

Profil topographique du site d'Iligh (Agadir, Maroc) et son exploitation scientifique et pédagogique dans la formation des professeurs stagiaires des SVT du CRMEF Souss-Massa

Mohamed Benbrahim

Aziz El Badri

Fouad Khiri

Equipe de Géologie et Didactique de Géologie (EGDG),
Centre Régional des Métiers de l'Education et de la Formation, (CRMEF),
Souss-Massa, Inzegane, Maroc

[Doi:10.19044/esj.2026.v22n20p149](https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n20p149)

Submitted: 11 May 2026

Accepted: 19 June 2026

Published: 31 July 2026

Copyright 2026 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Benbrahim, M., El Badri, A., & Khiri, F. (2026). *Profil topographique du site d'Iligh (Agadir, Maroc) et son exploitation scientifique et pédagogique dans la formation des professeurs stagiaires des SVT du CRMEF Souss-Massa*. European Scientific Journal, ESJ, 22 (20), 149. <https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n20p149>

Résumé

Cette étude porte sur la valorisation scientifique et pédagogique du site d'Iligh dans la formation des professeurs stagiaires au CRMEF Souss-Massa. Elle vise à exploiter ce site comme support pour la réalisation d'un profil topographique selon deux méthodes : la méthode classique et la méthode numérique et d'utiliser une approche pédagogique adaptée à la formation des enseignants en stage en termes de planification, de gestion d'une sortie géologique et d'évaluer le degré de sa pertinence. La méthodologie repose sur une sortie de terrain au cours de laquelle les professeurs stagiaires ont collecté des coordonnées géographiques à l'aide de Map Coordinates et de Google Earth, puis les ont traitées par la méthode numérique pour produire un profil topographique numérique. Ce dernier a été comparé au profil qu'ils ont réalisé par méthode classique. Les résultats montrent que la méthode numérique est plus précise et détaillée, tandis que la méthode classique reste importante pour l'apprentissage des bases cartographiques. L'évaluation révèle une amélioration des compétences des stagiaires qui expriment aussi un niveau élevé de satisfaction. L'étude conclut que l'approche pédagogique associant

des sorties de terrain et des TIC améliore efficacement la formation des futurs enseignants en sciences de la Terre.

Mots-clés : Formation des enseignants, illigh, profil topographique, sortie géologique, TIC

Topographic Profile of the Illigh Site (Agadir, Morocco) and Its Scientific and Pedagogical Use in the Training of Trainee Teachers LES, at CRMEF Souss-Massa

Mohamed Benbrahim

Aziz El Badri

Fouad Khiri

Geology and Geology Didactics Team (GGDT), Regional Center for Education and Training (CRMEF Souss-Massa), Inzegane, Morocco

Abstract

This study focuses on the scientific and educational valorization of the Illigh site in the training of trainee teachers at CRMEF Souss-Massa. It aims to use this site as a field support for the construction of a topographic profile using two approaches: the traditional method and the digital method, as well as to implement an appropriate pedagogical approach for teacher training in terms of planning, management of a geological field trip, and evaluation of its relevance. The methodology is based on a field excursion during which trainee teachers collected geographic coordinates using Map Coordinates and Google Earth, and then processed these data to produce a digital topographic profile. This profile was compared with the one they obtained using the traditional method. The results show that the digital method is more precise and detailed, whereas the traditional method remains essential for learning basic cartographic principles. The evaluation reveals an improvement in trainees' skills and a high level of satisfaction. The study concludes that the pedagogical approach combining field trips with ICT significantly enhances the training of future Earth science teachers.

Keywords: Teacher training, illigh, topographic profile, geological field trips, ICT

1. Introduction

Ce travail s'inscrit dans le domaine de la géologie, plus précisément dans le cadre des sorties géologiques, qui représentent un moment

pédagogique privilégié pour l'enseignement des sciences de la Terre. Elles permettent de relier les apprentissages théoriques aux observations de terrain et de développer une pédagogie active centrée sur l'élève. Elles favorisent l'observation directe des phénomènes géologiques, la compréhension du fonctionnement de la Terre et l'interprétation des paysages et des structures géologiques à différentes échelles spatiales et temporelles. Elles contribuent également à développer des compétences scientifiques telles que l'observation, la démarche d'investigation, l'analyse de documents et la formulation d'hypothèses. En mettant les élèves en contact avec les risques naturels et les problématiques environnementales, les sorties géologiques renforcent aussi l'éducation à la citoyenneté, à la protection de l'environnement et à la prévention des risques, conformément aux finalités des programmes marocains de SVT.

Sur le terrain, les élèves peuvent observer directement des structures géologiques, interpréter des formations rocheuses et appliquer les connaissances acquises en classe à des exemples réels.

Cependant, l'étude réalisée par Eddif en 2025 a révélé que les enseignants n'organisent souvent pas de sorties géologiques en raison de difficultés liées à l'administration, au manque de moyens logistiques ainsi que l'absence de supports pédagogiques adaptés pour les enseignants et les élèves.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet, intitulé « Réalisation d'un profil topographique en utilisant la méthode classique et la méthode de technologie de l'information et de la communication (TIC) ». Le projet se concentre sur la région d'Iligh, un site géologiquement intéressant et facilement accessible, qui offre un bon exemple pour des études de terrain et peut servir de support concret à l'apprentissage des concepts liés à la réalisation d'un profil topographique.

Ce choix s'appuie également sur les travaux de recherche doctorale de l'un des formateurs du CRMEF SM, El Badri Aziz, consacrés à la biostratigraphie, la sédimentologie et la paléogéographie du Pliocène dans la région d'Agadir, incluant le site d'Iligh parmi les localités de référence (El Badri et al, 2025). De plus, le second formateur, Fouad Khiri, a participé à la publication scientifique issue de cette thèse (El Badri et al, 2025), tandis que le troisième, Mohamed Benbrahim, en a assuré l'examen universitaire. Cette complémentarité scientifique renforce la maîtrise du terrain par l'équipe encadrante, garantissant une exploitation pédagogique solide et scientifiquement fondée.

2. Problématique et Objectifs

Malgré l'importance de la réalisation du profil topographique dans les programmes de Sciences de la Vie et de la Terre de la 1^{ère} année collégiale et de la 1^{ère} année du baccalauréat marocain (Ministère de l'Éducation nationale,

2019), cette activité demeure une source de difficultés récurrentes chez les enseignants stagiaires dont la plupart sont des licenciés en biologie, ainsi que chez les élèves. Ces difficultés entravent l'efficacité de l'enseignement-apprentissage et limitent la maîtrise d'une compétence essentielle en SVT.

Alors, quelles démarches pédagogiques pourraient être mises en place pour améliorer l'enseignement et l'apprentissage de la réalisation du profil topographique ?

Cette recherche vise un objectif spécifique, amener les professeurs stagiaires à réaliser un profil topographique en mobilisant deux approches complémentaires (classique et numérique), puis analyser leur apport pédagogique dans la formation des enseignants stagiaires en termes de planification, de gestion d'une sortie géologique et d'évaluation du degré de sa pertinence.

3. Synthèse des travaux antérieurs

3.1. Le cadre scientifique de la zone d'étude

La zone d'étude est située dans le Haut Atlas marocain. Elle constitue un segment majeur de la chaîne alpine nord-africaine et joue un rôle fondamental dans la structuration géodynamique et climatique du Maroc. Cette chaîne montagneuse sépare nettement les principales unités morpho-structurales du pays, en formant une barrière orographique entre la Meseta marocaine et le domaine présaharien.

Sur le plan géologique, le Haut Atlas correspond à un édifice complexe constitué d'un socle paléozoïque plissé et métamorphisé lors de l'orogénèse hercynienne, recouvert par une épaisse couverture mésozoïque essentiellement sédimentaire. L'ensemble a été structuré sous l'effet des contraintes compressives liées à l'orogénèse alpine, responsables du développement de plis, de failles inverses et de chevauchements. Ces structures témoignent de l'évolution tectonique de la chaîne, marquée par une phase de rifting au Trias–Jurassique, suivie d'une inversion tectonique à partir du Crétacé supérieur (Michard, 1976).

D'un point de vue géologique, le Haut Atlas Occidental constitue un véritable registre de l'histoire géologique régionale. Les formations sédimentaires, s'échelonnant du Trias au Quaternaire, témoignent de plusieurs millions d'années de sédimentation, de déformation tectonique, de magmatisme et d'érosion. Les formations triasiques, constituées de conglomérats, de grès rouges et de basaltes, traduisent un contexte de sédimentation continentale associé à une activité volcanique importante. Les séries jurassiques et crétacées, riches en fossiles tels que les ammonites et les brachiopodes, reflètent des environnements marins et lagunaires. Enfin, les dépôts du Cénozoïque, composés principalement d'alluvions et de matériaux détritiques, témoignent de l'érosion récente des reliefs atlasiques (Ambroggi,

1963). L'accès au secteur d'étude d'Illigh se fait le long de la route menant vers les douars Aït Abbou et Tildi (figure 1).

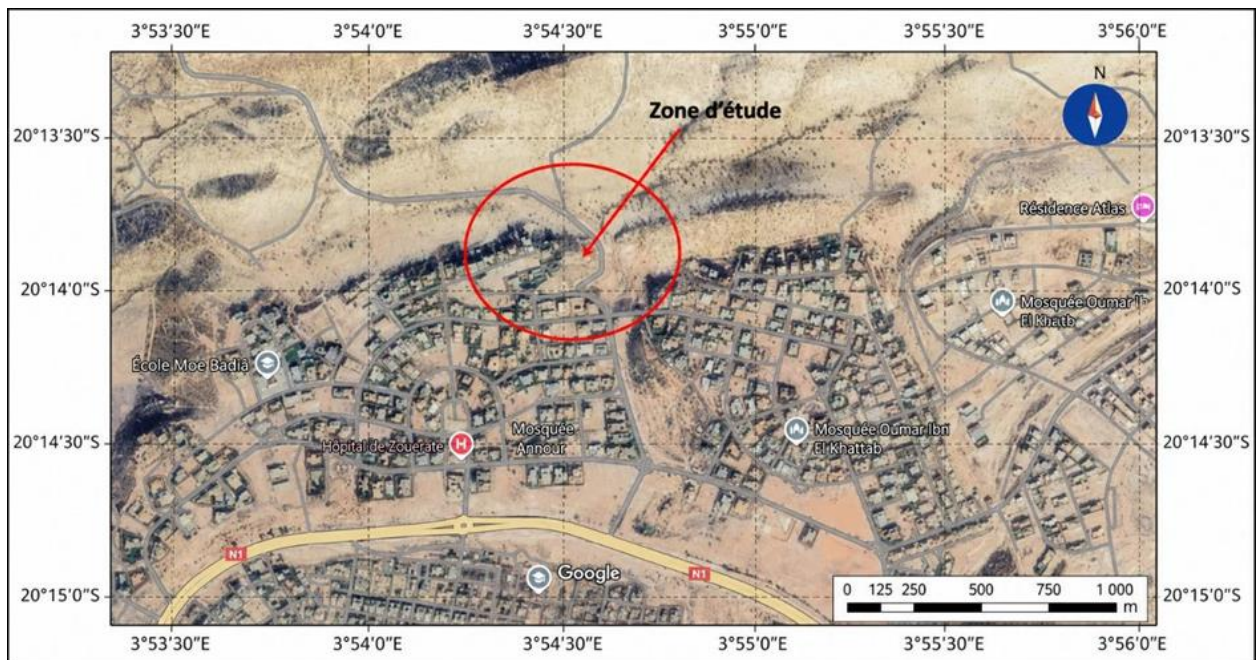


Figure 1: Localisation du site d'Illigh (Google Maps)

Cette zone offre un support privilégié pour l'illustration sur le terrain de nombreux concepts fondamentaux enseignés en sciences de la Terre, tels que la carte topographique, le profil topographique.

3.2. Le cadre pédagogique et didactique du profil topographique

Les recherches consacrées au profil topographique montrent qu'il s'agit d'un support didactique essentiel dans l'enseignement des sciences de la Terre. Il permet de traduire une carte topographique en représentation de coupe, facilitant ainsi le passage d'une perception bidimensionnelle à une compréhension plus globale et tridimensionnelle du relief. De nombreux auteurs mettent en avant son rôle central dans le développement des compétences de lecture de cartes, d'analyse de l'espace et d'interprétation des formes du paysage (Brunet et al., 1993).

Sur le plan pédagogique, les études indiquent que la réalisation d'un profil topographique fait appel à un ensemble de compétences complexes, notamment l'exploitation des courbes de niveau, la détermination des altitudes, la maîtrise des échelles et la précision du tracé graphique, ainsi que l'interprétation des structures du relief. Cette complexité explique les obstacles rencontrés par les élèves, tels que les erreurs dans le report des hauteurs, la difficulté à gérer simultanément les deux échelles ou encore la

confusion entre la carte et sa représentation en coupe (De Vecchi & Giordan, 2002 ; Astolfi, 2008). Par ailleurs, les travaux en didactique montrent que l'enseignement de cette activité est souvent réduit à une succession de procédures techniques, où l'élève applique des étapes sans toujours en saisir le sens géographique ou géologique. Cette approche limite la compréhension profonde du concept et freine la capacité de transférer les acquis à d'autres situations d'apprentissage (Meirieu, 1996 ; Perrenoud, 2004).

Alors, plusieurs études récentes soulignent l'intérêt important des outils numériques dans l'enseignement de la cartographie et de la topographie. Les systèmes d'information géographique (SIG), les modèles numériques de terrain, les applications de géovisualisation et les environnements interactifs en trois dimensions (3D) offrent aux apprenants des possibilités accrues d'exploration et de représentation du relief. Ces technologies facilitent la visualisation du relief, améliorent la correction des erreurs et contribuent à rendre l'apprentissage plus motivant et plus efficace (Audigier, 2012) ; améliorent la compréhension des relations entre les formes topographiques et réduisent les erreurs fréquemment observées lors de la construction des profils topographiques (Favier & Van der Schee, 2014 ; Carbonell-Carrera & Saorín, 2018). Plus récemment, les travaux de Kerski et al. (2021) ainsi que ceux de Kim et Bednarz (2023) ont montré que l'intégration des outils géospatiaux numériques contribue significativement à l'acquisition des compétences cartographiques et à l'amélioration du raisonnement spatial chez les apprenants. Dans le même sens, Hedley et al. (2022) soulignent que les environnements de visualisation 3D facilitent la compréhension des structures géomorphologiques complexes et renforcent l'engagement des apprenants dans les activités d'apprentissage.

Ainsi, l'ensemble de ces recherches montre que la réalisation et l'interprétation d'un profil topographique constituent à la fois une compétence fondamentale en géosciences et une activité complexe mobilisant des savoirs conceptuels, procéduraux et spatiaux. Son apprentissage nécessite donc la mise en œuvre de démarches pédagogiques actives, progressives et contextualisées, associées à des outils numériques adaptés, afin d'aider les apprenants à surmonter les difficultés techniques et à construire une compréhension approfondie du relief et de l'organisation de l'espace géographique.

4. Méthodologie

Cette étude s'inscrit dans une approche expérimentale combinant la recherche scientifique, la formation professionnelle et innovation pédagogique. Elle a débuté par l'adaptation et la validation des données scientifiques issues de la thèse d'El Badri Aziz par des sorties géologiques, portant sur la stratigraphie et la paléogéographie du site d'Illigh. Ces données

ont ensuite été exploitées et contextualisées sur le terrain par l'équipe des formateurs, afin d'en garantir la pertinence pour un usage pédagogique et didactique.

L'étude a commencé par la proposition de la thématique de ce projet aux binômes formés de professeurs stagiaires de la promotion secondaire qualifiante 2024–2025, du Centre Régional des Métiers de l'Education et de la Formation Souss-Massa (CRMEF, SM) ; elle est intitulée : « Le profil topographique du site d'Illigh (Agadir, Maroc) et son exploitation pédagogique dans la formation des professeurs stagiaires ».

La phase suivante a été consacrée à l'organisation de réunions destinées à structurer le déroulement du projet. Ces réunions ont permis de préciser les activités, d'assurer une répartition claire des tâches et d'établir la planification des différentes étapes du projet entre septembre et juin, pour l'année de formation 2024-2025.

Ensuite, des sorties pédagogiques sur le site d'Illigh ont été programmées afin de recueillir les données de terrain nécessaires à l'élaboration d'un profil topographique. Les différentes campagnes de terrain ainsi que les activités scientifiques et pédagogiques associées sont présentées dans le tableau 1 :

Tableau 1 : Créneaux des sorties pédagogiques réalisées au site d'Illigh au cours du projet de recherche

Dates des sorties	Projet profil topographique	
	Activités	Outils
23/01/2025 (Exploration du terrain)	- Explorer et étudier le site d'Illigh. - Localiser et délimiter la zone d'étude et fixer les arrêts.	Carte topographique d'Agadir, boussole, bloc-notes, applications liées à la géologie sur smartphone (Global Mapper , mobile Map Coordinates ...), camera.
05/04/2025 (Prendre les mesures nécessaires)	- Effectuer les mesures nécessaires à la réalisation d'un profil topographique.	Smartphones, Coordonnées GPS, Connexion, Carte topographique, Bloc-Notes.
16/05/2025 (Simulation à une sortie pédagogique)	- Simuler une sortie pédagogique (réalisation d'un profil topographique) au profit des professeurs stagiaires.	

La phase de mise en œuvre, de partage et d'évaluation s'inscrit dans un dispositif didactique de type recherche d'action ; (Kurt Lewin, 1946), au cours duquel les groupes de professeurs-stagiaires interviennent en situations authentiques d'enseignement-apprentissage. Ces situations font l'objet d'une analyse réflexive et évaluative, conduite sous la supervision scientifique et pédagogique des formateurs, afin d'apprécier la pertinence des choix didactiques et l'impact des pratiques mises en œuvre.

Chaque groupe a pris en charge l'encadrement des activités spécifique sur le terrain destinée aux autres groupes, sous la supervision directe des formateurs. Cette dynamique de formation par les pairs a favorisé la collaboration, l'autonomie et la réflexion critique sur les pratiques et révèle d'une approche socio-constructiviste favorisant l'apprentissage collaboratif et la co-construction des compétences professionnelles.

De retour en classe, une phase de mise en commun et de mutualisation des résultats a été engagée, permettant une analyse collective des productions des apprenants, l'identification des obstacles didactiques rencontrés et l'élaboration concertée de stratégies de remédiation adaptées aux difficultés observées. L'évaluation s'est déroulée en deux volets :

- Évaluation par pairs, menée entre stagiaires, pour analyser les pratiques professionnelles en situation réelle et identifier les axes d'amélioration (tableau 2).

Tableau 2 : Grille d'auto évaluation des activités liées au profil topographique chez les professeurs stagiaires

Projet profil topographique				
Critères		Non acquis (0%-25%)	Moyennement acquis (25%-50%)	Acquis (50%-100%)
1	Déterminer le contexte géologique			
2	Collecter des données sur le terrain			
3	Réaliser le profil topographique de la région d'Iligh par la méthode classique et numérique (TIC).			
4	Lire et interpréter une carte topographique et un profil topographique			

- Évaluation de la satisfaction, à l'aide d'un questionnaire portant sur la pertinence du site d'Iligh et de l'approche pédagogique adoptée comme support pédagogique des sorties que les futurs professeurs assureraient au profit de leurs élèves, surtout pour les professeurs qui seront affectés dans les directions d'Agadir et d'Inzegane Ait Meloul (tableau 3).

Tableau 3 : Grille de satisfaction des professeurs stagiaires envers le déroulement de la sortie géologique dans le site illigh

Spécialité de la licence :		Année d'obtention :	
Dernier diplôme :	Année d'obtention :		
Avez-vous rencontré des problèmes logistiques sur le terrain ?		Oui	Non
Avez-vous rencontré des problèmes d'accès et de sécurité sur le terrain ?		Oui	Non
La capacité	Le niveau de cette capacité		
	À consolider	Satisfaisant	Très satisfaisant
Collecter les données sur le terrain			
Réaliser un profil topographique en utilisant la méthode classique			
Maitriser le logiciel « Global Mapper »			
Réaliser un profil topographique en utilisant le logiciel « Global Mapper »			

Afin de réaliser l'objectif de cette recherche, nous adoptons une méthodologie structurée reposant sur plusieurs étapes successives.

a) Réalisation du profil topographique par la méthode numérique

Dans le cadre de la formation des professeurs stagiaires, une sortie pédagogique de terrain a été organisée sous la supervision des formateurs. Cette activité avait pour objectif de familiariser les stagiaires avec les techniques de collecte de données géographiques nécessaires à l'élaboration d'un profil topographique, tout en développant leurs compétences pratiques en cartographie et en analyse du relief. Au cours de la sortie, les professeurs stagiaires ont procédé au relevé des coordonnées de 56 points le long du tracé étudié dans la région illigh. Les coordonnées géographiques (latitude et longitude) ont été obtenues à l'aide de l'application mobile Map Coordinates, outil simple et accessible permettant une initiation à l'utilisation des technologies numériques en géographie. Les altitudes correspondantes ont été importées à partir du logiciel Google Earth, afin d'assurer une lecture cohérente du relief.

Les données collectées ont été ensuite exploitées en salle à l'aide du logiciel Global Mapper. Ce traitement a permis d'intégrer les points dans la zone d'étude, localisée sur la carte topographique géoréférencée d'Agadir, et de tracer le profil topographique demandé. Cette démarche pédagogique s'inscrit dans une logique de construction des savoirs par contextualisation (situated learning), permettant aux stagiaires de relier les observations de

terrains aux outils numériques, et de développer des compétences intégrées (savoirs, savoir-faire et savoir(être)). (Figure 2).

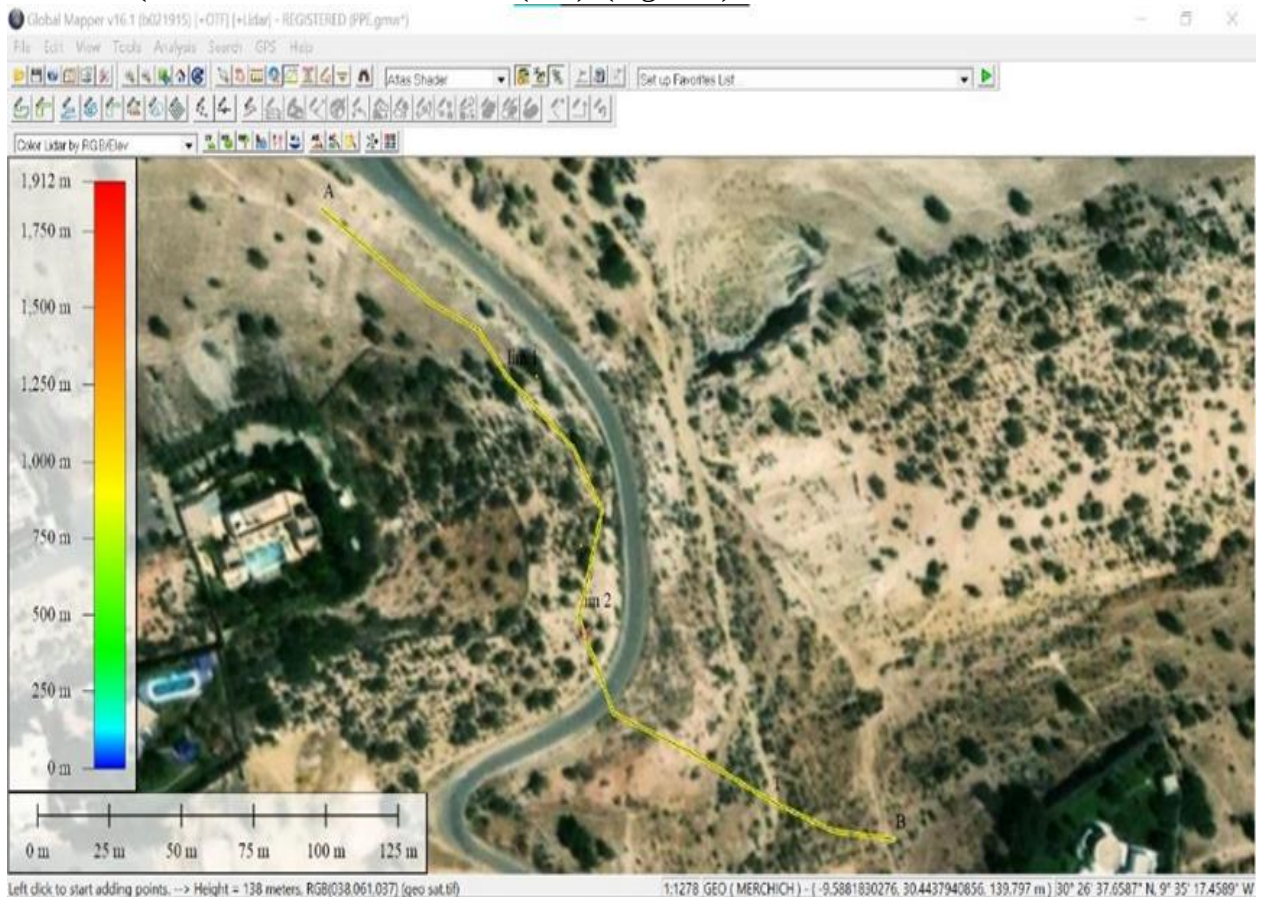


Figure 2 : Captures d'écrans lors de la manipulation du logiciel Global Mapper

b) La réalisation du profil par la méthode classique

L'établissement d'un profil topographique en utilisant la méthode classique nécessite une carte topographique bien claire avec des courbes de niveau bien apparentes. C'est le premier problème trouvé lors de la réalisation du profil. La solution adoptée dans ce cas a consisté à réaliser notre propre carte, en veillant à représenter clairement les courbes de niveau avec une équidistance adaptée. Pour cela, nous avons utilisé le logiciel Global Mapper afin de réaliser une coupe d'une carte topographique de la région d'Agadir. Nous avons ensuite régénéré les courbes de niveau avec une équidistance de 1 mètre entre les courbes normales et de 5 mètres entre les courbes maîtresses ; ensuite les courbes se sont projetées sur l'image satellite (B).

A partir de cette carte, les professeurs stagiaires ont réalisé le profil topographique d'Illigh par la méthode classique, en précisant la coupe NE-SW, et en suivant l'intersection de la coupe avec les courbes de niveau.

5. Résultats

5.1 Apport scientifique du site d'Illigh : Réalisation du profil topographique

Le résultat obtenu correspond à la carte présentée dans la figure 3. Cette dernière représente la zone d'étude d'Illigh à partir de deux supports complémentaires : une image satellite extraite de Google Maps et une carte topographique générée à l'aide du logiciel Global Mapper. La carte topographique met en évidence le trajet NE–SW choisi pour les prélèvements des coordonnées GPS et pour l'analyse de la variation du relief le long du trajet NE–SW.

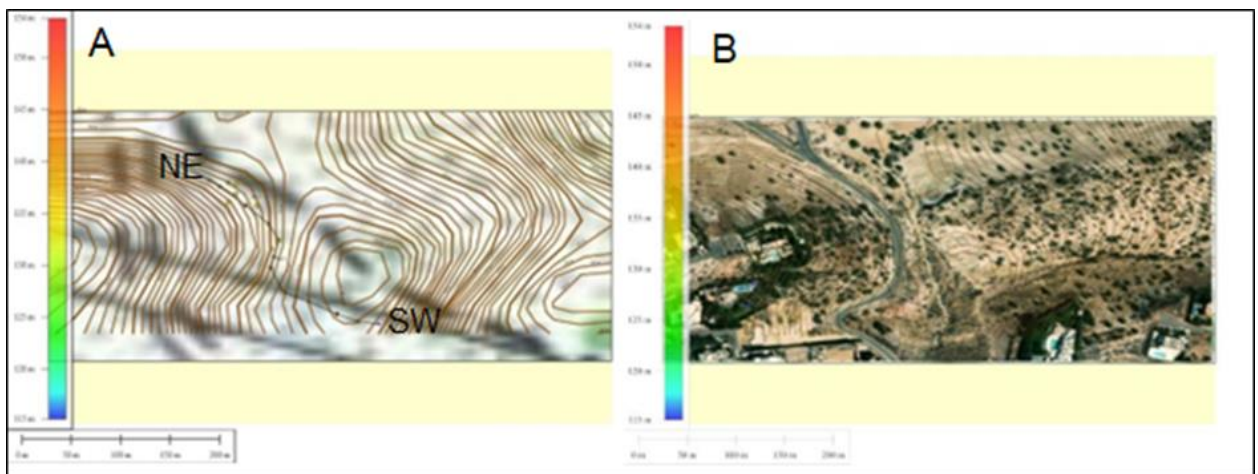


Figure 3 : B- image satellite de la zone d'étude d'Illigh (Google-Maps) ; **A-** Carte topographique d'Illigh obtenue par le logiciel Global Mapper, montrant le trajet NE-SW des prélèvements des coordonnées GPS

À partir des données collectées sur le terrain et du tracé défini, un profil topographique a été réalisé à l'aide du logiciel Global Mapper (figure 4). Cette manipulation a permis d'extraire les variations d'altitude le long du trajet parcouru et de représenter graphiquement la morphologie du relief. L'échelle adoptée pour l'interprétation du profil est de 1 cm sur la carte correspondant à 25 m sur le terrain. Les différentes étapes de traitement des données et de génération du profil topographique sont illustrées par les captures d'écran du logiciel Global Mapper (figure 4).

Le profil topographique final obtenu à partir des données numériques est présenté dans la figure 5. Celui-ci montre l'évolution de l'altitude le long du transect NE–SW et permet d'identifier les principales caractéristiques morphologiques de la zone étudiée.

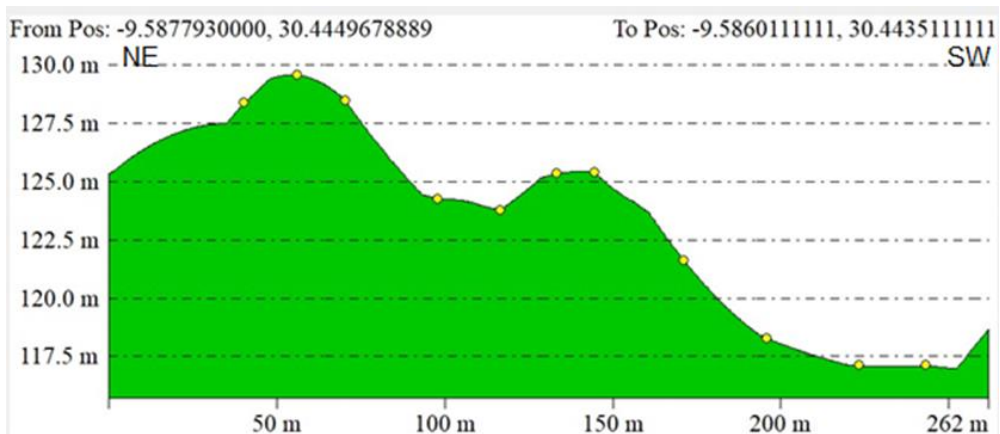


Figure 4 : Captures d'écrans lors de la manipulation du logiciel Global Mapper

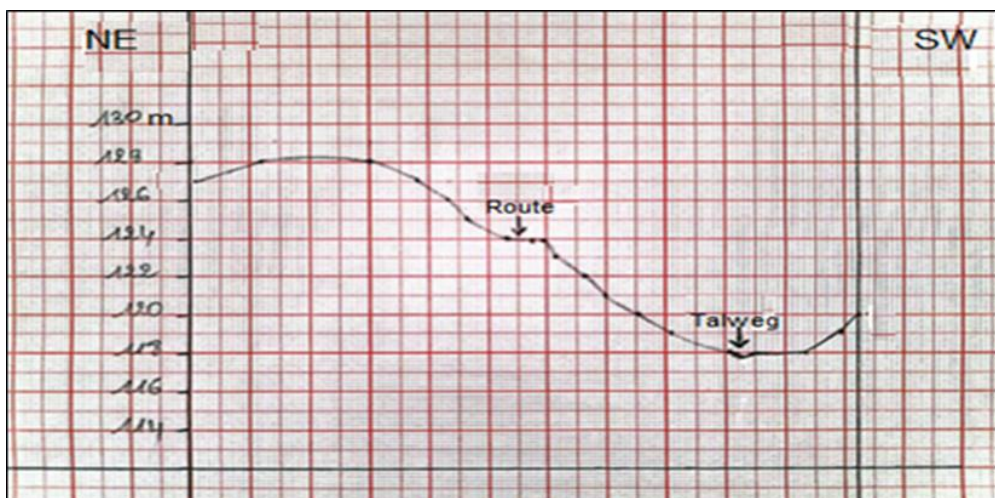


Figure 5 : Profil topographique réalisé par la méthode classique

c) Comparaison entre profil topographique classique et celui résultant des TIC »

Après la réalisation des profils selon les deux méthodes, une ressemblance d'environ 50 % a été observée entre le profil obtenu par la méthode classique et celui réalisé à l'aide des TIC avec le logiciel Global Mapper. Cette similitude apparaît surtout dans certaines portions où les deux profils coïncident, alors que d'autres zones présentent des différences importantes. Cette différence s'explique principalement par le niveau de précision des deux approches. La méthode numérique est plus précise, car elle prend en compte de manière détaillée les points et les variations du relief le long du tracé, ce qui permet d'obtenir un profil plus fidèle à la réalité du terrain. En revanche, la méthode classique reste limitée aux points d'intersection entre le tracé et les courbes de niveau de la carte étudiée, ce qui

réduit le niveau de détail du profil obtenu. Ainsi, les écarts observés entre les deux profils résultent essentiellement de la précision supérieure offerte par les outils numériques car l'équidistance faible entre courbes de niveau.

5.2 Apport pédagogique du site d'Illigh : Exploitation du site dans la formation au CRMEF-SM

5.2.1 Proposition de fiches de planification didactiques et pédagogiques pour les niveaux scolaires : 1 AC et 1BScEx

Les professeurs stagiaires ont élaboré une planification des activités de la sortie géologique au site d'Illigh, en intégrant les aspects pédagogiques, logistiques et administratifs. Cette sortie avait pour objectif principal la réalisation d'un profil topographique, support essentiel pour l'élaboration d'une coupe géologique (tableau 4).

Tableau 4 : Planifications didactique et pédagogique de la sortie d'Illigh pour les niveaux scolaires 1^{ère} année collège et 1^{ère} Année Bac Sciences Expérimentales

Activités	Rôles de l'enseignant, tâches de l'apprenant et modes de travail	Supports / Aides didactiques	Volume horaire (min)
Observer le site panoramique et orienter la carte topographique de la région d'Illigh	• Enseignant : Expliquer les règles de sécurité aux apprenants, demander aux apprenants d'observer, de dessiner, de prendre des photos, de prendre connaissance des outils disponibles, de travailler en groupes, et de mettre les élèves en situation en présentant Illigh, comme un site géologique. • Apprenant: Écouter attentivement les consignes de l'enseignant, observer le site avec attention, prendre des photos des éléments remarquables, tenter de dessiner ce qu'il voit et identifier les éléments principaux du site. • Enseignant : Montrer la carte, expliquer l'utilisation de la boussole et l'application GPS pour orienter une carte, aider les apprenants dans l'orientation d'une carte topographique.	Carte topographique d'Illigh, boussole, GPS, carnet, crayon, appareil photo, téléphone smartphone, .	30 min

	• Apprenant : Orienter la carte topographique à l'aide de la boussole.		
Prendre les coordonnées géographiques (latitude et longitude) à l'aide de l'application mobile Map Coordinates	• Enseignant : demande aux élèves de prendre les coordonnées géographiques selon un profil (AB). • Apprenant : Orienter le profil (AB), prendre des coordonnées géographiques (latitude et longitude) à l'aide de l'application mobile Map Coordinates, avec une distance de 1m entre chaque mesure.	Boussole, carnet, smartphone, application mobile Map Coordinates	60 min

5.2.2 La simulation de la sortie avec les enseignants stagiaires

Le binôme de professeurs-stagiaires a réalisé une simulation de la sortie pédagogique au site d'Illigh avec leurs collègues de la promotion 2024-2025. L'organisation de cette sortie a suivi la même planification didactique et pédagogique que celle prévue pour les élèves des niveaux 1^{ère} année collège et 1^{ère} Année Bac Sciences Expérimentales. (tableau 4), dans le but d'offrir aux professeurs stagiaires une expérience de formation complète, adaptée aux enjeux actuels de l'enseignement des sciences de la Terre sur le terrain.

À l'issue de cette sortie géologique, le binôme a organisé une séance de partage sous forme d'atelier au Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation Souss-Massa. Cet atelier visait à permettre aux professeurs stagiaires de :

- Réaliser le profil topographique (AB) à partir de la carte topographique selon la méthode classique ;
- Réaliser le même profil à l'aide du logiciel Global Mapper en exploitant les coordonnées géographiques recueillies sur le site d'illigh.

5.2.3 Evaluation par pairs

Lors de la sortie géologique au site illigh, les professeurs stagiaires ont mené une évaluation par pairs visant à tester la viabilité et la pertinence des outils pédagogiques élaborés dans leur planification didactique, et les outils pédagogiques de terrain. Cette activité visait à évaluer la sortie son efficacité sur le plan organisationnel, scientifique et pédagogique.

d) Auto évaluation

Les résultats montrent que les professeurs stagiaires parviennent efficacement à identifier le contexte géologique de la zone d'étude, avec un taux d'acquisition de 90 %. Ils réussissent également à collecter les données

nécessaires sur le site d'Iligh pour réaliser le profil topographique (AB), avec un taux d'acquisition de 85 %.

Par ailleurs, une progression notable a été observée dans la réalisation du profil topographique de la région d'Iligh, aussi bien par la méthode classique que par la méthode numérique à l'aide du logiciel Global Mapper et Map Coordinates, le taux d'acquisition passant de 45 % à 70 %. De même, les compétences liées à la lecture et à l'interprétation d'une carte topographique et d'un profil topographique ont connu une amélioration importante, estimée à 50 % (figure 6).

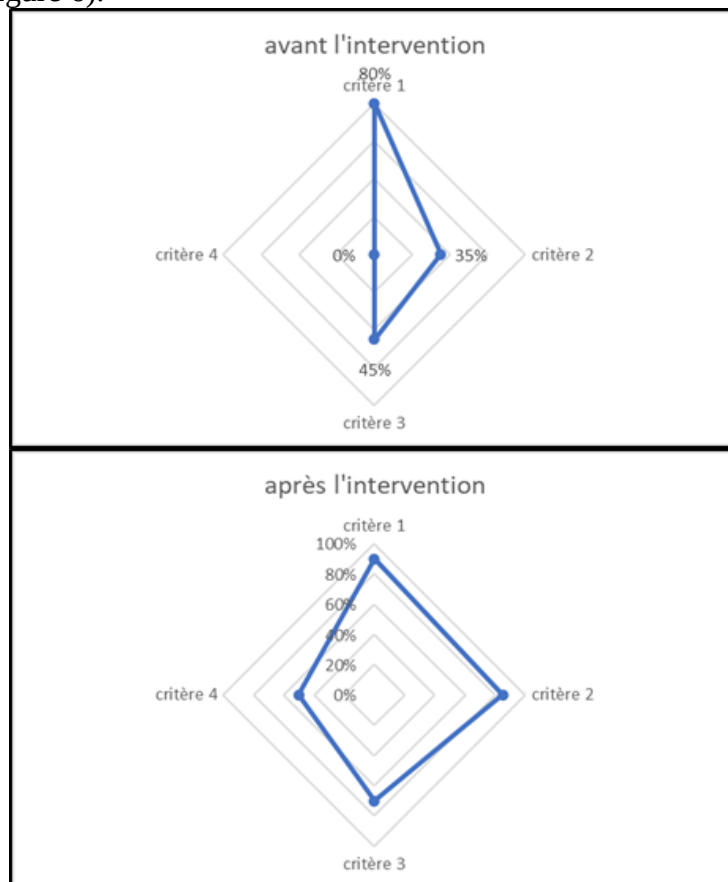


Figure 6 : Données statiques de l'évaluation des professeurs stagiaires avant et après l'intervention selon les critères suivants : **1** (Déterminer le contexte géologique), **2** (Collecter des données sur le terrain), **3** (Réaliser le profil topographique de la région d'Iligh par la méthode classique et numérique (TIC), **4** (lire et interpréter une carte topographique et un profil topographique)

e) La grille de satisfaction

Les résultats obtenus montrent que la majorité des professeurs stagiaires considèrent que le site d'Iligh ne présente ni difficultés logistiques (74 %), ni problèmes de sécurité (87 %) (figure 7).

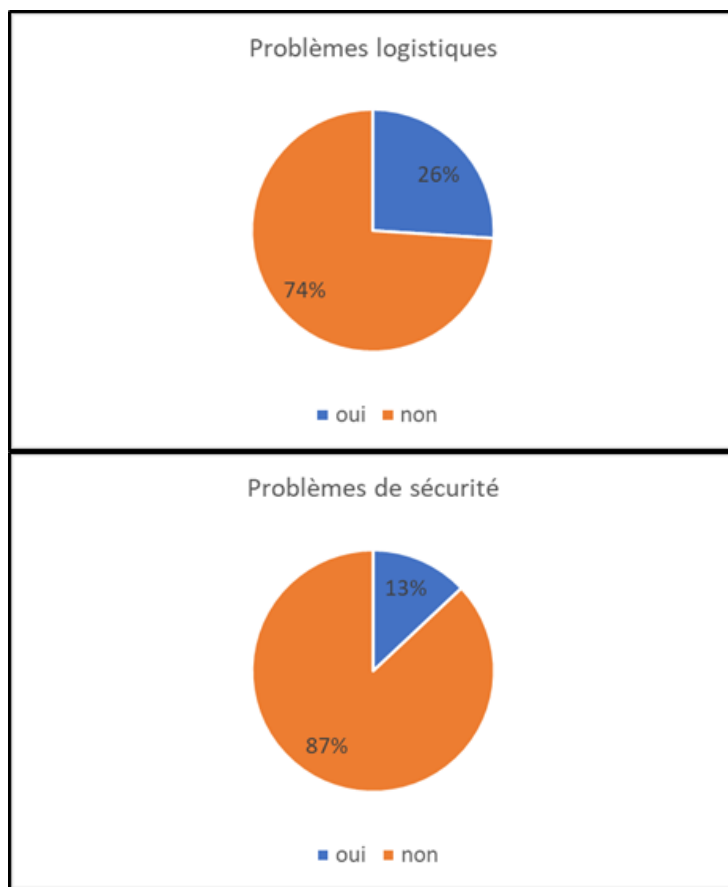


Figure 7 : Données statiques de la grille de satisfaction sur l'importance du site d'Illigh

Afin d'évaluer le degré de réussite et d'atteinte des objectifs du projet, consistant à réaliser le profil topographique du site d'Illigh selon les méthodes classique et numérique (TIC) dans le cadre d'une approche pédagogique innovante ; quatre critères ont été retenus : la collecte des données sur le terrain, la réalisation du profil topographique par la méthode classique, la maîtrise du logiciel Global Mapper, et la réalisation du profil topographique à l'aide de ce logiciel. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 8.

Les résultats de la grille de satisfaction montrent que les professeurs-stagiaires maîtrisent globalement la collecte des données sur le site illigh, avec un taux d'acquisition de 91 %. Ils réussissent également à réaliser le profil topographique (AB) selon la méthode classique avec le même taux de réussite. Une maîtrise du logiciel Global Mapper, atteignant 68 % d'acquisition. Quant à la réalisation du profil topographique à l'aide de cet outil numérique, les résultats révèlent un taux d'acquisition de 64 %.

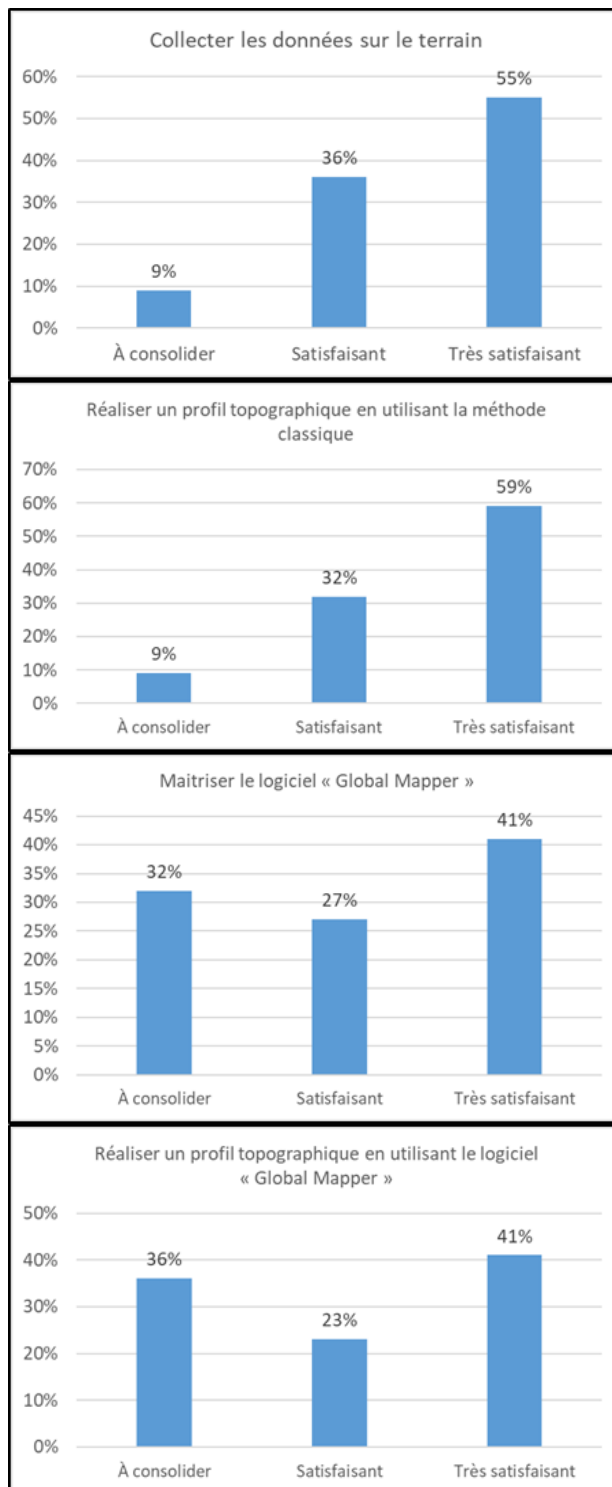


Figure 8 : Résultats de la grille de satisfaction sur le développement des quatre capacités visées par les activités du profil topographique

6. Discussions des résultats

Les résultats obtenus dans cette étude mettent en évidence l'intérêt scientifique et pédagogique du site d'Illich comme support de formation des professeurs stagiaires en Sciences de la Vie et de la Terre. L'exploitation de ce site a permis de mettre en relation l'observation directe du terrain, la réalisation d'un profil topographique et l'utilisation des outils numériques, contribuant ainsi au développement de compétences scientifiques et professionnelles chez les futurs enseignants.

Sur le plan scientifique, la comparaison entre le profil topographique réalisé par la méthode classique et celui obtenu par la méthode numérique montre que l'utilisation des outils géospatiaux permet d'obtenir une représentation plus précise du relief. En effet, le traitement des coordonnées GPS collectées sur le terrain à l'aide d'applications numériques et leur intégration dans le logiciel Global Mapper permettent de prendre en compte un nombre important de points altitudinaux, ce qui améliore la restitution des variations morphologiques du terrain. Cette observation rejoint les travaux de Kerski et al. (2021) et de Hedley et al. (2022), qui soulignent que les technologies géospatiales favorisent une meilleure compréhension des structures spatiales et des formes du relief grâce à une visualisation plus dynamique et interactive.

Cependant, malgré la précision supérieure de la méthode numérique, la méthode classique conserve une valeur didactique importante. La construction manuelle d'un profil topographique oblige l'apprenant à mobiliser des compétences fondamentales telles que la lecture des courbes de niveau, l'identification des altitudes, la maîtrise des échelles et la représentation graphique du relief. Ces compétences constituent une base essentielle dans l'apprentissage de la cartographie et de la géomorphologie (Brunet et al., 1993 ; Robinson et al., 1995). Ainsi, l'approche numérique ne doit pas remplacer la méthode traditionnelle, mais plutôt la compléter dans une démarche progressive d'apprentissage.

Les différences observées entre les deux profils réalisés s'expliquent principalement par la nature des données utilisées. La méthode classique dépend des intersections entre le tracé du profil et les courbes de niveau disponibles sur la carte topographique, ce qui peut entraîner une simplification du relief réel. À l'inverse, les outils numériques permettent d'intégrer davantage de mesures et d'obtenir une représentation plus proche des variations continues du terrain. Ces résultats confirment les conclusions de Favier et Van der Schee (2014), qui montrent que l'utilisation des technologies géospatiales améliore le raisonnement spatial et réduit les difficultés liées à l'interprétation des représentations cartographiques.

Sur le plan pédagogique, l'amélioration des compétences des professeurs-stagiaires après la sortie géologique et l'atelier de mutualisation

confirme l'efficacité d'une approche basée sur l'apprentissage expérientiel. La sortie au site d'Illigh a permis aux stagiaires d'être confrontés à une situation réelle d'étude du relief, depuis la collecte des données jusqu'à leur traitement et leur interprétation. Cette démarche correspond au modèle d'apprentissage expérientiel proposé par Kolb (1984), selon lequel l'acquisition des connaissances est renforcée lorsque l'apprenant construit ses savoirs à partir d'une expérience concrète suivie d'une phase de réflexion et d'analyse.

Les résultats d'évaluation montrent une progression importante dans plusieurs compétences : identification du contexte géologique, collecte des données de terrain, réalisation du profil topographique et interprétation des documents cartographiques. Cette évolution confirme l'intérêt des sorties géologiques comme dispositifs favorisant l'apprentissage actif et la professionnalisation des enseignants. Orion (1993) souligne que le terrain constitue un environnement d'apprentissage privilégié en sciences de la Terre, car il permet aux apprenants de relier les concepts théoriques aux phénomènes observables.

Par ailleurs, le niveau élevé de satisfaction exprimé par les professeurs stagiaires confirme la pertinence du choix du site d'Illigh comme support pédagogique. Son accessibilité, son intérêt géologique et l'absence de contraintes majeures de sécurité favorisent son exploitation dans le cadre des sorties pédagogiques scolaires. Ces résultats répondent également aux difficultés identifiées dans l'organisation des sorties géologiques au Maroc, notamment celles liées au manque de supports pédagogiques et aux contraintes logistiques (Eddif et al., 2025). La mise à disposition d'une démarche structurée intégrant la préparation, l'activité de terrain et l'exploitation numérique peut donc contribuer à faciliter l'organisation de ces activités. Toutefois, la maîtrise encore moyenne du logiciel Global Mapper par certains stagiaires montre que l'intégration des TIC nécessite un accompagnement progressif et une formation régulière. L'utilisation efficace des outils numériques suppose non seulement la maîtrise technique des logiciels, mais aussi leur intégration dans une démarche pédagogique cohérente. Comme le souligne l'UNESCO (2011), les compétences numériques des enseignants constituent aujourd'hui un élément essentiel de la professionnalisation et de l'innovation pédagogique.

Ainsi, les résultats obtenus montrent que la complémentarité entre la méthode classique et les technologies numériques représente une stratégie efficace pour l'enseignement de la topographie et des sciences de la Terre. La méthode classique favorise la compréhension des principes fondamentaux de la cartographie, tandis que les outils numériques améliorent la précision, la visualisation spatiale et l'autonomie des apprenants. Cette combinaison contribue à développer chez les futurs enseignants une démarche scientifique, réflexive et adaptée aux exigences actuelles de l'enseignement des SVT.

Conclusion

Cette étude a mis en évidence l'intérêt pédagogique et scientifique du site d'Illigh dans la formation initiale des professeurs stagiaires de Sciences de la Vie et de la Terre au Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation Souss-Massa. À travers la réalisation de profils topographiques selon les méthodes classique et numérique, les stagiaires ont développé des compétences en lecture cartographique, en analyse du relief et en utilisation des outils numériques appliqués aux sciences de la Terre. Les résultats montrent que la méthode numérique offre une représentation plus précise du relief, tandis que la méthode classique demeure essentielle pour l'apprentissage des principes fondamentaux de la topographie et de la cartographie. L'association des deux approches apparaît donc comme la stratégie la plus pertinente pour un apprentissage progressif et complet.

Par ailleurs, les évaluations réalisées avant et après l'intervention révèlent une amélioration notable des acquis scientifiques et méthodologiques des professeurs stagiaires. Les niveaux élevés de satisfaction confirment également la pertinence du site d'Illigh comme support didactique local, accessible et sécurisé.

En définitive, cette recherche souligne l'importance des sorties pédagogiques de terrain appuyées par les technologies numériques dans la professionnalisation des futurs enseignants et recommande leur intégration régulière dans les dispositifs de formation du CRMEF afin de renforcer les compétences pratiques, l'autonomie pédagogique et la capacité d'innovation des enseignants stagiaires au Maroc.

Remerciement

Les auteurs adressent leurs remerciements aux professeurs stagiaires Ilham Aaouini, Ismail Annzzar et à tous les professeurs stagiaires promotion 2024-2025.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Ambroggi, R. (1963). Étude géologique du versant méridional du haut Atlas occidental et de la plaine du sous, faculté des sciences pp 203-220.

2. Astolfi, J.-P. (2008). *La saveur des savoirs : disciplines et plaisir d'apprendre*. Issy-les-Moulineaux : ESF Éditeur.
3. Audigier, F. (2012). *Didactique de la géographie*. Bruxelles : De Boeck. p. 145–160 : place des outils numériques, visualisation spatiale et apprentissage géographique.
4. Brunet, R., Ferras, R., & Théry, H. (1993). *Les mots de la géographie : dictionnaire critique* (3^e éd. Revue et augmentée). Montpellier : RECLUS ; Paris : La Documentation française, 518 p.
5. Carbonell-Carrera, C., & Saorín, J. L. (2018). Geospatial technologies and spatial thinking in education: A systematic review. *Education Sciences*, 8(3), 1–18.
6. De Vecchi, G., & Giordan, A. (2002). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que ça marche ?* Paris : Delagrave, coll. « Pédagogie et Formation », 272 p.
7. Eddif A., Selmaoui S., Chalak H., Chakour R., (2025), Challenges and solutions in organizing geological field trips for Moroccan secondary school life and earth sciences teachers. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)* Vol. 14, No. 2, April 2025, pp. 1459~1467.
8. El Badri, A., Masrour, M., EL Mouden, A., Khiri, F., (2025). The Pliocene of the Western High Atlas (Morocco). Biostratigraphical, sedimentological and palaeogeographical characterisations. *Journal of African Earth Sciences* 227 (2) :105610. DOI: 10.1016/j.jafrearsci.2025.105610.
9. Favier, T., & Van der Schee, J. (2014). The effects of geography lessons with geospatial technologies on the development of high school students' relational thinking. *Computers & Education*, 76, 225–236.
10. Hedley, N., Mitsova, H., & Harmon, B. (2022). Advances in geospatial technologies for teaching and learning Earth sciences. *Journal of Geography*, 121(5), 193–205.
11. Kerski, J., Demirci, A., & Milson, A. (2021). The role of GIS in modern geography education. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 30(4), 297–312.
12. Kim, M., & Bednarz, R. (2023). Enhancing spatial thinking through 3D geovisualization in geography education. *International Journal of Geographical Information Science*, 37(8), 1542–1560.
13. Kolb, David A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

14. Kurt L. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34–46. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x>.
15. Meirieu, P. (1996). *Apprendre... oui, mais comment* (18^e éd.). Paris : ESF Éditeur, 181 p.
16. Michard A. (1976). *Eléments de géologie marocaine*. Notes et Mém. Serv. Carte géol. Maroc, 252, 408 p.
17. Ministère de l'Éducation nationale. (2019). *Orientations pédagogiques des SVT au Maroc*.
18. Orion, N. (1993). The outdoor as a central learning environment in the earth sciences. *Journal of Geological Education*, 41(4), 335–340.
19. Perrenoud, P. (2004). *Construire des compétences dès l'école* (4^e éd.). Issy-les-Moulineaux : ESF Éditeur, 128 p.
20. Robinson, A. H., Morrison, Joel L., Muehrcke, Phillip C., et al. (1995). *Elements of Cartography* (6th ed.). New York: Wiley.
21. UNESCO (2011). *ICT Competency Framework for Teachers*. Paris: UNESCO.