

***L'Analyse de Peuplement Préhistorique et protohistorique de la
Région des Monts de Tiaret à l'aide des SIG.
The Analysis of Prehistoric and Protohistoric Settlement of the
Tiaret's Mountings region using GIS.***

CHABANE ZAKIA *, *Etudiante doctorante à l'Institut d'Archéologie,
Alger 2 (Algérie)*
zakia.chabane@yahoo.fr

Reçu le:14/12/2022 Accepté le:25/12/2022 Publié le :31/12/2022

Résumé:

La région des Monts de Tiaret est habitée par plusieurs cultures depuis la préhistoire. Notre étude vise à analyser le peuplement humain préhistorique et protohistorique de la région des Monts de Tiaret, on a mis en place notre application mobile smartGIS_ArcAtlasC, qui construit un réseau central d'ensembles de données archéologiques pour développer notre capacité à interpréter et analyser les données archéologiques. Notre vision est de créer un environnement dans lequel les procédures de terrain émergentes, améliorer l'interprétation des données et une compréhension plus large des méthodes archéologiques intégrées peuvent s'épanouir. L'analyse spatiale, une force particulière du système d'information géographique (SIG), devrait être une première étape critique dans l'identification des zones à forte probabilité pour les sites préhistoriques. Le résultat de notre étude c'est que le peuplement humain préhistorique et protohistorique de la région des Monts de Tiaret est organisé et dynamique.

Mots clés: Analyse de peuplement; Préhistorique; Dynamique; Archéologie spatiale; GIS.

***- Auteur correspondant**

Abstract:

Tiaret's Mountings region is inhabited by many cultures since prehistorical period. Our study aims to analysis the prehistoric and protohistoric human settlement of Tiaret's Mountings region, we integrate our application **smartGIS_ArcAtlasC**, which build a central network of archaeological datasets to develop our capability to interpret, analyzed archaeological data. Our vision is that to create an environment within which emerging field procedures, enhanced data interpretation and a broader understanding of integrated archaeological methods can flourish. Spatial analysis, a particular strength of Geographic information system (GIS), should be a critical first step in identifying high probability areas for prehistoric sites. The result, is that the the prehistoric and protohistoric human settlement of Tiaret's Mountings region was organised and dynamic.

Keywords: Settlement analysis; Prehistoric; Dynamic; Spatial archaeology; GIS.

ملخص:

عرفت منطقة جبال تيارت عدة ثقافات منذ فترة ما قبل التاريخ و تهدف هذه الدراسة إلى تحليل التعمير البشري خلال فترة ما قبل التاريخ وفجر التاريخ لمنطقة جبال تيارت، قمنا بإنشاء و دمج تطبيق smartGIS_ArcAtlasC، الذي يبني شبكة مركزية من مجموعات البيانات الأثرية لتطوير قدرتنا على تفسير وتحليل البيانات الأثرية، وذلك لخلق بيئة يمكن من خلالها أن يتطور الجرد والمسح الأثري، تفسير وتحليل البيانات، والفهم الأوسع للمناهج الأثرية المتكاملة. يجب أن يكون التحليل الفضائي والذي هو قوة خاصة لنظام المعلومات الجغرافية (GIS)، خطوة أولى حاسمة في تحديد المناطق ذات الاحتمالية العالية والتنبؤية لمواقع ما قبل التاريخ. ونتيجة هذه الدراسة أن التعمير البشري خلال فترة ما قبل التاريخ وفجر التاريخ بمنطقة جبال تيارت منتظم وديناميكي.

كلمات مفتاحية: تحليل التعمير، ما قبل التاريخ، ديناميكي، الفضاء الأثري، ن م ج.

- Introduction

L'Algérie est riche en patrimoine culturel où l'archéologie occupe une place particulière. Le patrimoine archéologique est l'ensemble des vestiges et des traces qui peuvent témoigner de l'occupation ou de l'utilisation passée (préhistorique ou historique) d'un territoire par une population humaine¹. L'archéologie est la science qui étudie les cultures humaines du passé par l'analyse de leurs vestiges matériels et humains. Les données recueillies sur des pierres, des plantes, des os et des dispositifs géologiques par les fouilles et le ramassage de surface de la terre fournissent des informations sur le passé².

La région des Monts de Tiaret fait partie de l'Ouest Algérien, est habitée depuis la période préhistorique par de nombreuses cultures préhistoriques et protohistoriques. Des sites de références permettant de savoir l'évolution des hommes fossiles dans le cadre morphologique et culturel comme le site de columnata. La période préhistorique est la plus représentée dans la zone d'étude avec 161 sites, comptabilisés pour cette étude analytique de peuplement préhistorique de la région des Monts de Tiaret.

1.Objectifs :

La présente étude se fixe pour objectifs :

- Modélisation de la vie humaine à l'époque préhistorique et protohistorique, après la création d'une application dynamique chargée d'une géodatabase archéologique, permettant la création et la production de cartes thématiques.

¹ Hydro Quebec TransÉnergie. Synthèse des connaissances environnementales pour les lignes et les postes (1973-2013), Patrimoine et Archéologie ; P. 02

² Eun Sun Choi, Bum Ju Lee, Keun Ho Ryu et Hong Ki Kim, 2006. Conception et exécution de bases de données intégrées pour l'analyse des rapports spatiotemporels des artefacts du Paléolithique. In Anthropologie, n° 110 ; P .202

- La possibilité d'analyser les sites archéologiques (analyse inter-sites) après avoir obtenu le maximum d'informations, de spécifications et de détails grâce à la prospection archéologique et tout ce que l'inventaire nécessite, comme l'enregistrement, le relevé archéologique, la prise de photos, la création des Géoformes et la réalisation des cartes intelligentes dans le cadre du sujet de l'étude.
- Déterminer la densité et la concentration des sites préhistoriques et protohistoriques dans la zone d'étude, à travers la répartition spatiale des sites.
- La relation des sites archéologiques avec la topographie et les phénomènes naturels.
- Classification archéologique des sites et facilité le traitement des données pour chaque type, en particulier après y avoir ajouté les données géographiques.
- Création d'une application mobile dynamique avec Survey123 for ArcGIS avec une géodatabase archéologique centralisée.
- Valoriser et sauvegarder le patrimoine archéologique.

2.Problématiques :

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une étude analytique basé sur une recherche empirique et nécessite une mise en place des outils mobiles de collecte de données dans le cadre de projet requérant l'acquisition de données archéologiques et géographiques, elle couvre une échelle géographique locale. Notre recherche innovante cherche à optimiser les possibilités d'une méthode conventionnelle à laquelle on intègre une application SIG. De ce fait, dans le cadre d'une problématique archéologique, notre recherche cherche à répondre aux questions suivantes :

Quels sont les modèles de mise en place des peuplements de pléistocène et de l'holocène dans la région des Monts de Tiaret.

l'utilisation des systèmes d'information géographique pour l'analyse de peuplement humain préhistorique de la zone d'étude est-elle considérée comme un moyen ou un complément à celle-ci ? Le développement d'une application basée sur des systèmes d'information géographique aidera-t-il à améliorer la situation actuelle et future et à

trouver des solutions logiques d'aménagement pour protéger les sites archéologiques qui enrichissent le patrimoine culturel ?

3.Méthodologie et analyse des données :

Malgré les vastes surfaces occupées par l'homme fossile, la zone d'étude est très peu étudiée. Les Monts de Tiaret sont importantes pour la compréhension de l'occupation préhistorique et protohistorique de cette région, reste donc largement à l'exploiter et nous apportera des informations sur les cultures passées dans le contexte local et régional.

Un outil SIG mobile a été utilisé pour la collecte des données sur le terrain et on a choisis Survey123 for ArcGIS. C'est une application qui permet de concevoir des formulaires de collecte de données (Geoform), puis les informations collectées peuvent être stockées localement sur l'appareil. Pendant la prospection archéologique, on a utilisé le GPS pour prendre les X, Y et Z des sites archéologiques.

Après avoir mené une prospection archéologique pour la zone d'étude, des données archéologiques et géographiques ont été collectées et saisies dans la base de données, et le système SIG se caractérise par sa capacité de traiter de nombreux types de raster, attributs et données géographiques. Les cartes topographiques de différentes échelles sont également considérées comme un moyen important pour déterminer le réseau d'eau et les bassins pour les faire correspondre et les vérifier avec des images satellites (images SRTEM-DEM), et pour construire des cartes pour classer les sites archéologiques qui sont proches des sources d'eau et en même temps qui sont exposés aux risques. ArcGIS 10.4.1 a été utilisé pour joindre l'emplacement et les données d'attribution pour l'analyse spatiale.

La cartographie et localisation des anciennes découvertes pré et protohistoriques des Monts de Tiaret ont été faites en fonction de différentes données:

-Les sites répertoriés à la carte archéologique de Gsell et les sites repérés par P. CADENAT d'après son Atlas préhistorique de Tiaret en 1966. Ainsi, les indices topographiques représentés sur les cartes de 1/50 000 de la région de Tiaret (1998).

-La carte géologique Interprétative de Tiaret, feuille NI-31-XX (carte des ressources en eau souterraines du Nord de l'Algérie, Edit. ANRH, 2008).

La mise en place d'un système d'information géographique (SIG), a permis de disposer de données structurées pour les analyses spatiales de cette étude. Cela consiste, dans un premier temps, à intégrer dans un référentiel commun les données archéologiques disponibles sous forme de couches thématiques superposables (figure.1).

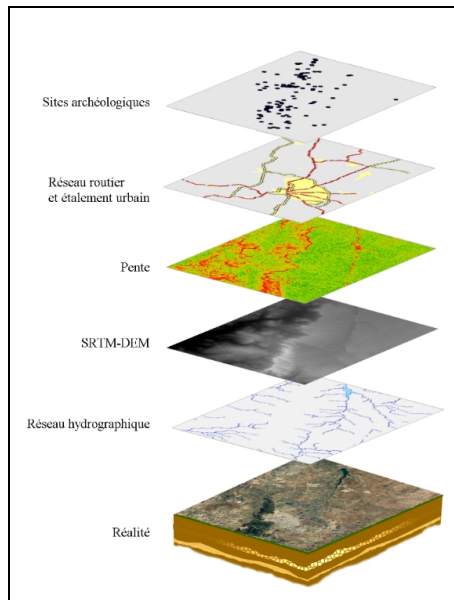


Figure 1 : Le principe de superposition des couches dans les SIG, (réalisé par Chabane Zakia).

Ce type d'atlas aspire à fournir des indices clés pour l'analyse spatiale du peuplement humain préhistorique dans la zone d'étude.

Ce travail a été prédestiné d'une part, à des cartes statiques (Fig.8) et d'autre part, à des cartes dynamiques pour mettre en évidence la répartition spatiale des sites archéologiques dans le but de l'étude analytique du peuplement humain préhistorique des Monts de Tiaret. Ces cartes ont la capacité de les combiner en plusieurs couches selon les besoins de l'utilisateur.

A l'aide des SIG qui permettent de coupler les données descriptives et cartographiques, au moyen de modèles prédictifs ou encore d'analyse exploratoire des données¹, la carte archéologique dynamique des Monts de Tiaret se mettra à la disposition du public pour restituer à tous les connaissances acquises en matière d'archéologie.

Notre approche se concentre sur la région des Monts de Tiaret, on a fragmenté cette zone d'étude en trois secteurs (bassin de Oued Rhieu-Tigueuest, bassin de Nahr Ouassel et bassin de Oued Mina) pour mieux analyser et comprendre le processus et la dynamique de peuplement humain de la région des Monts de Tiaret pendant le Pléistocène et l'Holocène.

3.1 Présentation de la zone d'étude :

Notre zone d'étude se situe au cœur de la Wilaya de Tiaret, à l'Ouest du pays d'Algérie, à environ 300 km d'Alger (Fig.2), au centre ouest de la région des Hauts Plateaux. Elle fait partie de la région de Tiaret Tellienne, au sud de Ouarsenis, elle présente une densité importante de sites archéologiques notamment préhistoriques. Les travaux de recherche sont localisés géographiquement dans Les Monts de Tiaret, cette région est traversée par un dense réseau hydrographique (bassin de Oued Mina, bassin de Nahr Ouassel et le bassin de Oued Rhieu). La zone d'étude occupe une superficie de 1902,5 km² et se compose de 10 communes, est caractérisée par une élévation progressive vers le nord-est, Djebel Guezoul est le point culminant à une altitude de 1225 m.

¹ Gourguen Davitian, 2013, L'apport de la géomatique aux nouvelles recherches archéologiques en Asie centrale, Cahiers d'Asie centrale, P. 584

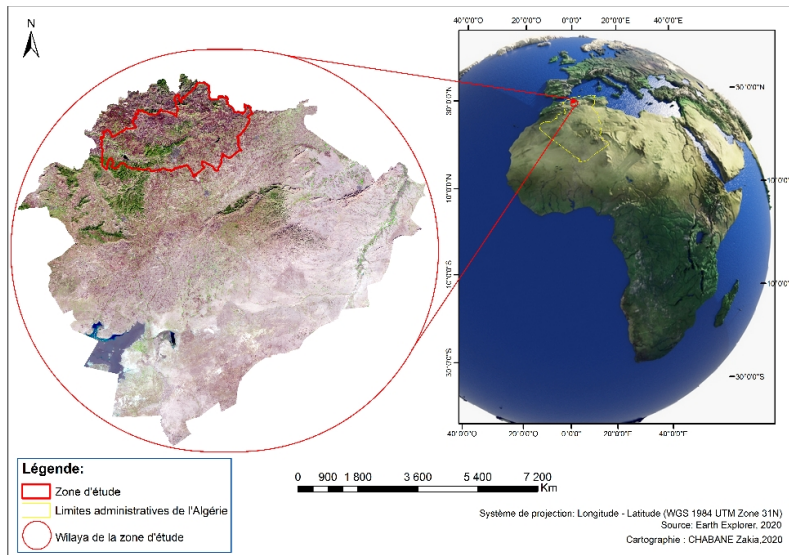


Figure 2 : Localisation géographique de la zone d'étude.

3.2 Environnement de la mise en place d'un système SIG et de la base de données archéologique :

Pour réaliser une application pour l'étude et l'analyse de peuplement humain, nous avons établi une base de données de rapport d'entités pour stocker les données préhistoriques et protohistoriques extraites sur les sites de la zone d'étude, pour une interprétation spatiale et géographique des sites préhistoriques, en utilisant les nouvelles technologies du SIG comme outil.

On a créé un ensemble de Géoformes connectées à une base de données (géodatabase centrale). L'environnement de création de l'application est ArcGIS 10.4.1 . Les données archéologiques peuvent être consultées par les utilisateurs, par les Smartphones et les appareils sans fil, qui fournit un outil important dans le processus de l'inventaire des sites archéologiques.

3.2.1 Survey123 :

Survey123 est une application de collecte de données personnalisée, conçue pour être intégrée dans des SIG, elle est compatible avec le format XLSForm, est gratuite et aussi disponible sous Windows, Linux et MacOS. Les Géoformes de cette application (formulaires intelligents) permettent de capturer une polyligne ou un polygone figurant sur une

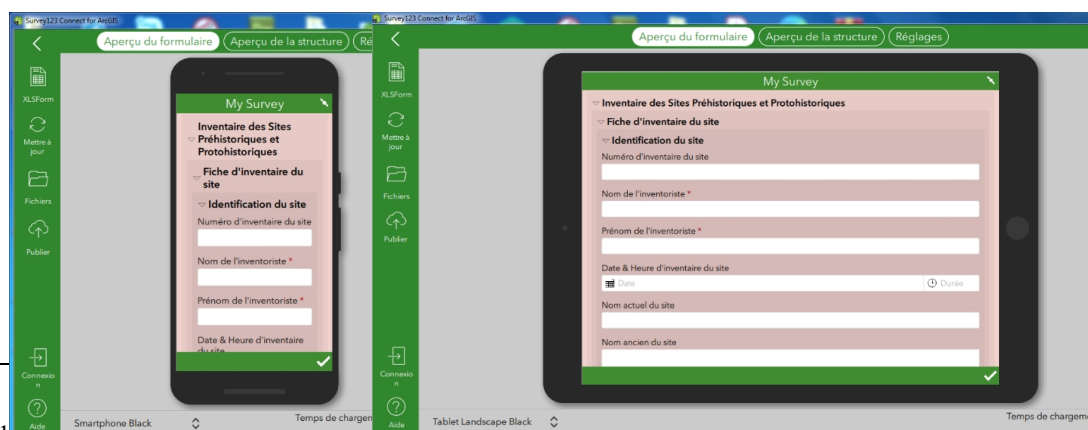
L'Analyse de Peuplement Préhistorique et protohistorique de la Région des Monts de Tiaret à l'aide des SIG.

carte en utilisant cette géométrie pour l'entité qui en résulte dans les couches d'entités à la place d'un point. Ils offrent la possibilité de prendre des photos sur place pour les travaux de terrain ou de les télécharger par l'icône dossier. Les utilisateurs, qu'ils soient connectés ou déconnectés du réseau internet, peuvent collecter des données via le formulaire Survey123 et alimenter un service d'entités ArcGIS (ArcGIS Online ou ArcGIS Portal dans notre cas) qui peut ensuite être visualisé, analysé, synthétisé, exporté... à l'aide des nombreuses applications de la plateforme ArcGIS¹.

On a créé dans l'application quatre Géoformes : site, monument, objets archéologiques et gîtes de la matière première. Un Géoforme présente des zones de saisie, un menu déroulant, listes déroulantes dynamiques et cases à cocher, selon les technologies utilisées, permettent de développer des fonctionnalités particulières et adaptées aux besoins des chercheurs et techniciens de fouille. Tous ces formulaires intelligents intègrent des modules de requêtes programmées par l'administrateur, certaines permettent de simple filtre sur des champs prédéfinis ou alors des requêtes multicritères et multivaluées.

a.Géoforme site :

Le Géoforme site (Fig.3) préparé à cet effet a été inclus dans l'agrégat des données descriptives et géographiques, ainsi que les coordonnées de l'emplacement d'un site archéologique.



¹COLLIN S, 2017, SIG route, Petit focus sur l'utilisation de Survey123, In Bulletin de la Géomatique en Nouvelle Calédonie, n°49, P. 02

Figure 3 : Géoforme d'inventaire site.

b-Géoforme Monument :

Le Géoforme monument (Fig.4) comprenait des données descriptives standard, ainsi que des coordonnées de localisation, toutes les informations qui pourraient aider à extraire la signification chronologique de monument et particulièrement la nécropole.

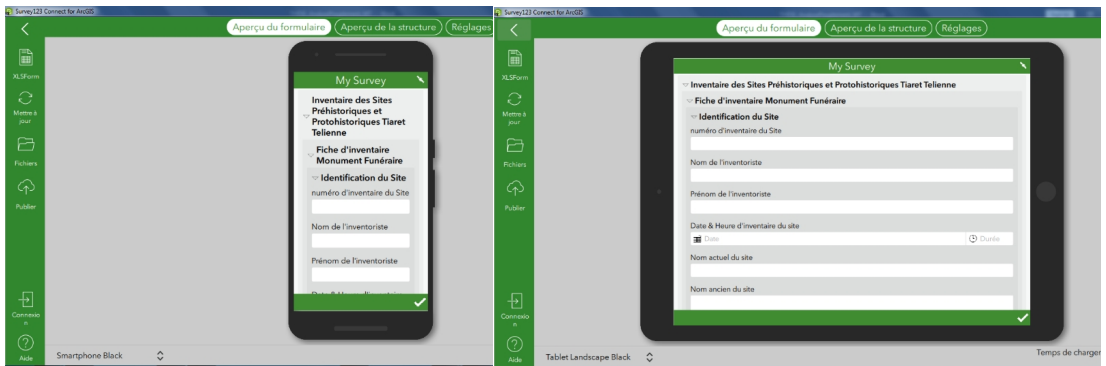


Figure 4 : Géoforme d'inventaire monument.

c-Géoforme objet :

Le Géoforme objet (Fig.5) est consacré pour les objets archéologiques de cette étude qui représentent tous les échantillons sur lesquelles des informations ont été collectées, que ce soit dans les sites archéologiques pendant la prospection (directement sur le site sans les prendre) ou dans les musées. Ils sont considérés comme un indice permettant de dater des sites archéologiques et de les classer dans un cadre chrono-culturel.

L'Analyse de Peuplement Préhistorique et protohistorique de la Région des Monts de Tiaret à l'aide des SIG.

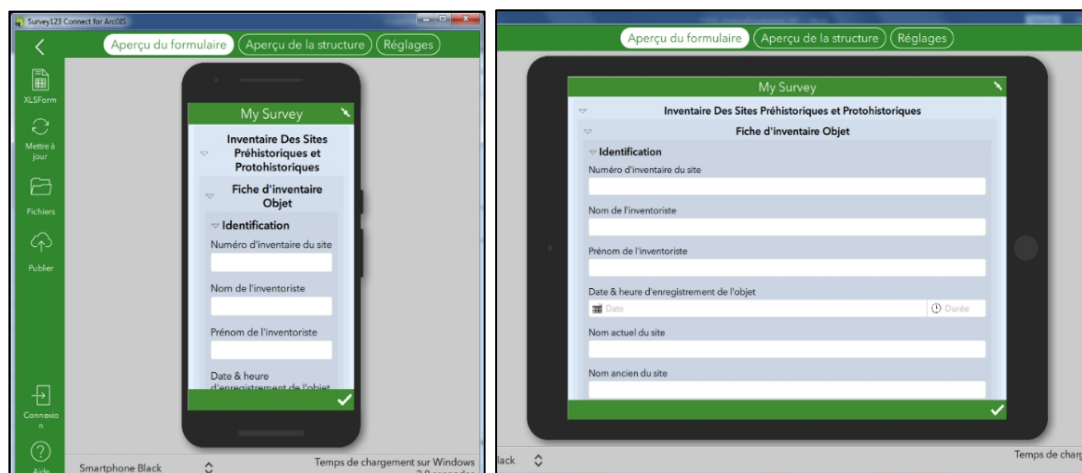


Figure 5 : Géoforme d'inventaire objet.

d-Géoforme gîte :

On a réalisé un Géoforme gîte (Fig.6) pour indiquer le point de localisation et les types de sources de matières premières, et se sont : gîte primaire où une matière première est à sa place naturelle, qui est une partie permanente de sa roche porteuse, et gîte secondaire dont la matière première sans contact avec son encaissant d'origine, contient des éléments provenant d'un même gîte primaire.

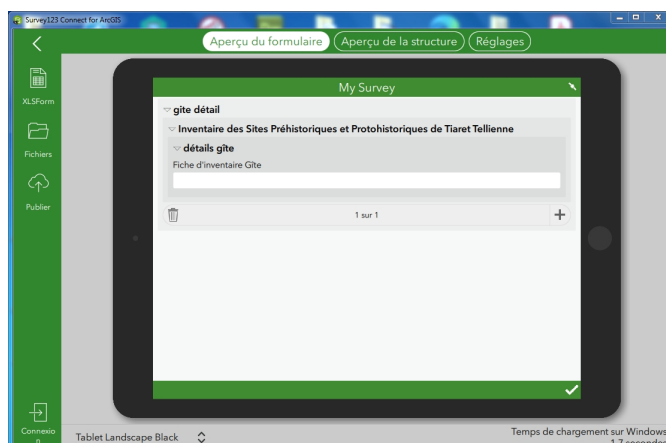


Figure 6 : Géoforme d'inventaire Gîtes.

Ces modèles de Géoformes aident les archéologues à gagner du temps, à partager et à analyser les données archéologiques et géographiques collectées. Cette étude vise à proposer une méthodologie pour utiliser certaines capacités des systèmes de conception informatisés et des systèmes d'information géographique pour créer et modéliser une base de données spatiale et sémantique pour les sites archéologiques. Les utilisateurs de cette base de données, peuvent obtenir toutes les informations concernant le contenu archéologique des sites et de la région, ainsi, la navigation dans celle-ci pendant la prospection et l'inventaire grâce à la disponibilité du GPS, la prise de photos, la photographie et la réalisation des schémas sur place et générer des animations dans les systèmes d'information géographique.

4.Résultats et discussion :

Cette analyse, nous a permis de comprendre le développement des différentes cultures préhistoriques dans la zone d'étude, qui se débute par l'acheuléenne et se terminent par la culture néolithique.

4.1 Bases de données et fiabilité des répartitions :

La base de données archéologique BDPPMT contient 164 sites préhistoriques et protohistoriques. En ne gardant que ceux fiables, c'est-à-dire en excluant les sites non confirmés en termes d'appartenance culturelle, le nombre est de 13 sites ou 7.92 %. L'analyse de peuplement humain préhistorique ne peut pas se maintenir que sur les sites dont la chronologie est certaine et bien connue, soit 92.08 % de l'effectif total, sa répartition selon la culture est représentée dans la (fig.7). Parallèlement, une base de données des matières premières de la région des Monts de Tiaret a été créée et géoréférencée dans les SIG, elle se compose de deux types dont 9 gîtes et 7 gîte-site (fig.8).

L'Analyse de Peuplement Préhistorique et protohistorique de la Région des Monts de Tiaret à l'aide des SIG.

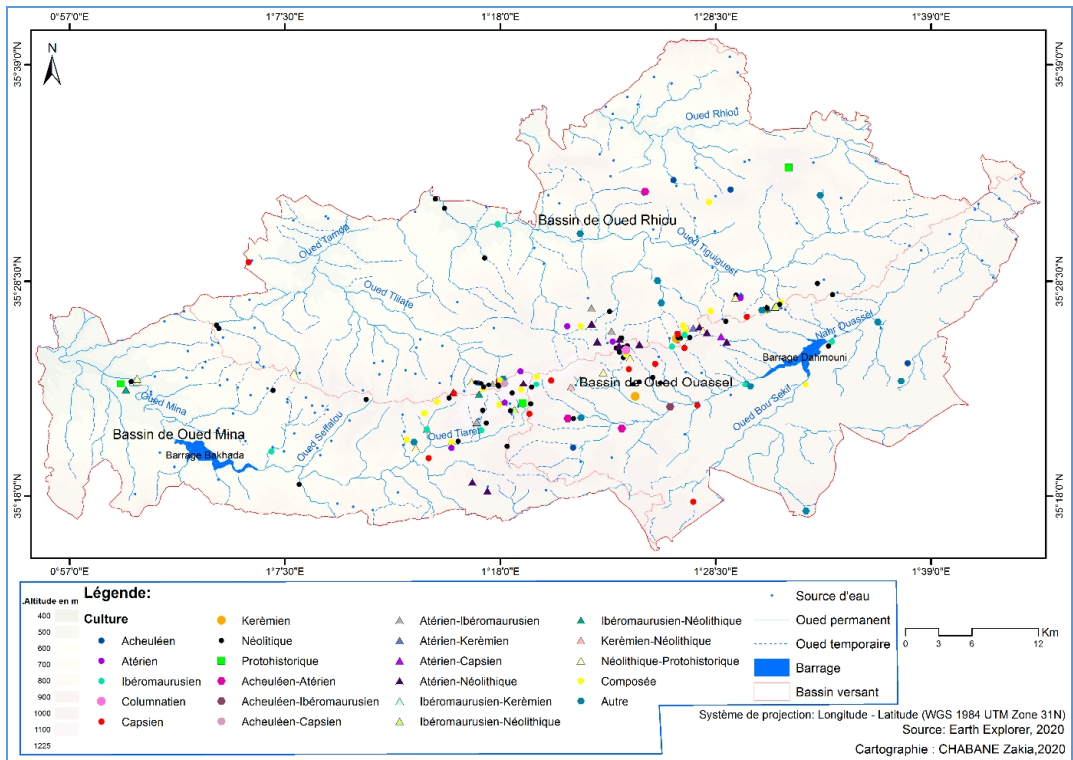


Figure 7: La répartition spatiale des sites préhistoriques et protohistoriques des Monts de Tiaret.

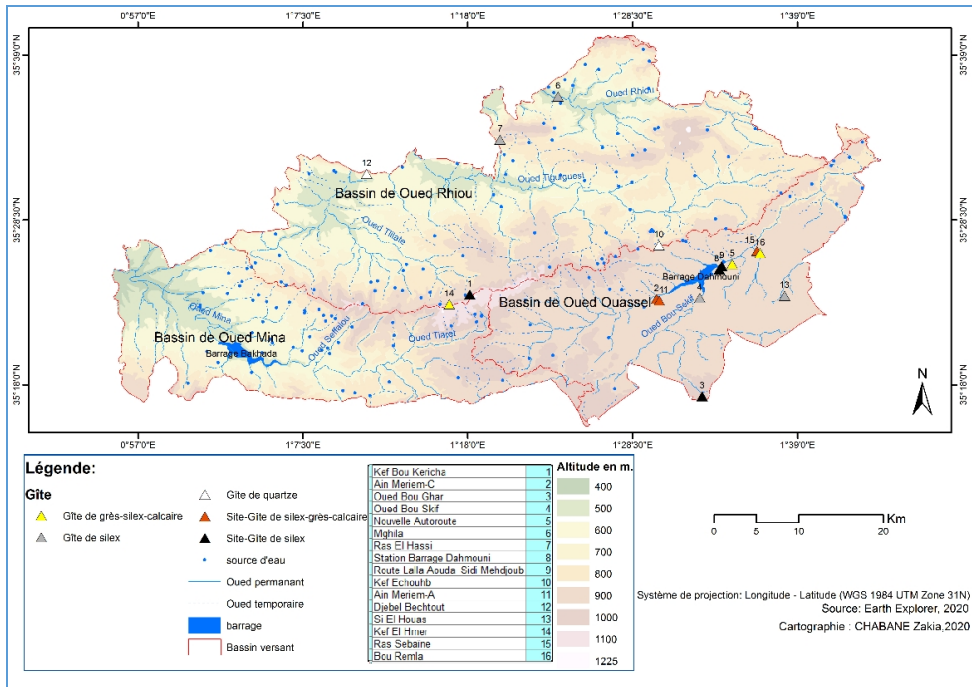


Figure 8: Les gîtes des Monts de Tiaret.

4.2 Analyse chronologique:

Cette analyse porte sur les sites préhistoriques selon les cultures acheuléenne, Atérienne, Kérémienne, Ibéromaurusienne, Columnnatienne, Capsienne et néolithique. Ainsi, on a ajouté les sites protohistoriques.

4.2.1 Géocentre et ellipse de déviation

Le géocentre (centre moyen) proposé sur la carte, répond au calcul de la moyenne des coordonnées X et des coordonnées Y de la localisation géographique des sites préhistoriques et protohistoriques. L'ellipse de déviation ou d'écart-type visualise un contour englobant la distribution des sites dont la localisation s'écarte d'un écart-type, en X et en Y, du géocentre pour définir les axes de l'ellipse qui nous aide à comprendre la direction de la distribution des sites.

Le géocentre (fig.9) de tous les sites est situé dans la situation actuelle selon notre zone d'étude, Il y a un équilibre important dans la carte. Des sites préhistoriques occupent toute la région des Monts de Tiaret du Paléolithique inférieur au Néolithique. En ce qui concerne la

L'Analyse de Peuplement Préhistorique et protohistorique de la Région des Monts de Tiaret à l'aide des SIG.

culture Columnnatienne, nous n'avons pas pu faire ce calcul car la zone d'étude ne contient que deux sites représentés (Columnata et Cubitus) et ce processus nécessite trois éléments.

Le centre géographique de tous les sites est atteint au point de contact entre Djebel Guezoul et Djebel Ben Djoufia, qui sont séparés de Koudiat el Msala par le col de Torrich vers le Nord-Est. La densité des sites dans chacun des col de Torrich, Djebel Ben Djoufia et Djebel Guezoul occupés dans le Bassin de Rhiau de la région des monts Tiaret durant la période préhistorique est responsable de ce mouvement et activité.

On remarque par l'ellipse de déviation dans la carte pour la culture capsienne un tropisme total vers Est-Ouest, on constate donc un écart-type plus important pour les longitudes que les latitudes, dont le centre géographique touche presque le centre géographique de l'ensemble des sites.

Pour l'acheuléenne et atérienne on observe que l'ellipse de déviation s'oriente vers le Nord-Est et Sud-Ouest, c'est-à-dire un écart-types plus important pour les latitudes que les longitudes. Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que l'acheuléen et l'atérien cherchent des espaces ouverts. Le géocentre de l'acheuléen est réalisé à Koudiat el Msala, tandis que le géocentre de l'atérien se trouve dans Djebel Guezoul, dont se coïncident avec l'ibéromaurusien.

De plus, l'ellipsoïde de déviation de la période protohistorique apparaît plus incliné vers l'Est et plus étendue en raison de la présence des monuments funéraires dans cette région, avec la conservation et pour une longue durée dans le temps.

L'ellipsoïde de déviation de tous les sites montre que le peuplement humain de la période préhistorique et protohistorique se fait dans une direction Nord-Est et Sud-Ouest. Et le géocentre est dans le point de rencontre de trois communes, qui sont Tiaret, Dahmouni et Oued Lili.

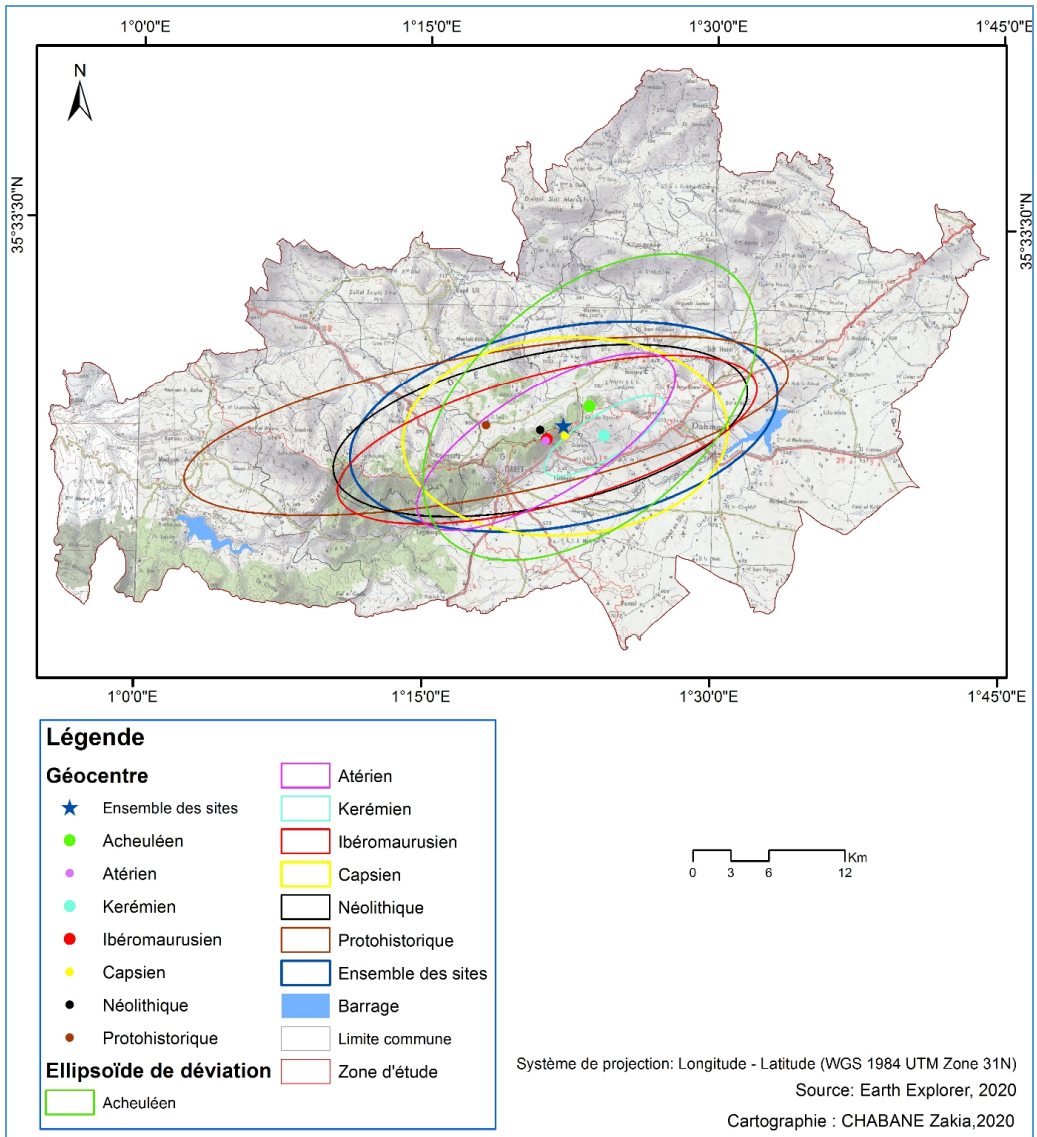


Figure 9 : Géocentres et ellipsoïde de déviation.

On a réalisé dans la (fig.10) la répartition des sites préhistoriques et protohistoriques par commune pour répondre aux questions de la territorialité propres aux sociétés humaines préhistoriques et protohistoriques. Il apparaît dans cette carte en cercles proportionnels qui montre le nombre de sites par commune, que la culture acheuléenne est concentrée dans trois communes, qui sont comme suit: Tiaret, Dahmouni et Sidi Hosni, chacune renferme 3 sites, on note que

L'Analyse de Peuplement Préhistorique et protohistorique de la Région des Monts de Tiaret à l'aide des SIG.

l'acheuléen choisissait la région appropriée pour lui. Toutes les communes de la zone d'étude sont exploitées par l'Ibéromaurusien à l'exception de la commune de Meghila.

Il apparaît que l'occupation préhistorique comprend toutes les communes de la zone d'étude, qui sont évaluées à 161 sites ; de plus, ils sont concentrés dans la commune de Dahmouni. La répartition de ce nombre de sites préhistoriques dans la région des Monts de Tiaret, indique l'élargissement de peuplement humain durant cette période et que la commune Dahmouni est le lieux le plus stratégique pour l'homme préhistorique.

Alors que, pendant la période protohistorique les sites se concentrent dans la commune de Tiaret, il semble qu'il y avait un déplacement de la concentration des sites durant la période protohistorique vers la commune de Tiaret et la commune de Mechraâ-Safa dans le bassin de Oued Mina, car la plupart des sites sont situés dans des endroits à hauteur moyenne, car ils choisissent davantage les collines.

On distingue l'accroissement du nombre de sites et une géographie différente d'une culture à l'autre, ainsi que d'une période à l'autre.

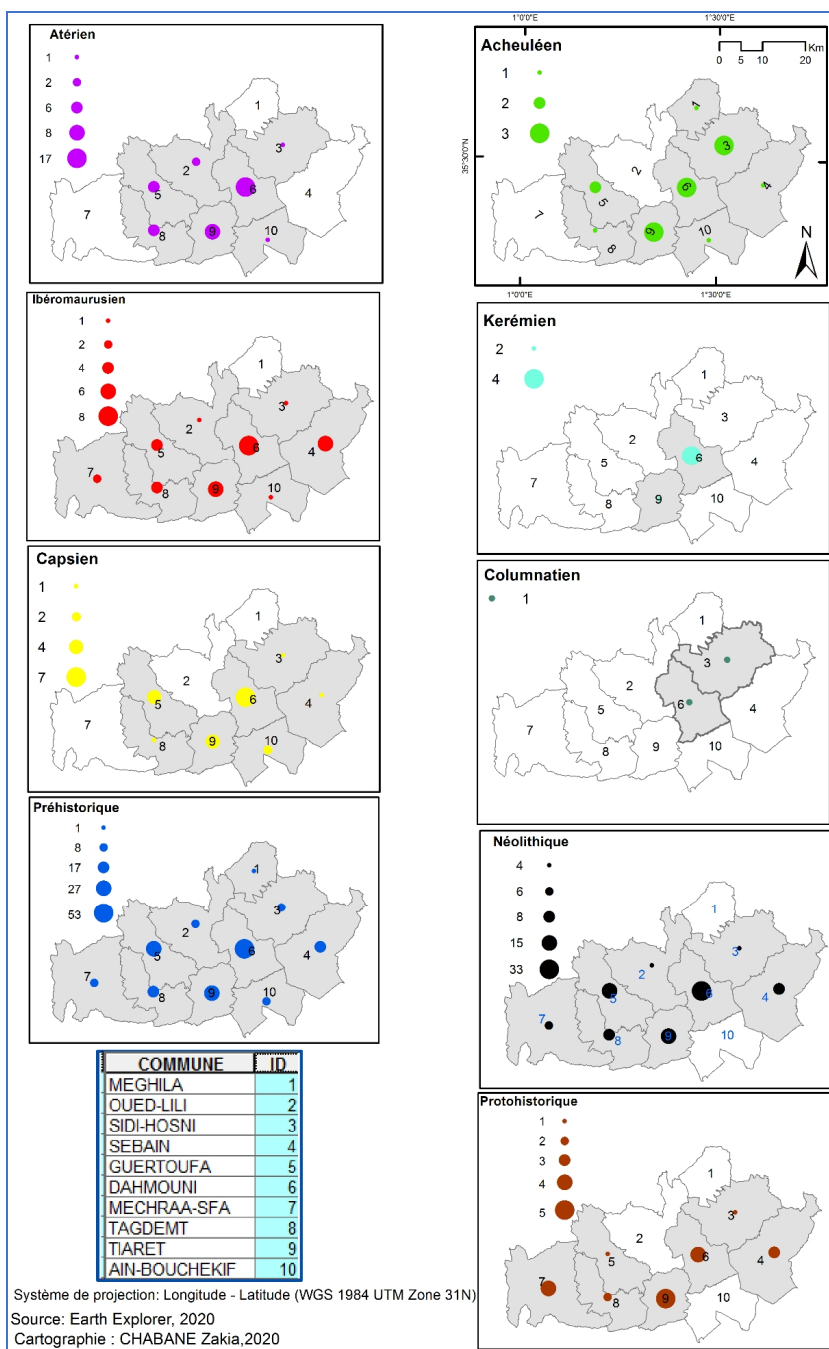


Figure 10: Répartitions des sites par commune dans la zone d'étude.

4.2.2 Densité et dynamique:

La distribution statistique des tailles de centre de peuplement préhistorique et protohistorique, quels que soient le lieu où la période examinée, on observe toujours une distribution très inégalitaire et hiérarchique des centres de peuplement mesurée en nombre de sites. Cette caractéristique est d'autant plus frappante que de nombreux travaux empiriques montrent son universalité autant spatiale (échelle ou lieu considérés) que temporelle (époque étudiée) : que l'on évalue des distributions des tailles de centres de peuplement sur des sites archéologiques¹.

La représentation des valeurs d'intensité obtenues par le gradient met en évidence des noyaux qui ne sont pas tous de la même 'signification' relative, en termes de taille et d'intensité. On a appliqué la méthode de Jenks (1967) pour la classification des valeurs, qui maximise la variance inter-classes et minimise la variance intra-classe, c'est une méthode qui donne un résultat intéressant car elle fait apparaître des noyaux de concentration bien distincts². On remarque la concentration des noyaux de l'occupation humaine par cultures préhistoriques, aussi période préhistorique et protohistorique dans la région des Monts de Tiaret (fig.11). Ses valeurs montrent clairement 6 pôles de l'occupation de l'homme préhistorique importants, le premier pôle vers Tiaret et le col de Guertoufa, son noyau aux valeurs élevées. Le deuxième pôle est celui de col de Torrich. L'intensité de ces pôles montre une importante concentration de peuplement, traduit l'occupation de l'homme

¹ SCHMITT C., 2014. Modélisation de la dynamique des systèmes de peuplement: de SimpopLocal à SimpopNet, Thèse de Doctorat en Géographie, Université Pantheon-Sorbonne - Paris I, P. 36

² GAUTHIER E., and all, 2019.- ArchaeDyn-Atelier 3Dynamiques de circulation et de consommation de produits bruts et manufacturés: recherches méthodologiques, ArchaeDyn - Atelier 3, P. 90

préhistorique et protohistorique pour une longue durée dans la région des Monts de Tiaret et cette répartition spatiale des densités des sites pré et protohistorique est conditionnée en fonction de l'accessibilité aux sources naturelles.

On note la dynamique de peuplement humain dans la région des Monts de Tiaret, à partir du paléolithique inférieur pendant le pléistocène moyen jusqu'à la période protohistorique dans l'holocène.

L'Analyse de Peuplement Préhistorique et protohistorique de la Région des Monts de Tiaret à l'aide des SIG.

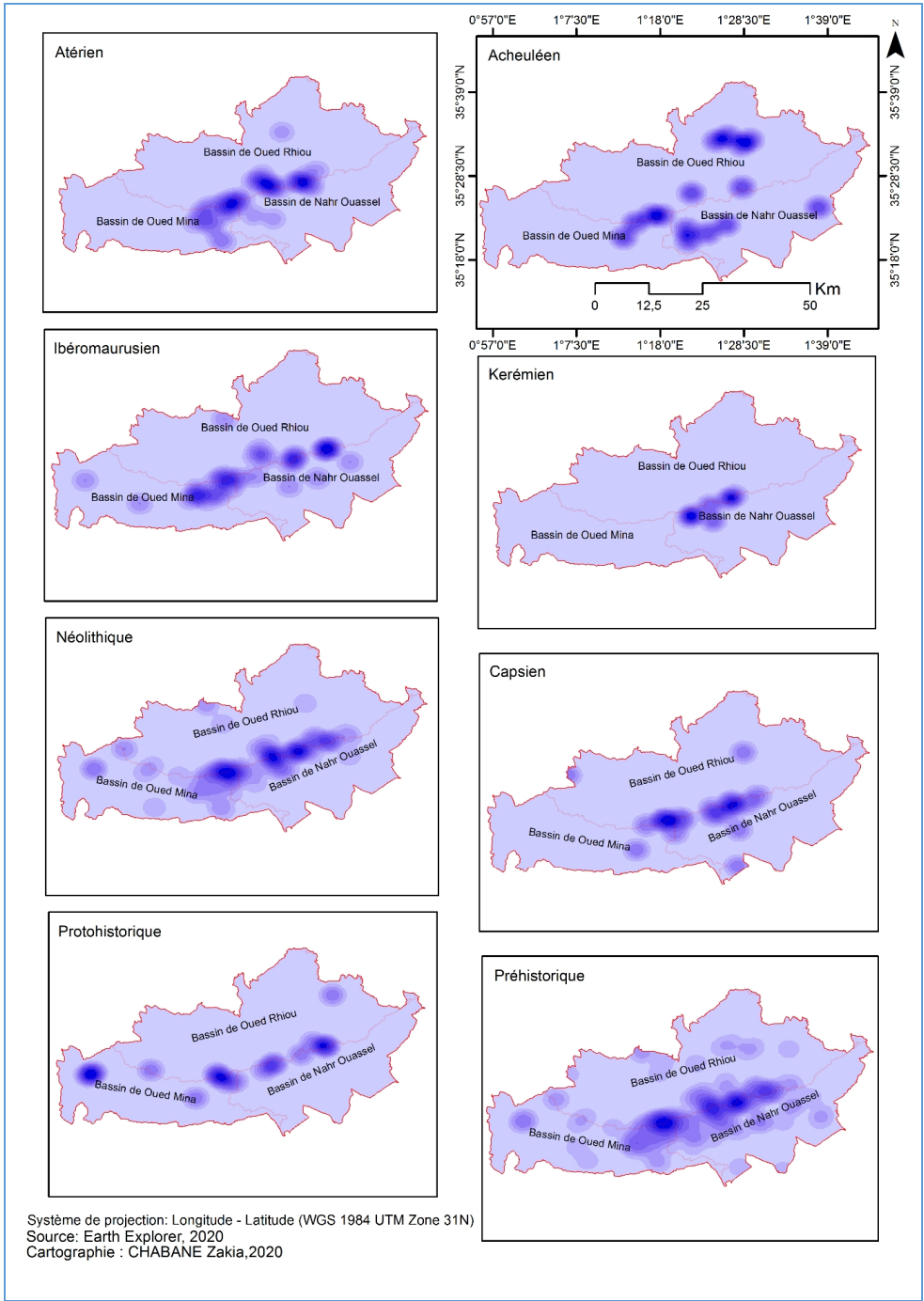
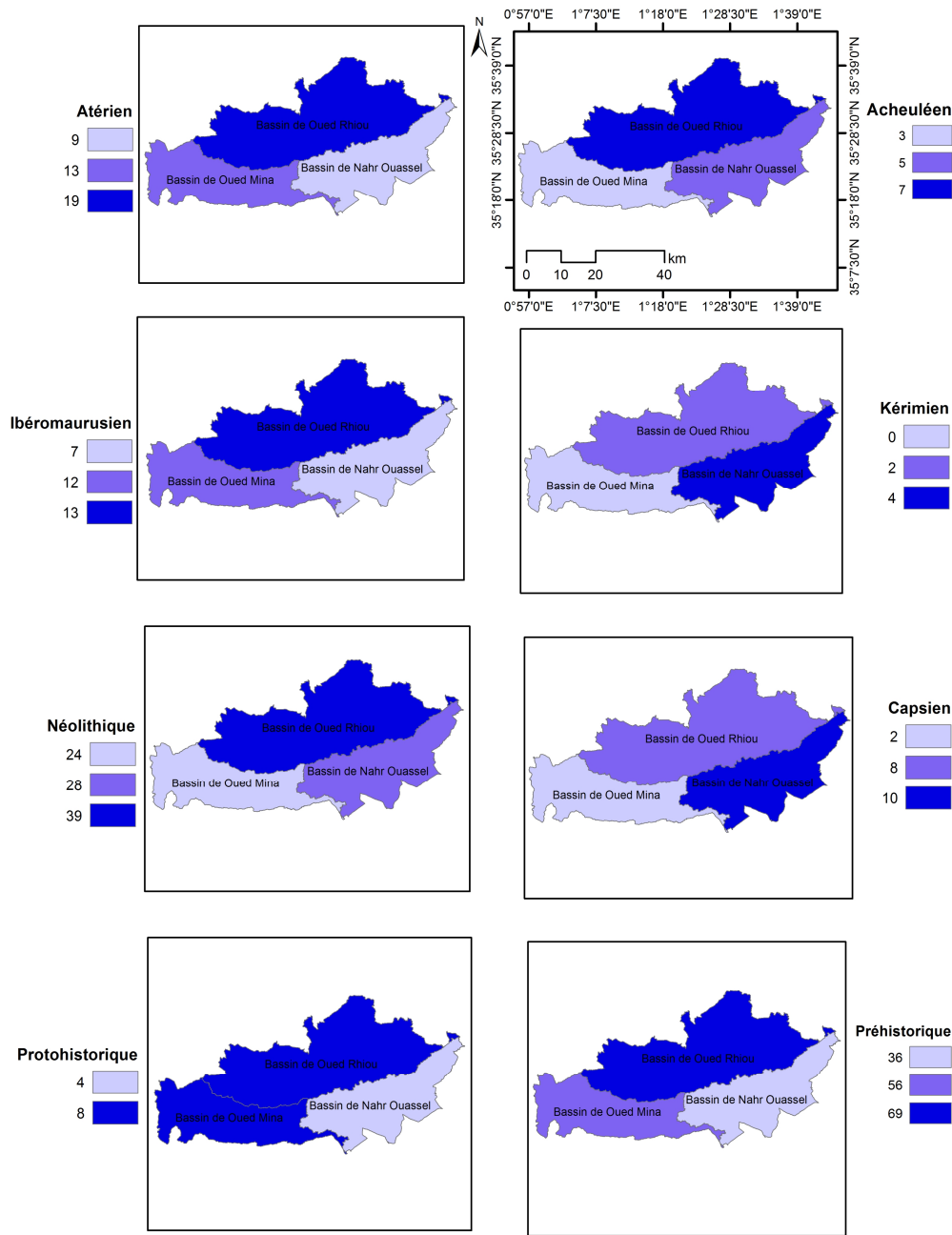


Figure 11: La densité des sites préhistoriques de la région des Monts de Tiaret.

La fig. 12 permet de visualiser très efficacement par le dégradé de couleur la densité des sites archéologiques selon la culture et la période par secteur dans la zone d'étude. Elle met en évidence la différenciation de nombres des sites et les territoires géographiques d'une part, d'une culture à une autre et d'autre part, d'une période à une autre. On distingue que le faible pourcentage des sites pré et protohistoriques prouvé dans le secteur Bassin de Nahr Ouassel.

L'Analyse de Peuplement Préhistorique et protohistorique de la Région des Monts de Tiaret à l'aide des SIG.



Système de projection: Longitude - Latitude (WGS 1984 UTM Zone 31N)
 Source: Earth Explorer, 2020
 Cartographie : CHABANE Zakia,2020

Figure 12: La répartition des sites par période et cultures dans la région des Monts de Tiaret.

4.3 Exploitation des milieux d'altitude:

Exploitation des milieux d'altitude reflète bien la richesse, mais aussi l'inégale répartition des sites préhistoriques.

La période préhistorique connaît une multiplication des sites et une relative montée en altitude. Les sites sont généralement implantés au bord des Oueds et des Kefs qui offraient des ressources biologiques abondantes et variées. Et comme la région est connue par le relief de Kef, la population préhistorique l'a exploité pour s'abriter et s'installer près des points d'eau.

La répartition géographique des sites semble obéir à trois principes dans l'organisation du peuplement. Le premier est l'occupation des régions basses ou de moyenne altitude, de préférence à proximité des cours d'eau (Nahr Ouassel) pour la pêche et l'exploitation de gîtes siliceux dans le Bassin de Nahr Ouassel. Le deuxième est l'implantation en plateau, jusqu'à 1003 m d'altitude dans Ferouane, liée à l'exploitation de la matière première siliceuse ou à une chasse spécialisée. Le troisième est l'occupation privilégiée des abris naturels, abris sous roche au niveau des Kefs qui témoignent des activités spécialisées comme la chasse et l'art rupestre dans les altitudes jusqu'à 1200 m dans Djebel Guezoul.

L'Analyse de Peuplement Préhistorique et protohistorique de la Région des Monts de Tiaret à l'aide des SIG.

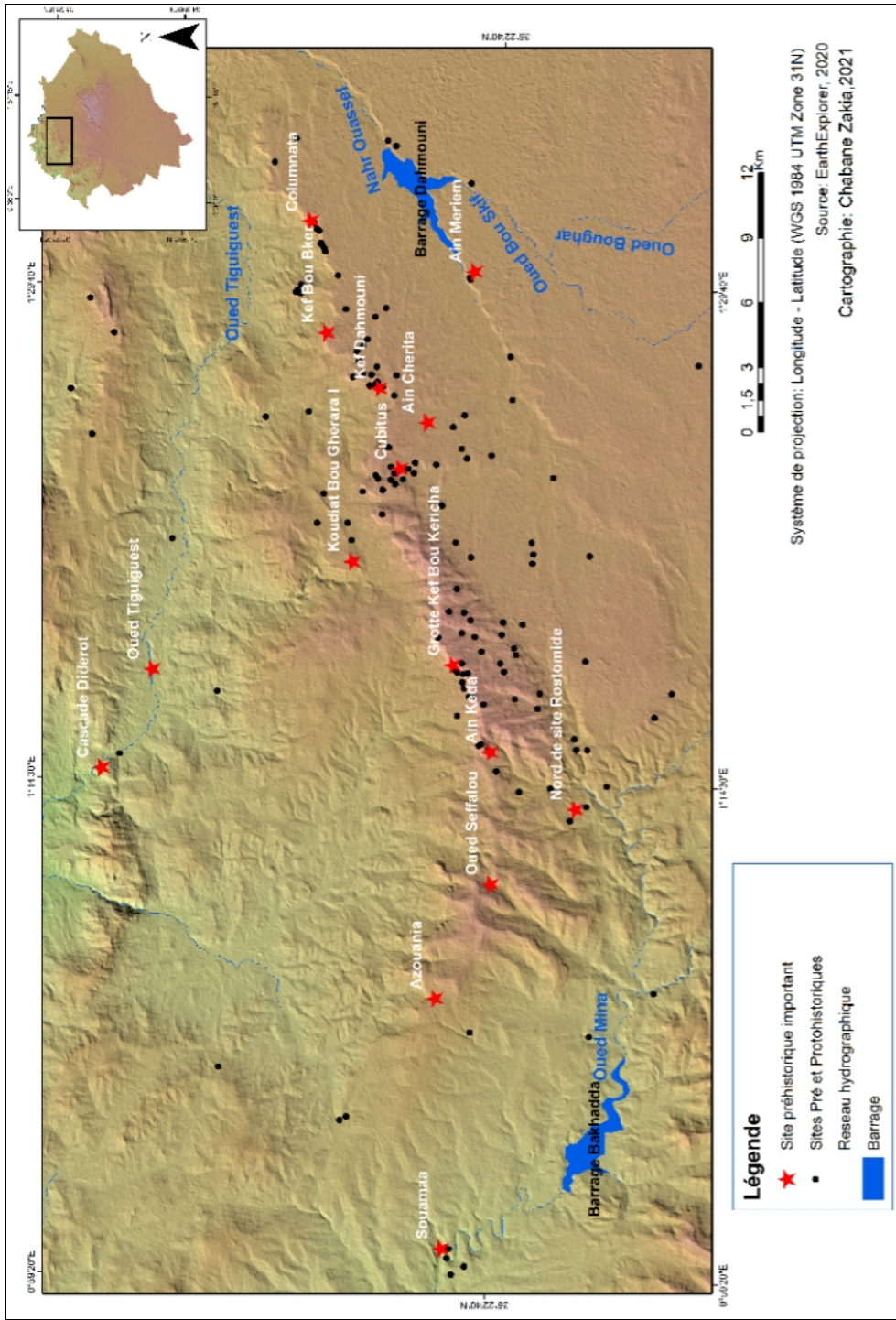


Figure 13 : Carte statique de la répartition spatiales des sites pré et protohistoriques de la zone d'étude sur un MNT.

4.4 Les paramètres dérivés de l'hydrographie :

On a réalisé un modelBuilder (fig.14) pour le réseau hydrographique et pour délimiter les secteurs (bassins versants) de la zone d'étude à l'aide des images satellites SRTM téléchargées dans le site Earth Explorer-USGS. On a exploité un TIN pour l'élaboration de la carte de réseau hydrographique car il permet de visualiser les paléochenaux.

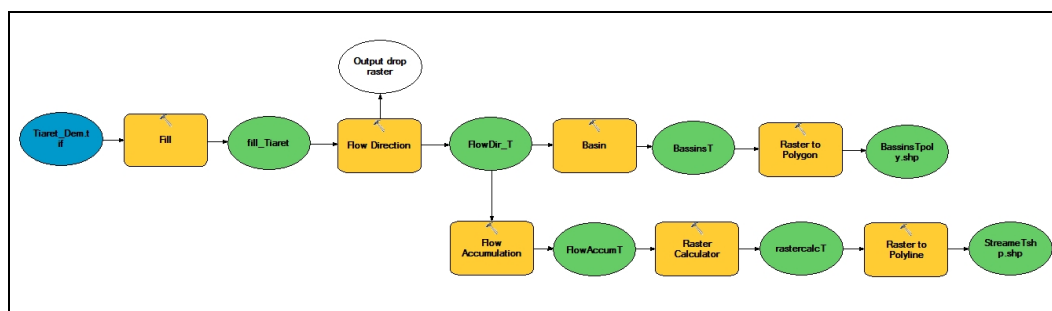


Figure 14 : Le ModelBuilder utilisé pour l'élaboration de la carte de réseau hydrographique de la région des Monts De Tiaret.

La carte de réseau hydrographique (fig.15) visualise les cours d'eau de la zone d'étude, se caractérise par une densité importante. Les systèmes Oueds dans la région des Monts de Tiaret représentent des milieux très favorable pour l'étude des relations entre l'homme et le milieu et contribuent à la conservation des sites pré et protohistoriques, la zone alluviale se caractérise par une surreprésentation des sites archéologiques. La principale raison est probablement l'attrait (richesse et accessibilité des ressources naturelles faunistiques et floristiques)¹.

¹ FRANCHOMME M., SALVADOR P-G. et KERGMARD C., 2003.- Conception et utilisation d'un SIG pour l'étude des données (paléo-) environnementales et archéologiques dans le bassin versant de la haute Deûle, In : Revue du Nord, Vol.5, n° 353 ; P.41

L'Analyse de Peuplement Préhistorique et protohistorique de la Région des Monts de Tiaret à l'aide des SIG.

Oued permanents, sont connus dans des environnements ouverts se traduit pareillement par l'occupation privilégiée des sols de vallée, en titre d'exemple l'occupation de l'homme acheuléen dans le secteur de Nahr Ouassel. Pendant la culture capsienne l'homme s'appuie sur les points d'eau comme ressource naturelle.

Un facteur intervient est telle la proximité du cours d'eau, dans la zone tampon de 500 m appliquée au réseau hydrographique (paléochenaux) de la région des Monts de Tiaret, soit 82 site présentés dans la zone tampon. Un autre facteur participe aussi est la proximité des sources d'eau, dont la zone tampon réalisée est d'un kilomètre (fig.16), qui est un calcul de distance par rapport aux points d'eau.

On constate que la proximité de l'eau est recherchée dans la zone d'étude. L'importance de la proximité des cours d'eau, ce qui traduit que l'homme peut atteindre cette ressource naturelle sans faire des efforts.

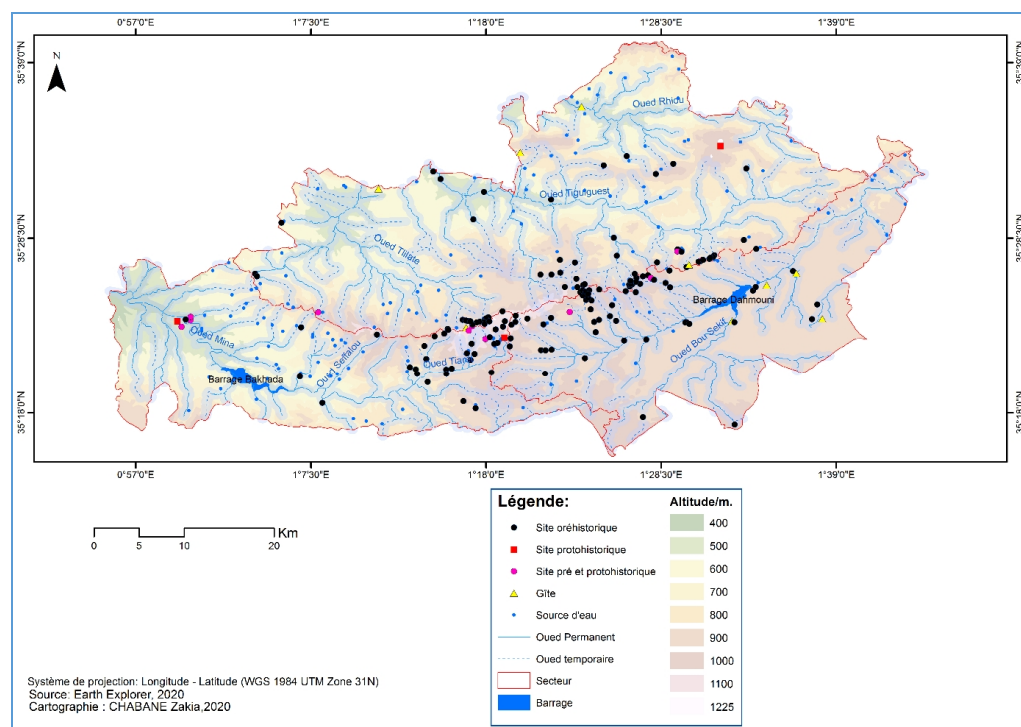


Figure 15 : Zone tampon de réseau hydrographique de la région des Monts de Tiaret.

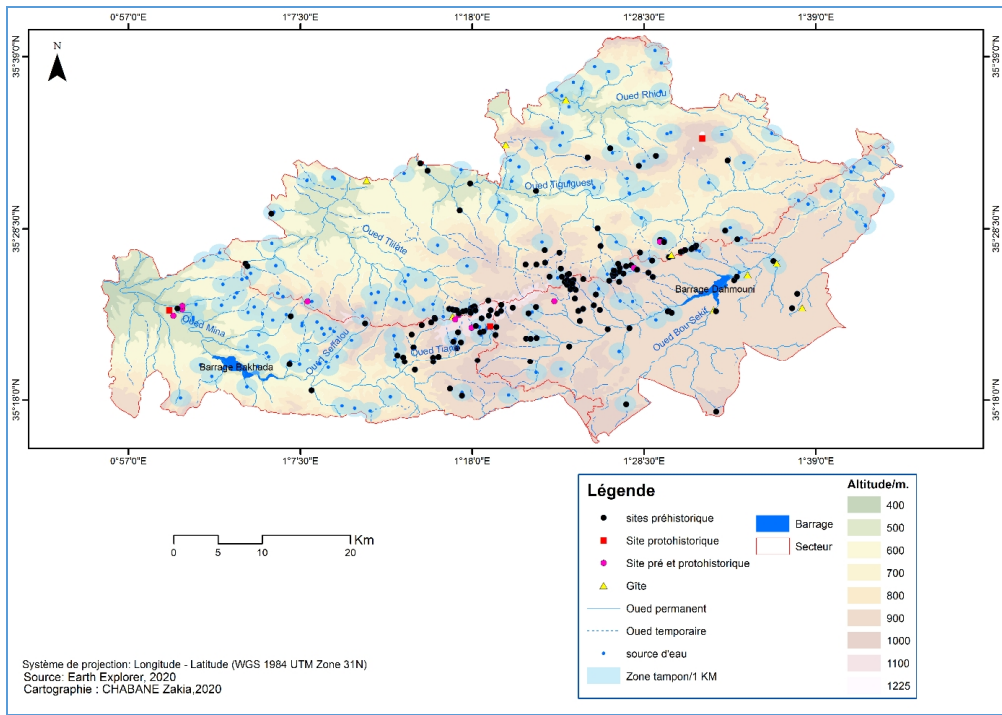


Figure 16 : Zone tampon des sources d'eau de la région des Monts de Tiaret.

4.5 La visibilité :

La visibilité est l'un des outils les plus importants pour étudier les sites d'occupations de l'homme fossile. Certaines études archéologiques et géographiques ont montré que la méthodologie de sélection des sites archéologiques a pris en compte la visibilité et en a fait un élément important pour les stratégies de peuplement humain.

Les études de visibilité font partie des outils classiques offerts par les SIG et ont été, à ce titre, largement utilisées pour répondre aux questions de territorialité propres aux sociétés humaines. Dans la mesure où un espace visuellement perçu est socialement approprié et, selon le statut de l'observateur, partiellement contrôlé, il est important de considérer les études de visibilité comme un outil de modélisation

L'Analyse de Peuplement Préhistorique et protohistorique de la Région des Monts de Tiaret à l'aide des SIG.

incontournable. Elles permettent en effet de reformuler certaines notions fondamentales pour l'étude des formes du peuplement humain : le territoire, conçu comme un espace occupé, transformé, approprié et contrôlé par un groupe social ; le statut ou rang, qui correspond aux différents niveaux de la hiérarchisation du peuplement ; Les relations entre les différents lieux d'un système spatial, c'est-à-dire les questions de spécialisation et de complémentarité des entités archéologiques. Le calcul de la visibilité détermine les espaces qui peuvent être théoriquement vus à partir d'un ou de plusieurs points d'observation¹.

Une fonction multicouche qui analyse la visibilité en fonction du terrain. Nécessite une couche raster et une couche vecteur et donne une couche raster de visibilité qui vous indique d'où l'entité peut être vue, ou alternativement, dans quelles zones quelqu'un se tient et peut voir par cette entité ? Le résultat est une nouvelle couche de raster, représente ce qui peut et ne peut pas être vu d'un point précis². Une carte de visibilité peut être associée à une ou plusieurs autres. Le résultat en est une carte de visibilité multiple dans laquelle les valeurs sont soit égales à 1 (visibles) ou soit égales à 0 (non visibles). La somme algébrique de deux ou plusieurs cartes de visibilité aboutit à une carte de visibilité cumulées. Dans ce cas, chaque cellule de la carte porte un nombre entier qui va de 0 à un nombre théorique maximum correspondant au nombre

¹ GAUTHIER E., and all., 2019.- ArchaeDyn-Atelier 3Dynamiques de circulation et de consommation de produits bruts et manufacturés: recherches méthodologiques. ArchaeDyn - Atelier 3; P. 122

² LIEFF S., 2003. Applications of geographic information science in the archaeological research of The Fincastle Kill Site (DIOx 5) Alberta, Canada, And Tel Beth-Shemesh, Israel, Thesis Submitted to the School of Graduate Studies of the University of Lethbridge. P. 43

total d'observateurs¹. D'après la carte de visibilité cumulées pour les sites préhistoriques de l'industrie lithique de la région des Monts de Tiaret (Fig.17), on constate l'intensité de l'occupation de l'homme de l'espace dans les hauteurs avec une forte visibilité et que l'intervisibilité des implantations constituant les noyaux de peuplement, lequel traduit une forte concentration du peuplement préhistorique.

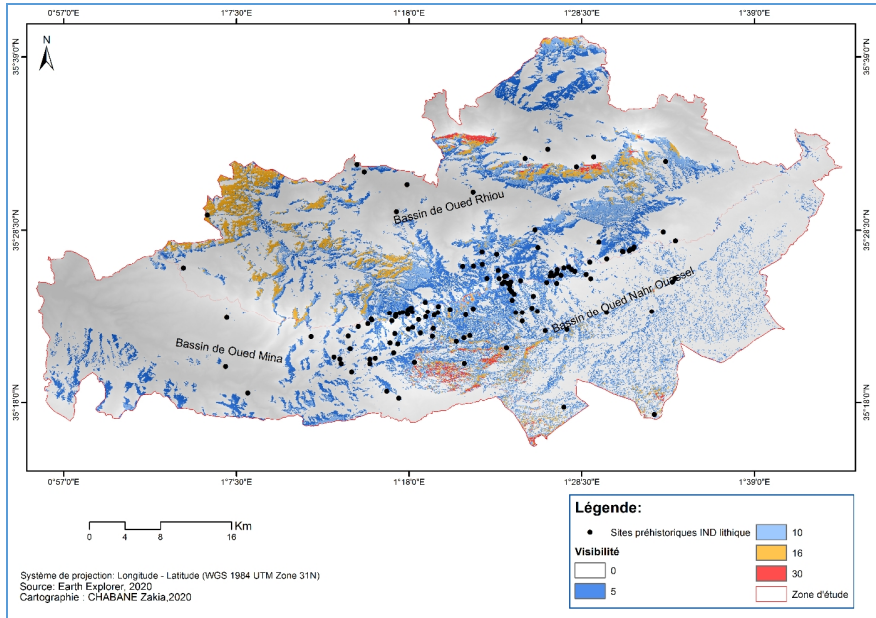


Figure 17 : Carte des visibilité cumulées pour les sites préhistoriques de l'industrie lithique de la région des Monts de Tiaret.

De nombreux groupes culturels utilisent les falaises comme un moyen pour chasser les animaux. L'analyse de la visibilité sous ArcGIS 10.4.1 pour répondre si l'hypothèse était un moyen efficace de chasser les animaux dans cette région, et c'est pour cela, l'homme préhistorique à choisis les Monts de Tiaret où il a pratiqué ses activités. On l'a appliquée aux sites préhistoriques qui renferment des vestiges

¹ GAUTHIER E., and all., 2019.- ArchaeDyn-Atelier 3Dynamiques de circulation et de consommation de produits bruts et manufacturés: recherches méthodologiques. ArchaeDyn - Atelier 3; P. 123

L'Analyse de Peuplement Préhistorique et protohistorique de la Région des Monts de Tiaret à l'aide des SIG.

faunistiques comme points d'observation sur un DEM dans la région des Monts de Tiaret, où on a obtenu une carte de visibilité cumulées (fig.18). Le résultat de visibilité dans les hauteurs au niveau des Kefs et plateaux dans la zone d'étude (fig.19) est : depuis le site de Kef Dahmouni avec un champ de vision allant jusqu'à 26,24 km, atteignant au maximum Djebel Guedel et le champ de vision par la Grotte de la Hyène est de 21,57 km, mais elle se caractérise par le plus grand angle obtus, il couvre le Dépression de Rahouia. Il est même plus large que le champ de vision depuis le site de djebel Mehanoun, dont le champ de vision limité à 30 Km, il couvre une grande surface du plateau de Sersou, qui fait partie de la zone d'étude.

Le site du pont de Oued Mesguida est présenté comme un échantillon dans un endroit près de la vallée à une faible altitude, on a obtenu un champ de vision rétrécit, car la visibilité n'atteint que 2,56 km, il ne surplombe que la vallée de Mesguida.

Il sait que sur les sites situés en hauteur, le champ de vision est large et long, il n'y a donc rien qui empêche de regarder à une longue distance. Dans la zone d'étude, l'homme préhistorique et protohistorique cherche les hauteurs représentées dans les kiffane, qui surplombent sur les pentes ou les dépressions (basses plaines).

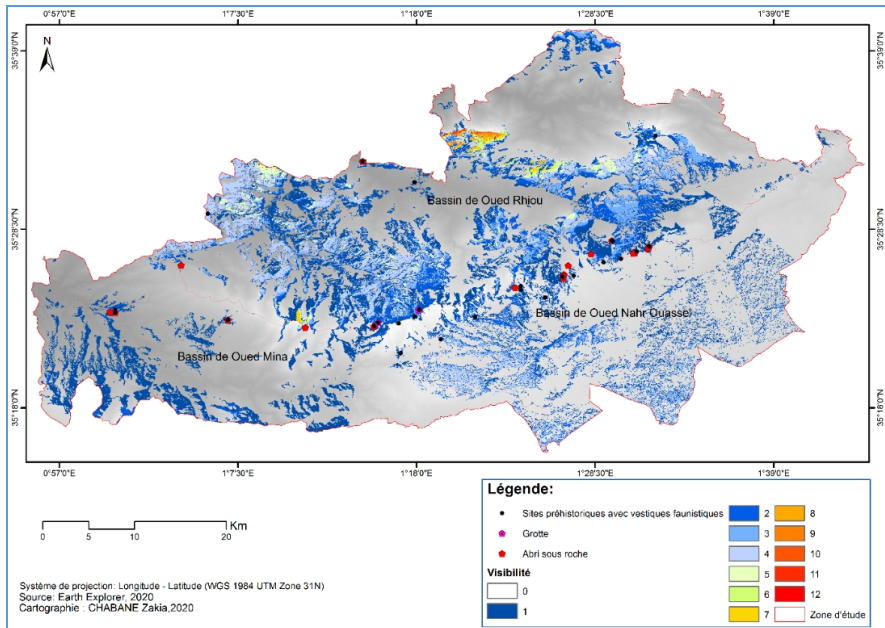


Figure 18 : Carte des visibilités cumulées pour les sites préhistoriques avec vestiges faunistiques de la région des Monts de Tiaret.

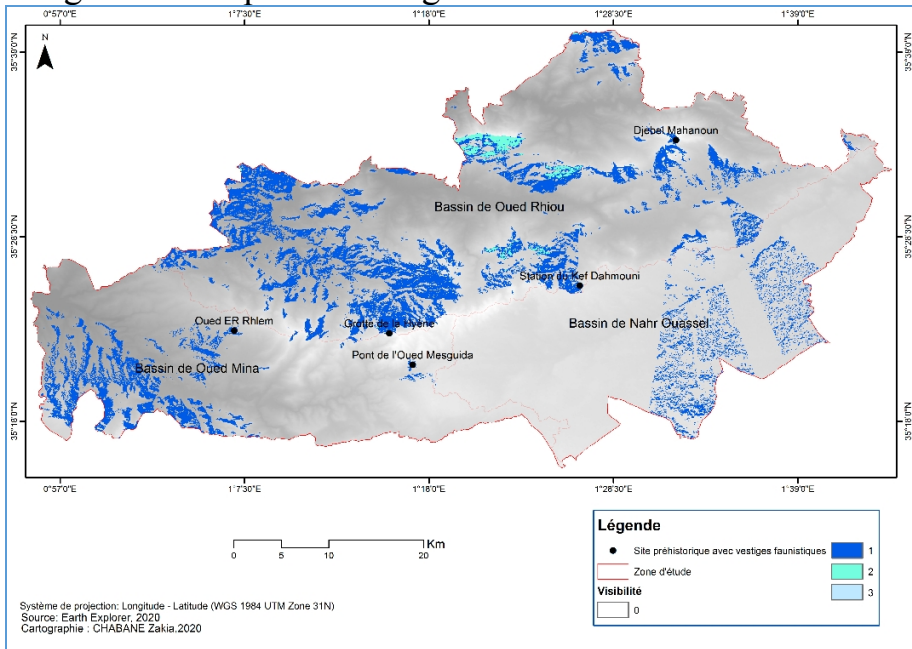


Figure 19 : Carte de visibilité pour les sites préhistoriques avec vestiges faunistiques de la région des Monts de Tiaret.

L'Analyse de Peuplement Préhistorique et protohistorique de la Région des Monts de Tiaret à l'aide des SIG.

L'analyse des sites protohistoriques aux monuments funéraires (fig.20), montre que l'homme protohistorique cherche une insolation assez élevée et une protection contre les vents qui viennent de l'ouest, la plupart sont exposés vers le sud.

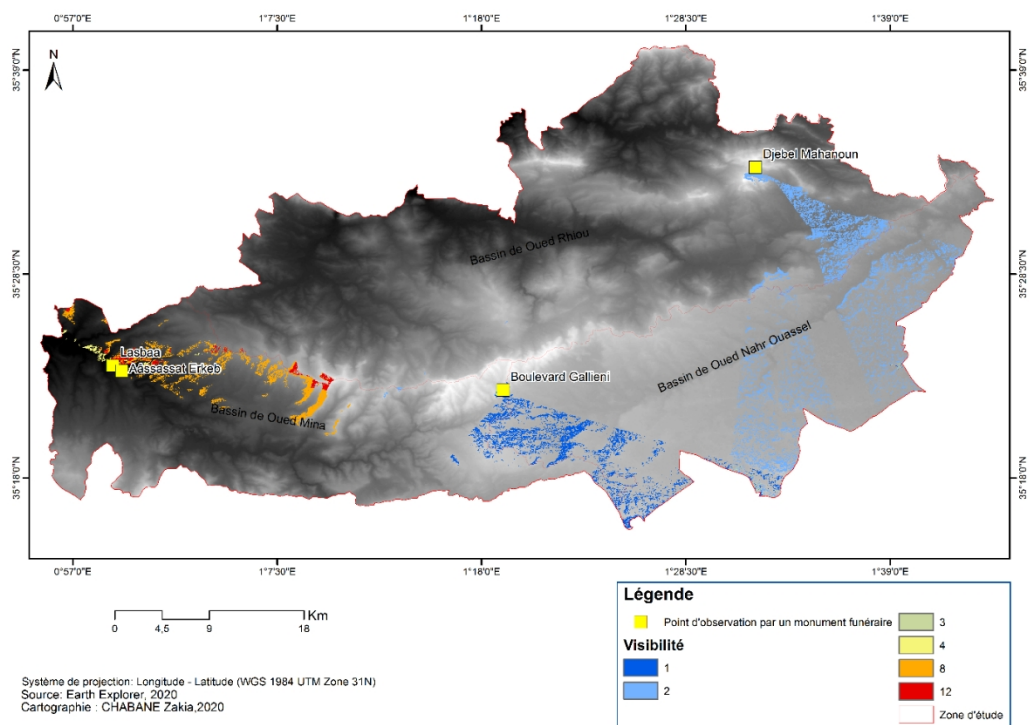


Figure 20 : Carte de visibilité pour les sites protohistoriques qui représentent des monuments funéraires.

4.6 Le paramètre géologique :

On a appuyé sur le paramètre géologique (fig.21) pour déterminer l'unité géologique préférée par l'homme fossile.

Les sites sont installés dans différentes formations géologiques, notamment dans le miocène inférieur à marnes grises avec des bancs de grès de Tiaret soit 53,65 %, comme la ligne des Kef à L'Est, Djebel Ben Djoufia, Djebel Guezoul et Djebel Nsara de Gartoufa. Ainsi, dans les formations de Miocène moyen et supérieur à grès et poudingues

On distingue que les établissements humains pendant le pléistocène et l'holocène est concentré dans la région des Monts de Tiaret dans les formations du Miocène qui sont constituées de grès de Tiaret, qui forme des falaises rocheuses appelées la région des Kef, dont se caractérise par le phénomène de cavitation, ces Kef renferme plusieurs habitations naturels (abris sous roche et grottes), puis occupés par l'homme fossile.



1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 84

4.7 La matière première :

Exploitation de l'homme préhistorique dans les Monts de Tiaret une matière première autochtone qui est le silex blanc, cette matière est trouvée dans les gîtes primaires et secondaire qu'on a prospectés (fig.8). En titre d'exemple, dans le Bassin de Nahr Ouassel, l'homme fossile a exploité les gites secondaires pour acquérir la matière première qui est en forme de blocs ou nodules déjà détachés de son contexte, ainsi l'homme préhistorique gagne de l'énergie et du temps. On constate que ce bassin est riche en silex au niveau de ces trois terrasses.

Il a exploité d'autres matières premières allochtones comme le silex noir, silex blanc vitreux (transparent), silex datté et le quartzite. Probablement, l'homme fossile ramène le quartzite de Tissemsilt pour tailler et produire de l'industrie lithique.

4.8 L'application mobile smartGIS_ArcAtlasC:

Ce travail fait appel aux systèmes d'information Géographique (SIG) qui sont des systèmes informatisés comprenant plusieurs bases de données archéologique. Cet outil apporte une aide à la prise de décision¹, ces fonctions spatiales et métadonnées sont utilisées dans la base de données SIG pour répondre à des questions sur le monde réel². ArcGIS est un système complet qui permet de collecter, organiser, gérer, analyser, communiquer et diffuser des informations géographiques)³.

Notre étude traite les Monts de Tiaret comme modèle et comme outils pour notre SIG on a utilisé ArcGIS qui est une principale

¹ PAEGELOW M., 2014, Géomatique et géographie de l'environnement, De l'analyse spatiale à la modélisation prospective, Habilitation à Diriger des Recherches. Université de Toulouse. Tom.1, P.18

² ARONOFF S., 1989, Geographic information systems: A management perspective, Pub, WDL Ottawa , P. 189

³ <https://resources.arcgis.com/fr/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>

plateforme de développement et d'utilisation des systèmes d'informations géographiques (SIG). Ce travail est consacré à la région des Monts de Tiaret, où il présente des informations sur les sites archéologiques en général et les sites pré et protohistoriques en particulier.

Découvrir la réalisation d'une application mobile pour identifier et inventorier les sites archéologiques notamment pré et protohistoriques, les résultats présentés dans cet article, s'inscrivent dans le cadre d'une thèse de Doctorat actuellement en préparation à l'Université Alger 2.

Cette application est un ensemble de Géoformes et de cartes intelligentes qui permettent d'avoir une vision claire afin de promouvoir le patrimoine archéologique de cette région.

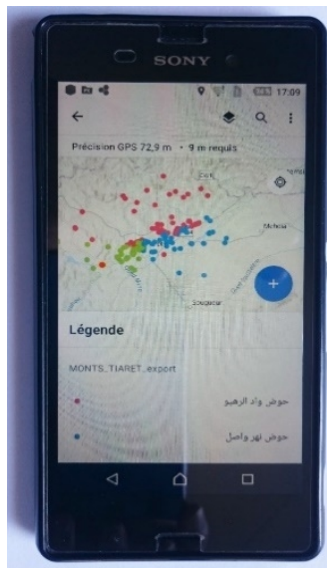


Figure 22: Visualisation de l'application smartGIS_ArcAtlasC sur un smartphone (réalisée par CHABANE Zakia).

5.Conclusion :

Cette étude nous a permis de relocalisé les sites préhistoriques qui se situent dans la région des Monts de Tiaret au niveau de la ligne des Kef et les hautes plaines. Les sites sont installés dans différentes formations géologiques, notamment dans le Miocène inférieur à marnes grises avec des bancs de grès, comme la ligne des Kef à L'Est, Djebel Ben Djoufia, Djebel Guezoul et Djebel N'sara de Gartoufa.

Exploitation de l'homme préhistorique une matière première autochtone qui est le silex blanc, cette matière est trouvée dans les gîtes primaires et secondaire qu'on a prospectés. Il a exploité d'autres matières premières allochtones comme le silex noir, silex blanc vitreux, silex datté et le quartzite.

Les sites sont généralement implantés au bord des Oueds et des Kefs qui offraient des ressources biologiques abondantes et variées. Et comme la région est connue par le relief de Kef, la population préhistorique l'a exploité pour s'abriter et s'installer près des points d'eau. Et exploitation des paléorécifs qui se caractérisent d'un important pourcentage de sable comme corridors.

La topographie de la zone d'étude est un facteur important pour l'implantation des établissements humains, la densité des sites est au niveau des cols, col de Torrich et col de Guertoufa sans oublié le corridor de Kef Dahmouni. Puis on note que le peuplement pré et protohistorique de la région des Monts de Tiaret est organisé.

La numérisation du patrimoine archéologique, sa transformation en information numérique de style et de forme différents, est une étape que l'État doit franchir pour inventorier ses travaux, et de suivre le rythme de la modernisation dans son secteur patrimonial. Car l'adoption de la voie de la numérisation de produit du l'archéologie patrimonial, est devenu un défi majeur pour l'évaluation des biens matériels, conformément à la politique nationale de préparation de la région, à son développement durable, et aux outils de terrain qui pertinents pour soutenir le patrimoine culturel national.

Références bibliographiques :

- FRANCHOMME M., and all, 2003, Conception et utilisation d'un SIG pour l'étude des données (paléo-) environnementales et archéologiques dans le bassin versant de la haute Deûle. In : Revue du Nord, Vol.5, n° 353, PP. 35-45
- GOURGUEN D., 2013.-L'apport de la géomatique aux nouvelles recherches archéologiques en Asie centrale. Cahiers d'Asie centrale , 573-585
- CADENAT P., 1966.- Atlas préhistorique de l'Algérie, feuille n°33 P Tiaret, Libya, T. XIV, PP. 21-113
- GAUTHIER E., and all, 2019.- ArchaeDyn-Atelier 3Dynamiques de circulation et de consommation de produits bruts et manufacturés: recherches méthodologiques, ArchaeDyn - Atelier 3, 227 P.
- LIEFF S., 2003. Applications of geographic information science in the archaeological research of The Fincastle Kill Site (DIOx 5) Alberta, Canada, And Tel Beth-Shemesh, Israel. Thesis Submitted to the School of Graduate Studies of the University of Lethbridge, 119 P
- COLLIN S., 2017. SIG route, Petit focus sur l'utilisation de Survey123. In Bulletin de la Géomatique en Nouvelle Calédonie, n°49 , PP. 01-05
- SCHMITT C., 2014. Modélisation de la dynamique des systèmes de peuplement : de SimpopLocal à SimpopNet. Thèse de Doctorat en Géographie, Université Pantheon-Sorbonne - Paris I. 383 P.
- Hydro Quebec TransÉnergie, Synthèse des connaissances environnementales pour les lignes et les postes (1973-2013), Patrimoine et Archéologie.
- Eun Sun Choi, and all., 2006, Conception et exécution de bases de données intégrées pour l'analyse des rapports spatiotemporels des artefacts du Paléolithique, In Anthropologie, n° 110, PP. 201-222.

***L'Analyse de Peuplement Préhistorique et protohistorique de la
Région des Monts de Tiaret à l'aide des SIG.***

PAEGELOW M., 2014, Géomatique et géographie de l'environnement, De l'analyse spatiale à la modélisation prospective, Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Toulouse, Tom.1, 211 P.

ARONOFF S., 1989, Geographic information systems: A management perspective, Pub, WDL Ottawa.

<https://resources.arcgis.com/fr/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>