volcans à cône simples sans cratère au sommet ou dans l'entourage immédiat (Figure 6).



Fig. 6. Vue panoramique d'un volcan à cône simples sans cratère au Nord du volcan Hebri

- **Edifices composites**, les édifices volcaniques peuvent être regroupés constituant des "édifices composites" dont le Bou-Teguerrouine illustre le meilleur exemple sur le plateau d'Azrou. Il est formé par le regroupement d'environ huit cratères de dimensions variables (Figure 7).



Fig. 7. Vue de l'édifice composite Bou-Teguerrouine (image Google Earth)

2.2 MAARS OU CRATÈRES D'EXPLOSION

Les maars sont caractérisés par l'ampleur de la cavité centrale. Nous citons, à titre d'exemples, la maar de Michlifene et celle de Lechmine Lkettane.

- le maar de Michlifene mesure environ 800 m de diamètre pour une profondeur de 70 m à 130 m (Figure 8), alors que celui de Lechmine Lkettane se présente sous forme d'une grande cavité presque parfaitement circulaire qui fait 1,2 km de diamètre pour 90 m de profondeur. (Figure 9).



Fig. 8. Vue panoramique de Maar Michlifène



Fig. 9. Vue Lechmine Lkettane(photo et capture d'écran Google Earth)

Ces différentes caractéristiques géologiques associées à d'autres, font de la chaîne volcanique du Moyen Atlas une multiplicité des géosites "patrimoine géologique" qui mérite d'être reconnu afin qu'il soit protégé pour répondre aux besoins de tous chacun dans son domaine.

3 MATERIEL ET METHODES

Pour atteindre nos objectifs, plusieurs méthodes ont servi à l'acquisition et à l'exploitation des données. Des sorties géologiques pour prendre en photos certains volcans et produits volcaniques comme présentés ci-dessus et en Annexe I. La collecte des conceptions de la population cible par l'administration d'un questionnaire. Par la suite l'analyse et traitement des données recueillies au moyen du questionnaire avec Microsoft Office Excel. Des discussions avec les futurs enseignants ont été organisées afin de compléter les informations obtenues à partir du questionnaire de l'enquête.

3.1 PRÉSENTATION DE LA POPULATION CIBLE

La population ciblée par notre étude est constituée de 232 apprenants de la deuxième année du cycle secondaire collégial, répartis sur six classes dans six collèges publics situés dans les délégations provinciales de l'éducation de Meknès et de Salé (Maroc) et de 26 futurs enseignants des SVT au CRMEF Meknès. Les Tableaux 1 et 2 regroupent quelques caractéristiques de la population cible.

Tableau 1. Quelques caractéristiques de la population cible (apprenants)

Population cible	Nombre	Age	Niveau d'étude	Etablissements	Villes
apprenants	232	12 à 14 ans	2 ^{ème} année du cycle secondaire collégial	3 collèges	Meknès
				3 collèges	Salé

Tableau 2. Quelques caractéristiques de la population cible (futurs enseignants)

Population cible	Nombre	Age	Niveau d'étude	Options à la Licence	Etablissement	Ville
futurs enseignants	26	22 à 30 ans	Licence et Master	18 biologistes	CRMEF Meknès	Meknès
				8 géologues		

3.2 INSTRUMENT DE RECUEIL DES DONNEES

Pour la collecte des réponses nous avons eu recours au questionnaire individuel distribué à l'ensemble de la population cible en 2014/2015 avant l'enseignement du concept volcan en classe. Compte tenu de l'arabisation des SVT dans l'enseignement secondaire collégial, le questionnaire mis à la disposition de l'ensemble des enquêtés a été rédigé en langue

arabe. Ce questionnaire est composé au total de quatre questions en plus des informations concernant quelques caractéristiques de la population cible, telles que l'âge, le niveau scolaire... (voir tableaux ci-dessus).

les questions sont destinées à émerger les conceptions relatives de la population cible à définir un volcan par écrit et par dessin, à expliquer comment se forme un volcan, à préciser l'origine du magma des volcans et à exprimer leur accord ou désaccord avec la proposition suivante «y'a-t-il des volcans au Maroc ? » en justifiant la réponse.

Notons que dans ce travail, on va s'intéresser tout particulièrement à cette dernière question, puisqu'elle est en accord avec la problématique et objectifs de ce travail.

4 RÉSULTATS

Autour de la question «y'a-t-il des volcans au Maroc ? » justifiez votre réponse. Nous avons fait le décompte des réponses et les avons calculées en pourcentages. Les résultats sont en effet représentés à la fois par un tableau et un camembert ou un graphe.

Tableau 3. *Pourcentage des différents types de réponses sur les conceptions relatives à l'existence de volcans éteints au Maroc chez les apprenants*

Types de réponses	Sans réponse	"oui" non justifiée	Total
Nombre de réponses	186	46	232
Pourcentage %	80	20	100

La plupart des élèves n'ont pas répondu à cette question à environ 80 % contre 22 % qui ont répondu positivement mais sans pouvoir justifier leurs réponses. (Figure 10)

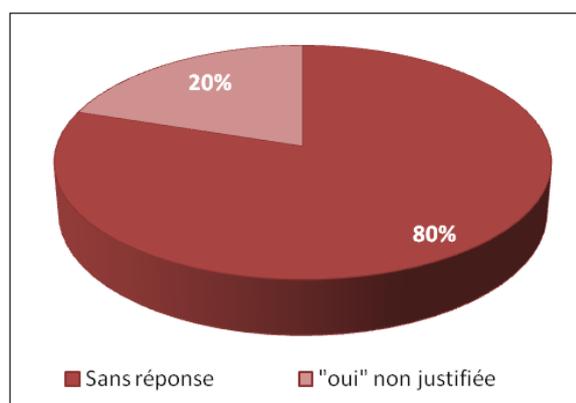


Fig. 10. *Conceptions des apprenants relatives à l'existence de volcans au Maroc*

Du point de vue des enseignants, les résultats collectés sont résumés ci-dessous (Tableau 4) et (Figure 11).

Tableau 4. *Pourcentage des différents types de réponses sur les conceptions relatives à l'existence de volcans éteints au Maroc chez les futurs enseignants d'option biologie et géologie*

Types de réponses	Sans réponse	"oui" non justifiée	"Oui" justifiée	non	Je ne sais pas	Total
Nombre des réponses des futurs enseignants biologistes	6	7	0	5	0	18
Pourcentage %	23	27	0	19	0	69
Nombre des réponses des futurs enseignants géologues	1	3	3	0	1	8
Pourcentage %	4	11	11	0	4	30

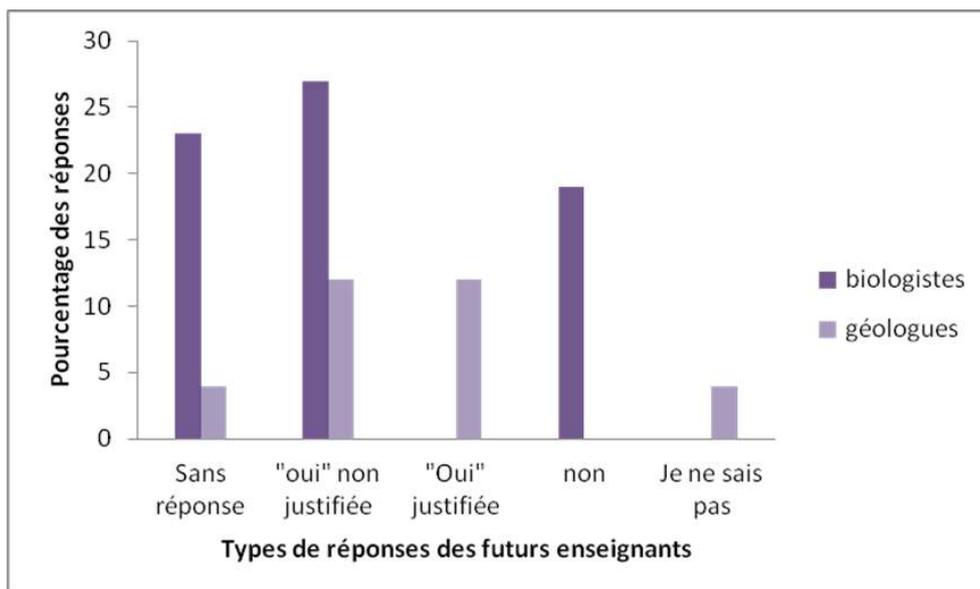


Fig. 11. Conceptions des futurs enseignants des SVT relatives à l'existence de volcans au Maroc

En effet, l'étude sur les conceptions relatives à l'existence de volcans au Maroc auprès de nos enquêtés a montré entre autres que : la majorité des futurs enseignants aussi bien les biologistes que les géologues sont inconscients de l'existence de volcans éteints au Maroc entre autres les volcans du Moyen Atlas vu que :

- 23% biologistes contre 4% géologues n'ont pas donné de réponse, alors que 19% biologistes ont répondu par "non" et 4% géologues ont répondu par "je ne sais pas".
- 27 % des enseignants d'option biologie contre 11% des enseignants d'option géologie ont répondu positivement à la question bien que leur réponse était incomplète puisqu'ils n'ont pas pu la justifier.

Cependant seule 11% géologues ont arrivé à répondre juste et ont été en mesure de justifier leurs réponses en donnant l'exemple d'un volcan de la région de Timahdit au Moyen Atlas.

5 DISCUSSION

Dans le but d'émerger les conceptions des apprenants du cycle secondaire collégial et des futurs enseignants des SVT, on a eu recours au questionnaire individuel. L'analyse et le traitement des données collectées attestent que : la plupart des interrogés sont inconscients de l'existence de volcans éteints au Maroc plus particulièrement, ceux du Moyen Atlas. Ces résultats corrént avec ceux rapportés dans la littérature [22], [23].

Il est à noter que seule 20 % des apprenants de notre enquête étaient capables de répondre positivement mais, sans pouvoir justifier leur réponse. Nous ne pouvons, d'un point de vue didactique interpréter ces réponses que comme une absence du concept « volcans éteints au Maroc » dans le vocabulaire de ces apprenants de 12-14 ans qui n'avaient étudié auparavant les volcans. Plus encore ces réponses peuvent être liées à des facteurs pédagogiques : d'un côté, l'absence de cette chaîne volcanique dans les manuels scolaires en usage au cycle secondaire ; d'un autre côté, les enseignants exerçants à ce cycle se limitent dans la transposition didactique du concept volcan à des exemples autre que marocains contenues dans de tels manuels.

Quant aux connaissances des futurs enseignants sur les volcans marocains, les résultats ont montré qu'un petit nombre (3 futurs enseignants d'option géologie en Licence soit 11%) est arrivé à répondre. Ceci peut trouver son origine dans des facteurs externes notamment, un parcours universitaire antérieur pluridisciplinaire (Géologie, Biologie Animale ou Végétale, Technologie alimentaire, Ecologie...) dans des universités différentes. Plus encore, d'après l'entretien avec nos enquêtés, il apparaît que les volcans marocains ne sont pas suffisamment approfondie dans l'enseignement universitaire marocain de certaines universités (étude en cours) : En effet, les 11% cités ci-dessus ont participé à une sortie géologique en lien avec certains volcans du Moyen Atlas (région de Timahdit). Alors que les 5 autres futurs enseignants d'option géologie soit 19% n'ont jamais entendu parlé de tels volcans. En suite des facteurs plus internes impliquant le manque d'efforts déployés par les enquêtés en recherche et en autoformation.

Notons, par ailleurs, qu'on retrouve les mêmes conceptions relatives à l'existence de volcans éteints au Maroc aussi bien chez les apprenants (du collège à l'université), que chez les futurs enseignants et quelques enseignants exerçant des SVT comme le montre les résultats de cette étude et nos travaux antérieurs [23], [24].

6 CONCLUSION

Cet article, décrit les conceptions personnelles particulières que se font donc les apprenants et les futurs enseignants sur la présence de volcans éteints au Maroc et présente le résultat d'une étude préliminaire faite sur la chaîne volcanique du Moyen Atlas qui constitue un patrimoine géologique riche et varié où se concentre une centaine de structures volcaniques variables "géosites" offrant diverses opportunités :

- pédagogique, scientifique par excellence dont la mesure où ces volcans peuvent constituer un atout permettant aux apprenants de mener en pratique tous les aspects théoriques reçus en classes,
- touristique, écologique, économique,...etc. "

Cependant, ce potentiel patrimonial et insuffisamment connu auprès des apprenants du cycle secondaire et des futurs enseignants des SVT du CRMEF de Meknès. Malheureusement, ce constat est observé aussi bien chez des apprenants à différents niveaux d'enseignement (du collège à l'université) que chez certains enseignants exerçants et par conséquent le niveau scolaire ne se traduit pas par une différence dans les conceptions relatives à l'existence de volcans éteints au Maroc (étude en cours).

Ceci peut trouver son explication par différents facteurs dits externes et internes. Les facteurs externes sont liés à un défaut de communication entre concepteurs de manuels scolaires et universitaires et par conséquent, cette chaîne volcanique ne figurent dans aucun manuel scolaire, bien que les travaux universitaires sur cette chaîne sont nombreux comme signalé ci-dessus, d'autres sont dus, est ce que le contenu proposé pour l'enseignement des volcans du Moyen Atlas au niveau des Universités marocaines reste rare et peu traité. Les facteurs internes sont liés à une transposition didactique au cycle secondaire, du concept volcan concentrée sur le contenu des manuels scolaires, et à un manque d'efforts déployés par les enquêtés en recherche et en autoformation. Pour cela ils restent encore beaucoup d'efforts à faire.

Ce n'est donc pas sans ignorer tout ce qui a été dit précédemment que nous proposons maintenant quelques pistes possibles pour rendre célèbre ces volcans. Dans ce sens, il apparaît nécessaire :

- de connaître les conceptions des apprenants et futurs enseignants. De telle connaissance constitue un outil indispensable aussi bien pour l'enseignant qui pourra mettre en place une pédagogie adaptée aux besoins de ses interrogés que pour les interrogés qui intégreront beaucoup plus facilement et durablement le nouveau savoir.
- d'instaurer une éducation et un enseignement autour du patrimoine géologique volcanique marocain sous ses volets fondamental et pratique.
- d'intégrer la chaîne volcanique du Moyen Atlas dans différents manuels scolaires,
- d'agir au niveau de la formation professionnelle des futurs enseignants et de la formation continue des enseignants exerçants des SVT pour leur offrir l'occasion de connaître les volcans marocains.
- d'articuler entre les résultats de la recherche des universitaires de différentes disciplines (géologues, géographes, écologistes,...), des décideurs soucieux de produire des manuels scolaires de qualité ; les enseignants, les didacticiens, ...etc, le tout appuyée par la participation et le soutien de l'état (les Ministères, conseils élus, provinces...) afin d'établir le niveau des intérêts de ce patrimoine géologique à la fois pédagogiques, scientifiques et touristiques...

Pour terminer ces quelques pistes et pour élargir encore l'éventail des possibilités, il nous semble intéressant de :

- valoriser, de sensibiliser le grand public y compris les habitants des douars près de ces volcans, les apprenants tous cycles confondus, les enseignants, les décideurs de programmes, les responsables locaux et régionaux, collectivités territoriales...à la présence de ces volcans en vue de la conservation de ce patrimoine de toute dégradation et sa participation au développement local et national dans le cadre de la mise en valeur géotouristique de ce patrimoine géologique.
- rendre accessibles ces volcans au plus grand nombre de visiteurs selon leur type (Scientifiques, apprenants tous cycles compris, touristes...) par le biais des aménagements pour la visite, des sentiers, des panneaux indicatifs au niveau des différents voies menant à ces volcans, des cartes, des brochures, des expositions, des dépliants publicitaires, des conférences, un site web contenant des cartographies et des fiches sur ces volcans. Avec le besoin d'évaluer les impacts de la fréquentation sur l'ensemble des géosites en tant qu'écosystèmes fragiles.
- le soutien médiatique par le biais des publications de vulgarisation (presse écrite nationale), des conférences grand public pour que ce patrimoine géologique volcanique puisse franchir la sphère du discours spécialisé.

- lancer et de réaliser un inventaire national du patrimoine géologique marocain sur la base de critères standards définis au préalable, et de l'intégrer dans les manuels scolaires pour tenter de refléter sa diversité et sa richesse; dans le but de renforcer les connaissances sur ce patrimoine pour le valoriser, le gérer, le préserver et l'aménager durablement et l'évaluer au fil du temps.

D'autres recherches sont nécessaires pour comprendre comment les apprenants marocains construisent un savoir sur les volcans et montrer aussi comment les cours de géologie peuvent transformer leurs conceptions encore floues sur les volcans éteints marocains, et surtout montrer que la chaîne volcanique du Moyen Atlas est un patrimoine à intérêts multiples.

REFERENCES

- [1] A. Piqué, A. Soulaïmani, E. Laville, Amrhar, Bouabdelli, Hoepffner, Chalouan, *Géologie du Maroc*, Ed Pumag. Marrakech, Maroc, 284 p, 2007.
- [2] Piqué, *Géologie du Maroc. Les domaines régionaux et leur évolution structurale*, Ed Pumag. Marrakech, Maroc, 284 p, 1994.
- [3] Michard, "Elément de géologie marocaine," *Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc*, 1976.
- [4] Ibhî A Le Volcanisme Plio-Quaternaire de Saghro (Anti-Atlas, Maroc). Editions universitaires européennes EUE, 2011, 192p.
- [5] M. El Azouzi, J. Bernard Griffiths, H. Bellon, C. R. Maury, A. Piqué, S. Fourcade, J. Cotton, and J. Hernandez, "Evolution des sources du volcanisme marocain au cours du Néogène. *C.R.Acad. Sci. Paris* 329, pp. 95-102, 1999.
- [6] UNESCO, 1972 [Online] Convention concernant la protection du patrimoine mondial culturel et naturel : <http://whc.unesco.org/archive/convention-fr.pdf>, (Novembre 16, 1972).
- [7] Jonin, Communication aux 5èmes journées nationales du patrimoine géologique de Caen 15-18 octobre. [En ligne] <https://sgmb.univ-rennes1.fr/patrimoine-geologique/definition> (2013).
- [8] P. Billet, "La protection du patrimoine géologique", *Guide juridique, Cahiers techniques de l'ATEN*, 76, 148 p, 2002.
- [9] De Wever, Un inventaire du patrimoine géologique pour la France, *La Lettre de l'OCIM*. [En ligne], 121 : <http://ocim.revues.org/267> (2009).
- [10] BRGM, Inventaire du patrimoine géologique du Languedoc-Roussillon.[En ligne], <http://www.brgm.fr/projet/inventaire-patrimoine-geologique-languedoc-roussillon> (2013)
- [11] Gray, *Geodiversity : Valuing and Conserving Abiotic Nature*, 2nd Edition. Wiley-Blackwell, Chichester, 508 p, 2013.
- [12] M. Panizza, "Geomorphosites: concepts, methods and example of geomorphological survey," *Chinese Science Bulletin*, 46, Suppl. Bd, pp. 4-6, 2001.
- [13] Reynard, Coratza, and Regolini-Bissig, *Geomorphosites*, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, 240 p, 2009.
- [14] E. Reynard and M. Panizza, "Géomorphosites : définition, évaluation et cartographie. Une introduction," *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 3, pp. 177-180, 2005.
- [15] C. Giusti, "Les géosites d'intérêt géomorphologique ou géomorphosites dans l'inventaire du géopatrimoine," *Actes du colloque « Géopatrimoine, un lustre d'inventaire en France »*. 10-12 octobre 2012, Digne-les-Bains, *Mém. H.S. Soc. Géol. Fr.*, 13, pp. 22-29, 2013.
- [16] M. Panizza, "Geomorphosites : concepts, methods and example of geomorphological survey," *Chinese Science Bulletin*, 46, Suppl. Bd, pp. 4-6, 2001.
- [17] P. Pereira, D.I. Pereira, Alves M.I and J.B. Caetano Brilha, "Geology, landscape and geomorphology: finding the place of geomorphological heritage," *IV International Symposium Pro geo on the Conservation of the Geological Heritage*, Abstracts. Vol, Braga, University of Minho, Earth Science Centre, p. 10, 2005.
- [18] E. Reynard, "Scientific research and tourist promotion of geomorphological heritage," *Geografia Fisica Dinamica Quaternaria*, 31, pp. 225-230, 2008.
- [19] D. Sellier, "La vulgarisation du patrimoine géomorphologique : objets, moyens et perspectives," *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 86, 1, pp. 67-81, 2009.
- [20] C. Portal, "Reliefs et patrimoine géomorphologique. Applications aux parcs naturels de la façade atlantique européenne", Thèse de doctorat, université de Nantes, 436 p, 2010.
- [21] André, M.F., Ambert, M., Delannoy, J. J, Hobléa, F. and Reynard, E., *Géomorphologie et patrimoine*, dans D. Mercier (dir.) *Géomorphologie de la France*, Dunod, Paris, pp. 201-214, 2013.
- [22] Bétard, *Protection et valorisation du patrimoine géomorphologique en Île-de-France (Bassin de Paris, France, 2015. Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Vol 15, n° 1. [Online] <http://vertigo.revues.org/16115> (juin 7 2016).
- [23] A. Eddif, S. Selmaoui, T. Abboudi, B. Agorram and S. Khzami "Conceptions d'élèves marocains de la deuxième année secondaire collégiale relatives aux volcans", *International Journal of Innovation and Scientific Research*, Vol. 20 n°2, pp. 413-427, 2016.

- [24] A. Eddif, S. Selmaoui, H. Ouazzani, "Les volcans : quelles conceptions des futurs enseignants marocains des Sciences de la Vie et de la Terre?," *Revue le pédagogie*, Vol. 1, n° 3/4 pp. 63-77, 2016.
- [25] J. Martin, "Le Moyen Atlas central. Etude géomorphologique," *Notes et Mém. Ser. Géol. Maroc* n° 258, et 258 bis, 445p, 1981.
- [26] A. Moukadiri, *Les enclaves ultrabasiques associés aux basaltes alcalins dans le district volcanique d'Azrou Timahdit (Moyen Atlas Maroc)*, Thèse de 3e cycle. Université de Clermont-Ferrand II, 150.p, 1983.
- [27] C. Harmand and J.M. Cantagrel, "Le volcanisme alcalin tertiaire et quaternaire du Moyen atlas (Maroc): chronologie K/Ar et cadre géodynamique", *J. Afric. EarthSci*, vol 2, pp. 51-55, 1984.
- [28] C. Harmand and A. Moukadiri, "Synchronisme entre tectonique compressive et volcanisme alcalin: exemple de la province quaternaire du Moyen Atlas (Maroc)," *B.S.G.F.*, 8, t.II, pp. 595-603, 1986.
- [29] H. N. Rachidi, "Etude du volcanisme plio-quaternaire du Maroc Central : pétrologie, géochimie et minéralogie. Comparaison avec des laves types du Moyen Atlas et du Rekkam (Maroc)," *Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc*, n° 381, 157 p, 1995.
- [30] J.M. Morel and H. Bellon, "Le Volcanisme quaternaire du plateau d'Azrou, Maroc. Contribution à la datation isotopique des magmas associés," *13^{ème} Colloque des bassins sédimentaires marocanis*, Univ. Cadi Ayyad, Marrakech, 19-22 Mars, p 113. 1996.
- [31] D. El Azzab and M. Wartiti, "Mise en place de la chaîne volcanique du moyen Atlas (Maroc) : Traitement des données aeromagnetiques," *Pangea*, n°29/30, pp.45-51, 1998.
- [32] Y. Missenard, *Le relief des Atlas Marocains: contribution des processus asthénosphériques et du raccourcissement crustal, aspects chronologiques*. Thèse d'Etat, Université, Cergy- Pontoise, 2006.
- [33] M. EL Azzouzi, R. C. Maury, H. Bellon, N. Youbi, J Cotton and F. Khrbouch "Petrology and K-Ar chronology of the Neogene-Quaternary Middle Atlasbasaltic province, Morocco," *Bull. Soc. géol. Fr*, t. 181, no 3, pp. 243-257, 2010.
- [34] A. Charrière, D. Ouarhache and H. El-Arabi, "Moyen Atlas. nouveaux guides géologiques et miniers du Maroc," *Notes et Mém*, Maroc n°559, Vol 4, 2011.
- [35] El Amrani, Furstoss, Rodot, *Comprendre le volcanisme à travers l'exemple du Moyen-Atlas*. Livret de sortie, AEFÉ – SVT, Zone Maroc SVT 022, 2014.
- [36] M. El Wartiti, A. Malaki, N. El Mahmoudi, R. Azelmad, R. Sadki, and S. Berred, "Les géomorphosites du causse moyen atlasique marocain : un circuit géotouristique à développer," *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 18 no. 3, pp. 773-783, 2016.
- [37] D. Sadkaoui, *Etude géomorpho-structurale de la région d'Ifrane-Guigou (Moyen Atlas, Maroc)*. Thèse, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, FST, Fès, 207 p, 2016.

ANNEXE I : DIFFÉRENTS TYPES DE BOMBES DE LA CHAÎNE VOLCANIQUE DU MOYEN ATLAS

<p>Bombe ronde</p>	
	<p>Bombe en bouse de vache</p>
<p>Bombe fusiforme</p>	
	<p>Bombe en chou-fleur</p>