

Les monuments quadragulaires

- inventaire archéologique satellitaire de la plaine de l'Ighazer -



q_Tabzagor_114

Zone : Tadarast



périmètre : 14.5 m
surface : 13 m²
orientation : est
azimut : 10°

accoler : oui
distance : 3 m
altitude : 490 m

q_In Gall_27

Zone : Ighazer



périmètre : 16.1 m
surface : 15.6 m²
orientation : ouest
azimut : -45°

accoler : oui
distance : 6 m
altitude : 468 m

q_Taghaouaji_1206

Zone : Air



périmètre : 14.5 m
surface : 13 m²
orientation : ouest
azimut : -21°

accoler : oui
distance : 5 m
altitude : 535 m

q_Assaouas_321

Zone : Piémont



périmètre : 22.5 m
surface : 31.1 m²
orientation : est
azimut : 25°

accoler : oui
distance : 5 m
altitude : 407 m



Inventaire archéologique satellitaire de la plaine de l'Ighazer de [Laurent Jarry](#) est mis à disposition selon les termes de la [licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International](#).

Introduction

Dans cette version 3.0, l'ensemble des monuments a été repris pour préciser leurs dimension et orientation, ce qui consolide bien entendu ces données par rapport aux versions précédentes.

Méthode et outils

Composition de la table des données

Construite directement dans **QGIS**, la table '**quadrangulaires**' contient des polygones représentant les monuments le plus souvent quadrilatères et quelques pentagones, reflétant ainsi mieux la diversité de ce type de monuments et sa difficulté d'interprétation dans les images satellites. Le polygone est orienté dans son ensemble comme le monument et permet ainsi de calculer son azimuth.

Nom	Type	Définition	Mode de calcul
Données d'identification			
q_id	integer	identifiant unique	\$id
q_nom	string	nom du village le plus proche	'q_' "join_village" '_' \$id
Données géographiques			
q_zone	string	zone géomorphologique (Ighazer, Tadarast, Piémont, Aïr)	'join_zone'
q_village	string	nom du village le plus proche	"join_village"
q_terrain	string	nature du support du terrain	argileux, sableux, rocheux
q_elevat	integer	altitude	"join_elevation"
q_exposit	string	exposition de la pente	"join_exposit"
q_pente	integer	% de la pente	"join_pente"
Données techniques			
q_type	String	présence absence d'élément à l'intérieur du monument	saisie
q_area	decimal	surface du polygone	\$area
q_emprise	Integer	surface de l'emprise au sol du monument	emprise
q_perim	integer	périmètre du monument en mètre	\$perimeter
q_dist	integer	distance en mètre du plus proche voisin	"join_distance"
q_azimuth	integer	azimut du monument, création de l'axe du polygone avec le plugin OMBB puis application de la formule ci-contre calcule entre 180°et -180°	(ATAN ((xat(0)-xat(1))/(yat(0)-yat(1))))*180/3.1416)
q_risk	Integer	niveau de dégradation 1= bon, 2= moyen, 3= important	saisie
Données calculées			
q_orient	string	orientation en format texte	CASE WHEN "q_azimuth" > 0 THEN 'Est' WHEN "q_azimuth" < 0 THEN 'Ouest' ELSE 'Nord' END
q_azimut	integer	azimut compris entre 0° et 360°	
q_perim2	string	classe des périmètres en format texte (moyenne)	CASE WHEN "q_perim" > 22.5 THEN 'grand' WHEN "q_perim" < 10 THEN 'petit' ELSE 'moyen' END
q_perim3		classe des périmètres en format texte (médiane)	
q_accoler	string	proximité du plus proche voisin (oui si <7m, non si >7m)	if("q_dist" > 1, 'non_accolé', 'accolé')

Tableau 1 : Principaux champs de la table des données

Les modes de calcul notés '**join_**' indiquent l'utilisation du plugin NNJoin ou PointSamplingTool. '**\$**' appelle une fonction automatique de la calculatrice de QGIS.

Les données sont dessinées sur les images Bing, avec la projection EPSG :4326 du WGS84. Les analyses statistiques ont été faites avec le logiciel **Orange** de l'université de Ljubljana, ainsi que **Rscript**.



Licence des données

L'ensemble des données est disponible aux formats **.shp** et **.csv** sous la [licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Vous êtes autorisé à :

- **Partager** — copier, distribuer et communiquer le matériel par tous moyens et sous tous formats
- **Adapter** — remixer, transformer et créer à partir du matériel

Lien de téléchargement des données : <http://www.ingall-niger.org/bd-ighazer>

Dénombrement

2 478 monuments composent la table des données.

Près des 2/3 des monuments sont concentrés sur les zones Piémont et Aïr. L'Ighazer est la zone avec la plus faible densité si l'on excepte la Tamesna totalement dépourvue de ce type de monument. Dans la zone Piémont la densité est 6 fois plus grande que dans l'Ighazer, à plus de 7 monuments par 100km².

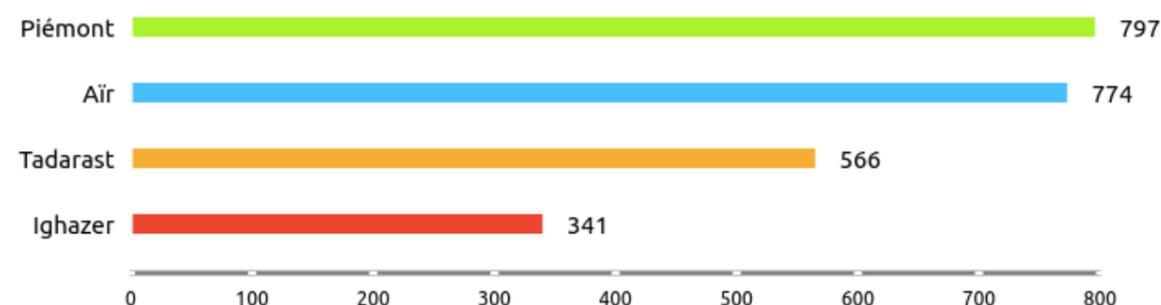


Figure 1: Nombre de monuments par zone géomorphologique

Zone	Densité
Ighazer	1,3
Tadarast	1,9
Piémont	7,3
Aïr	3,7

Tableau 1: Densité des monuments par 100km²

Distribution des caractères

La taille des monuments (périmètre, surface, emprise)

Ces trois mesures participent de la même dimension technique des monuments à savoir la taille. Périmètre et surface sont dépendants l'un de l'autre et l'emprise correspond au rectangle dans lequel s'inscrit le monument mais dans un système géodésique à axe vertical. Nous ne considérerons ici que le périmètre 'q_perim'. L'emprise au sol n'a de sens que lors des comparaisons avec d'autres types de monuments, circulaires, croissants, etc.

Dans les analyses suivantes nous définissons un 'q_perim2' qui traduit la taille des monuments en petit, grand et moyen, les 2 premiers correspondent aux monuments en dehors de l'écart-type de la moyenne, et les monuments moyens sont ceux qui sont dans l'écart-type de la moyenne. Nous définissons également un q_perim3 dont la base n'est plus la moyenne et son écart-type mais la médiane et ses quartiles, ceux-ci permet de mettre dans les petits le 1^{er} quartile et dans les grands le 4^{ème} quartile. Les quantités de monuments sont ainsi de 25 % dans ces quartiles et de 50 % pour les monuments moyens. Ceci à pour avantage de moins prendre en compte les valeurs extrêmes qui tire la moyenne vers elles (Figure 4).

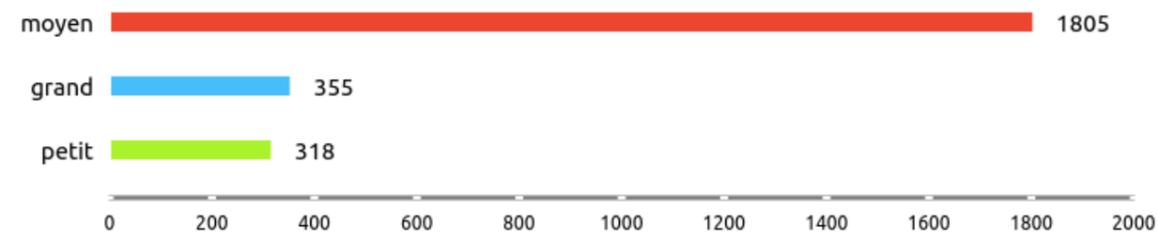


Figure 2: Nombre de monuments selon la taille (q_perim2)

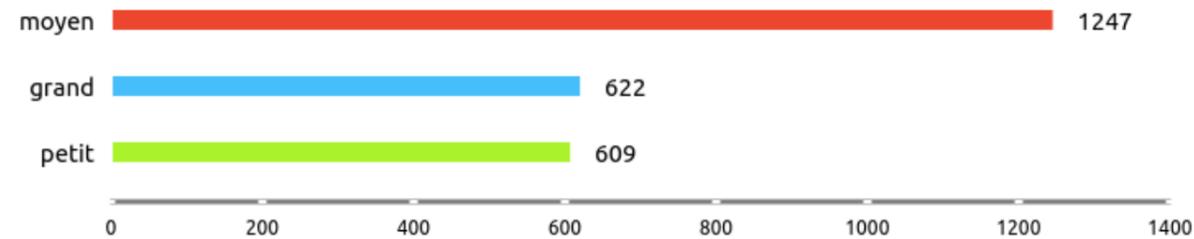


Figure 3: Nombre de monuments selon la taille (q_perim3)

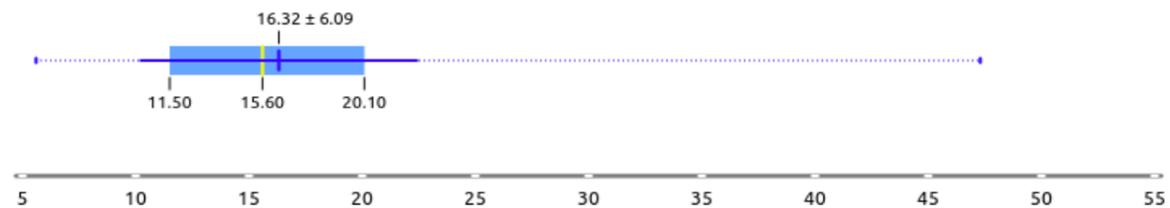


Figure 4: Moyenne (bleu foncé) et médiane (jaune + bleu clair) du périmètre

Près des 3/4 des monuments sont dans la fourchette moyenne des périmètres, les 'grands' et les 'petits' se répartissent de manière équitable autour de cette moyenne, mais ne représentent que 1/4 des monuments (Figure 2).

La médiane permet une répartition plus équitable des monuments entre une grande moitié que l'on considère comme 'moyens' et les 2 quarts restants étant les 'petits' et 'grands' (Figure 3). La notion de médiane apparaît opportune pour définir une taille qualitative qui somme toute n'est qu'une représentation a posteriori de ce que la notion de taille pouvait représenter à l'époque de leurs édifications.

Les monuments quadrangulaires se distribuent autour d'une moyenne du périmètre qui est de 16,3 mètres et d'une médiane de 15,6 mètres (Figure 4). On note néanmoins un certain nombre de monuments supérieurs à 25-30 mètres sans répartition géographique dominante (figure 5).

On ne note pas de différence significative du périmètre selon l'orientation est ou ouest (Figure 6), même si l'orientation est semble avoir une distribution un peu plus grande.

Les monuments quadrangulaires sont plus grands en Ighazer et Tadarast (18-19m) que sur le Piémont et dans les montagnes de l'Air (14-15m) (Figure 7). Moins la zone est dense en monument et plus cette zone semble contenir des monuments de grande taille.

Les monuments accolés ont un périmètre plus petit (14m) que les monuments isolés (17m) (Figure 8).

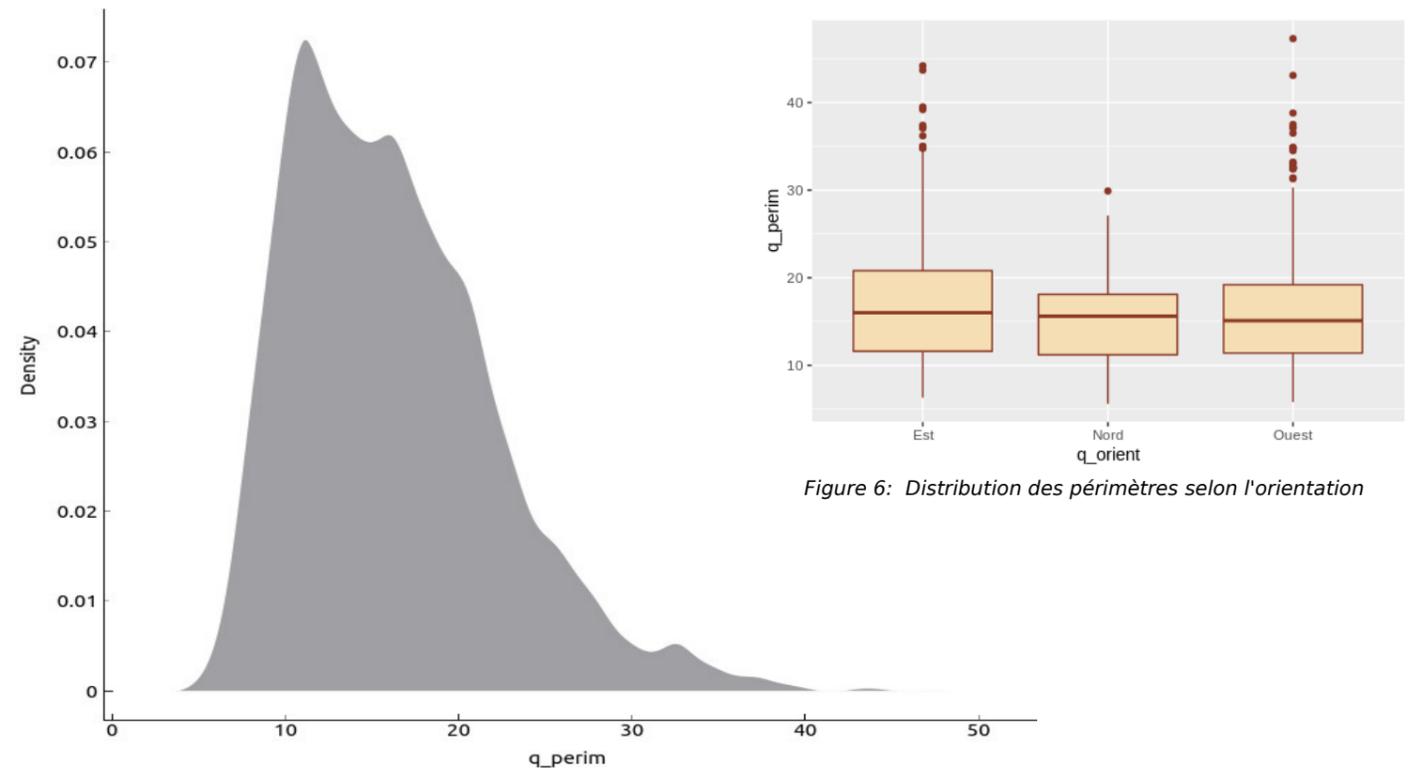


Figure 5: Distribution des monuments selon le périmètre

Figure 6: Distribution des périmètres selon l'orientation

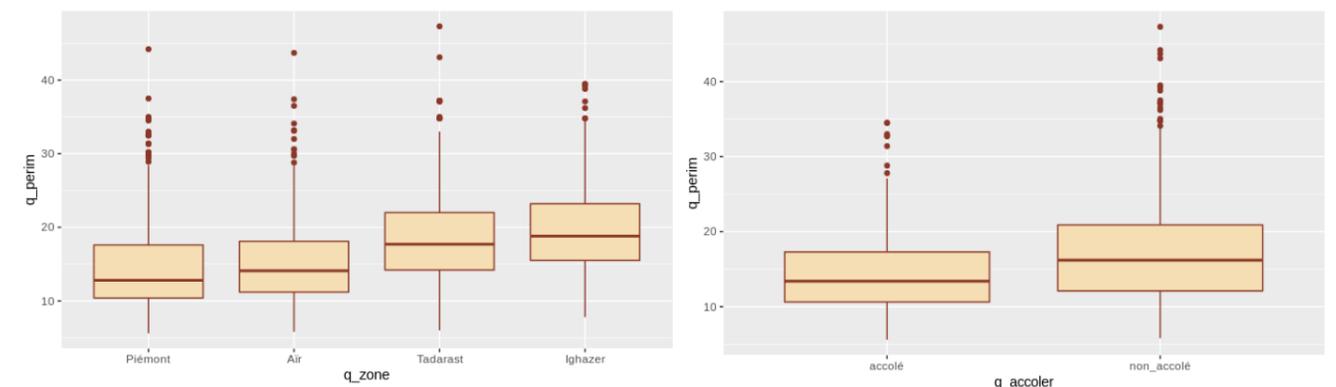


Figure 7: Distribution des périmètres selon les zones

Figure 8: Distribution du périmètre selon la proximité

L'orientation

Les monuments sont orientés vers l'ouest ou l'est dans des proportions assez similaires. Les éléments notés nord, c'est à dire 0° d'azimut, n'ont pas pu être précisés avec certitude où sont réellement plein nord.

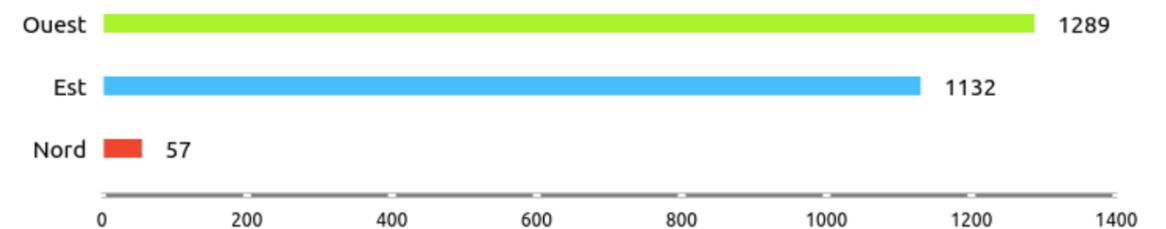


Figure 9: Nombre de monuments selon l'orientation

L'azimut des monuments varie de -90° à $+90^\circ$ (Figure 10), néanmoins ces valeurs extrêmes masquent la majeure partie des monuments qui sont sur une amplitude moindre de -50° à $+50^\circ$. L'écart type de la moyenne resserre même cette fourchette entre -25° et $+25^\circ$ avec un léger tirant vers les valeurs ouest ce qui paraît normal du fait du nombre un peu supérieur de ces éléments orientés ouest. Il n'est pas impossible que les quelques dizaines de monuments avec des orientations extrêmes n'en soient pas vraiment et représentent peut être d'autres types d'éléments anthropiques.

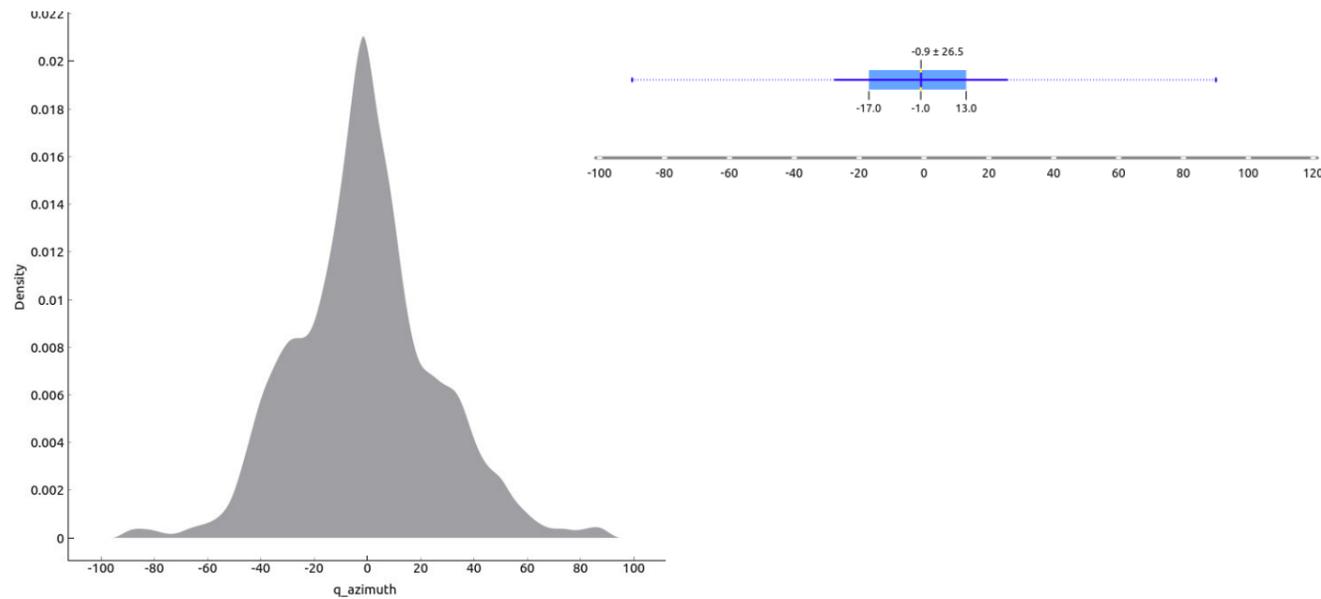


Figure 10: Dispersion des monuments selon l'orientation

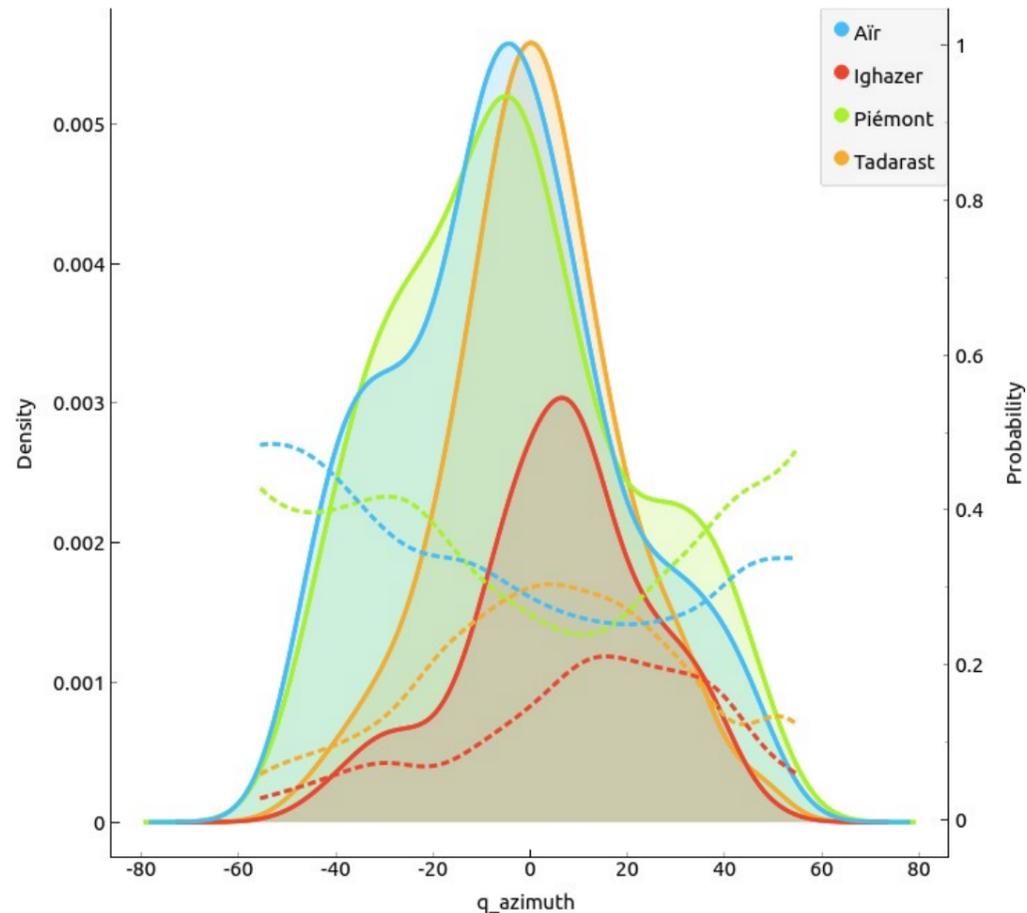


Figure 11: Dispersion de l'orientation selon la zone géomorphologique

On peut également remarquer, de part et d'autre de la courbe de distribution (Figure 10), deux paliers vers $-40-20^\circ$ et $+40+20^\circ$. Ces paliers se retrouvent bien sur la distribution des orientations par zone (Figure 11), et l'on note que ce sont les zones Air et Piémont qui déterminent ces paliers. Il y a toutefois une différence de fréquence entre ces paliers, 2/1000 pour celui orienté est contre 3/1000 pour l'ouest. Le palier est n'est d'ailleurs plus présent avec les monuments accolés. Ces paliers pourraient être liés à la mobilité des populations à certains moments de l'année, nous y reviendront dans la discussion finale.

Dans la figure 11, les courbes de probabilité (en pointillé) pour chaque zone montrent une opposition deux à deux, c'est-à-dire que lorsque la probabilité des courbes des zones Air et Piémont décroît, celle des zones Ighazer et Tadarast croît, l'optimum se faisant vers $10-15^\circ$ est.

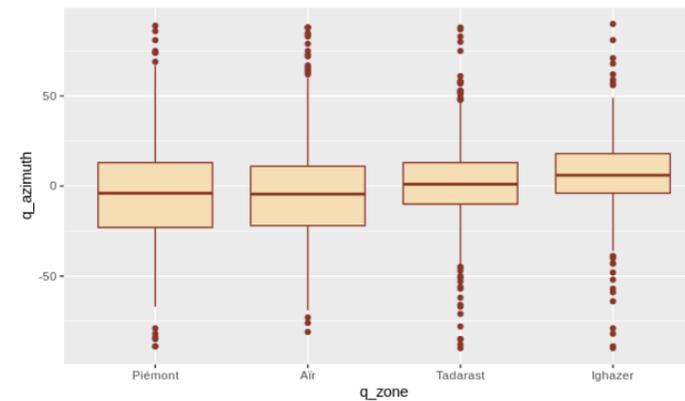


Figure 12: Dispersion de l'orientation selon la zone géomorphologique

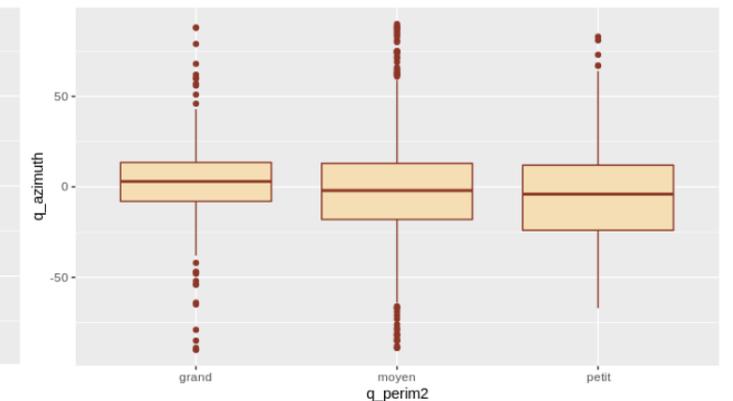


Figure 13: Dispersion de l'orientation selon la taille

Dans les zones géomorphologiques, les distributions montrent assez nettement qu'elles sont beaucoup plus resserrées en Ighazer et Tadarast (Figure 12) et préférentiellement orientées à l'est surtout en Ighazer.

Les 'grands' monuments sont préférentiellement orientés vers l'est (Figure 13). Les monuments 'moyens' ont une distribution homogène autour du nord, tandis que les petits ont une préférence pour une orientation ouest.

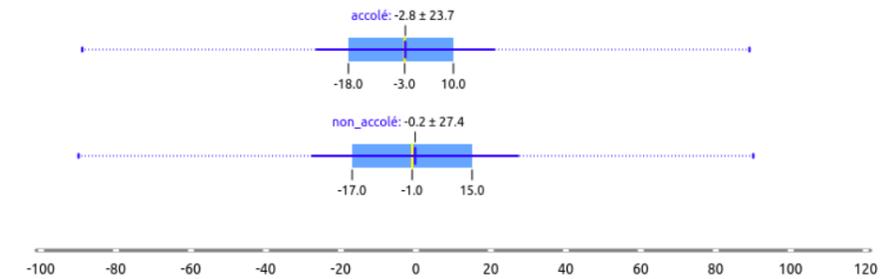


Figure 14: Distribution de l'orientation des monuments selon la proximité

Il n'y a pas de différence dans l'orientation selon que les monuments sont isolés ou proches (Figure 14). De la même manière le terrain ou l'exposition de la pente du terrain ne révèle aucune différenciation dans la distribution de l'azimut.

L'azimut détermine une différenciation entre les zones Piémont-Air et la Tadarast-Ighazer. Cette différenciation se retrouve aussi sur la taille des monuments, plus ces derniers sont grands et plus ils sont orientés vers l'est et inversement. La zone Tadarast peut apparaître comme une zone intermédiaire entre la montagne et la plaine argileuse.

La distance au plus proche voisin

La proximité des monuments est obtenue par la distance qu'il existe entre 2 monuments. Lorsque cette distance est inférieure à 1 mètre nous considérons que les monuments sont accolés, et non accolés lorsque cette distance est supérieure à 1 mètre, que l'on qualifiera de critère de « proximité » par la suite.

Dans la table des données, 2/3 des monuments sont caractérisés comme isolés (non_accolé) et 1/3 comme accolés (Figure 15), c'est à dire que leur plus proche voisin est à moins de 1 mètre.

Les zones Tadarast et surtout Piémont concentrent un peu plus de monuments accolés que les zones Ighazer et Aïr (Tableau 2). L'orientation est aussi sensible à la proximité des monuments, +5 % pour les monuments accolés orientés ouest. Il y a par contre une vraie gradation selon la taille, plus les monuments sont grands et moins ils ont de chances d'être accolés.

q_zone	accolé	non_accolé	q_orient	accolé	non_accolé	q_perim2	accolé	non_accolé
Aïr	25,5%	74,5%	Est	24,5%	75,5%	grand	10,4%	89,6%
Ighazer	23,5%	76,5%	Nord	57,9%	42,1%	moyen	29,5%	70,5%
Piémont	31,7%	68,3%	Ouest	29,2%	70,8%	petit	36,8%	63,2%
Tadarast	27,6%	72,4%						

Tableau 2: Répartition du critère de proximité

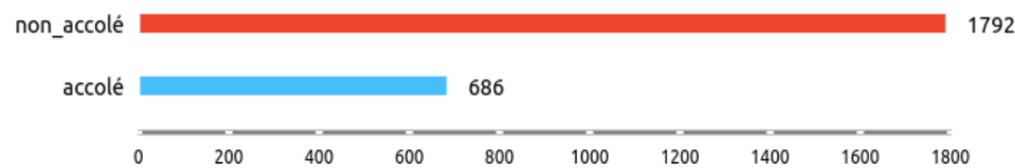


Figure 15: Nombre de monuments selon la proximité

Le type de monument vue du satellite

Il n'est pas aisé de définir des types de monuments quadrangulaires, néanmoins certains disposent de quelques caractéristiques observables par les vues satellitaires. Il a été repéré des quadrangulaires dit 'plein' c'est à dire qui semblent emplis d'un matériel lithique et des monuments qui présentent un élément à l'intérieur le plus souvent au centre dénommés 'à objet central'.

Ces deux types de monuments sont toutefois présents en assez faible nombre, tout au plus une centaine chacun.

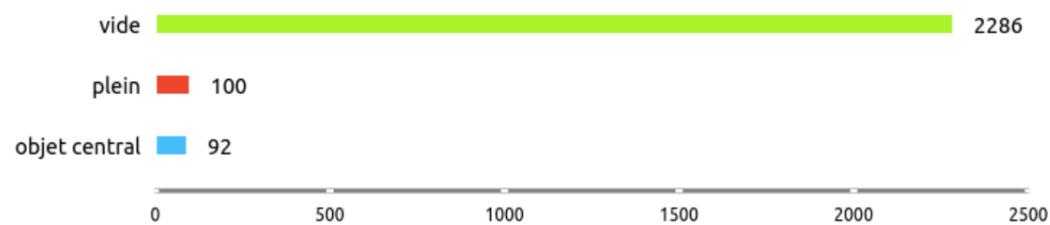


Figure 16: Nombre de monuments par type

Les monuments de type 'plein' sont plus fréquents en zone Piémont que dans les autres zones, alors que les monuments à 'objet central' sont prédominants en Tadarast (Tableau 3).

On peut noter une nette différenciation pour l'orientation des monuments à 'objet central', plus à l'est que les autres types, de même les monuments 'plein' se différencient nettement des autres en étant non accolés (Tableau 4).

q_type	Aïr	Ighazer	Piémont	Tadarast
objet central	23,9%	8,7%	17,4%	50,0%
plein	17,0%	17,0%	43,0%	23,0%
vide	32,2%	13,8%	32,3%	21,7%

Tableau 3: Pourcentage des types par zone

q_type	Est	Nord	Ouest	accolé	non_accolé
objet central	59,8%	2,2%	38,0%	29,3%	70,7%
plein	46,0%	1,0%	53,0%	7,0%	93,0%
vide	45,1%	2,4%	52,5%	28,5%	71,5%

Tableau 4: Pourcentage de répartition des types par proximité et orientation

Le type de monument in situ

Sur le terrain, nous avons observé une vingtaine de monuments quadrangulaires essentiellement aux alentours proches d'In Gall et de Tchimoumène. On peut y observer une grande diversité de ce type de monument où seule la forme rectangle, assez bien identifiable sur une vue satellite, devient presque l'unique élément de ressemblance entre ces monuments. Nous ne donnerons pas de données statistiques sur ces observations.

En premier lieu, le périmètre du rectangle peut être matérialisé par une rangée de pierre bien identifiable, mais cela n'est pas systématique, elle est souvent absente. Cette rangée de pierre peut ou pas posséder des pierres dressées comme des stèles le plus souvent au milieu des côtés, mais là encore nous n'avons pas vraiment observé de stricte symétrie ou réciprocité et jamais d'épithèques sur ces pierres dressées. Cette rangée peut même être parfois doublée un peu comme un mur de fondation.

A l'extérieur du périmètre du rectangle, on peut observer un dallage de pierre pouvant atteindre 1 à 2 mètres, généralement descendant faiblement vers l'extérieur, les emplacements funéraires supposés étant alors légèrement surélevés de 30 à 60 cm par rapport au sol naturel. Plus ce dallage est étroit et moins le monument est surélevé. Ainsi on peut définir un monument quadrangulaire par le fait qu'il soit installé au ras du sol ou surélevé par rapport au sol.

A l'intérieur du périmètre, le sol peut être nu ou quelquefois empli de gravier qui sont, sans doute avec le temps, concentrés au milieu de la sépulture. On y observe aussi des dallages de pierres disjointes mais bien réparties sur toute l'aire du monument quadrangulaire. Parfois ces pierres sont très plates et le plus souvent sur des monuments au ras du sol.

Certains monuments possèdent à l'intérieur une tombe islamique moderne, ou tout du moins des éléments pouvant correspondre à plusieurs tombes modernes. Nous avons d'ailleurs observé près de Tigerwit une tombe moderne matérialisée par un tronc d'arbre fossilisé au milieu d'un rectangle dessiné par une rangée de pierre.

Analyse des correspondances

L'analyse des correspondances est similaire à une analyse en composantes principales, mais calcule la transformation linéaire sur des données discrètes plutôt que sur des données numériques. Sa représentation graphique rapproche les variables qui sont proches.

Le diagramme en mosaïque est une représentation graphique d'un tableau de fréquences bidirectionnel ou d'un tableau de contingence. Utilisé pour visualiser les données de deux variables qualitatives ou plus, il permet à l'utilisateur de reconnaître plus efficacement les relations entre différentes variables.

Les 5 critères, taille, orientation, zone, proximité, terrain et type qui composent la table des données sont maintenant regardés avec l'analyse des correspondances dans le but de mieux discerner les caractéristiques des variables entre elles. Concernant le critère de l'orientation, les monuments orientés plein nord ne sont pas pris en compte dans les analyses suivantes, essentiellement parce qu'ils sont peu nombreux et impactent peu les résultats mais compliquent leur interprétation.

L'intégration de 2 critères géographiques, zone et terrain, nous permet d'étirer le graphique selon la géographie puisque le terrain est fortement lié à la zone (Ighazer-argile, Tadarast-sable, Aïr-rocheux). En retirant le critère terrain cela précise les relations entre certaines variables (Figure 17).

Le type de monument étire très nettement les zones géomorphologiques, l'Ighazer avec les monuments 'plein', la Tadarast avec ceux 'à objet central'. De même ces zones ont des monuments préférentiellement orientés à l'est. Ce graphique étire bien également la taille des monuments petits à moyens en Piémont et Aïr, et grands en Ighazer.

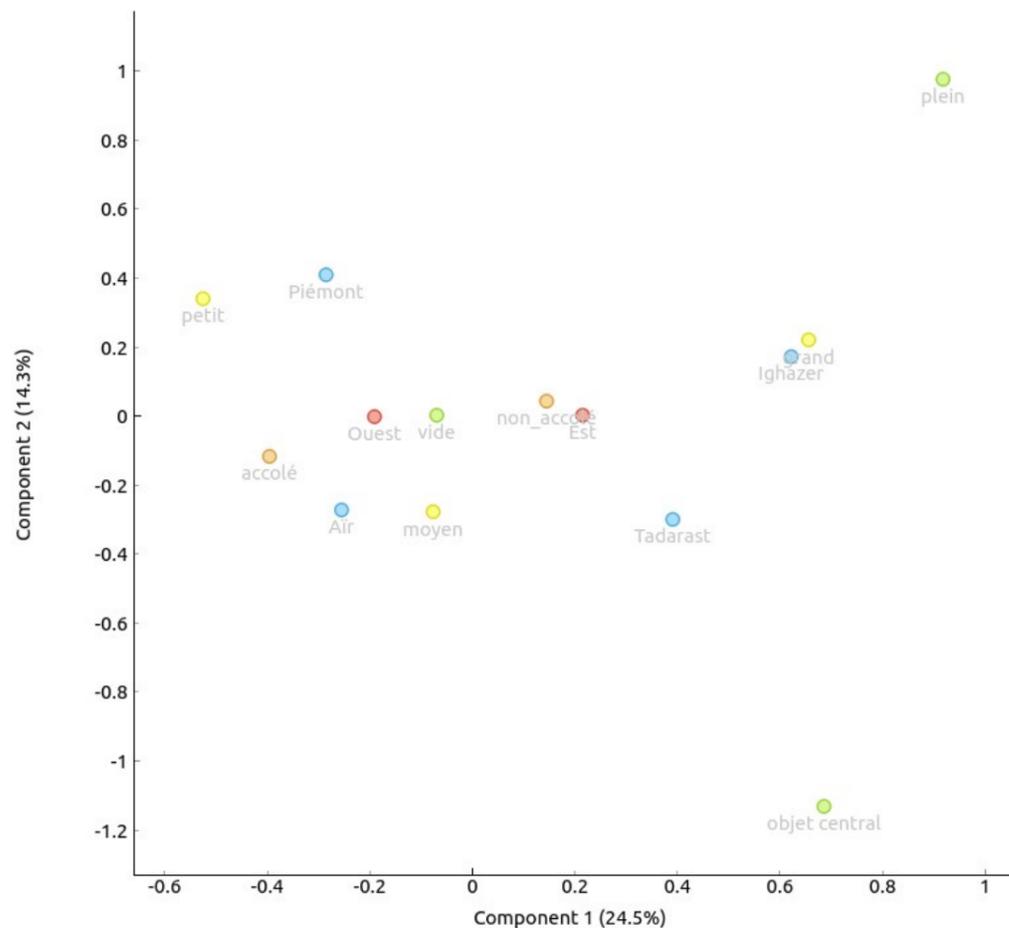


Figure 17: Analyse des correspondances

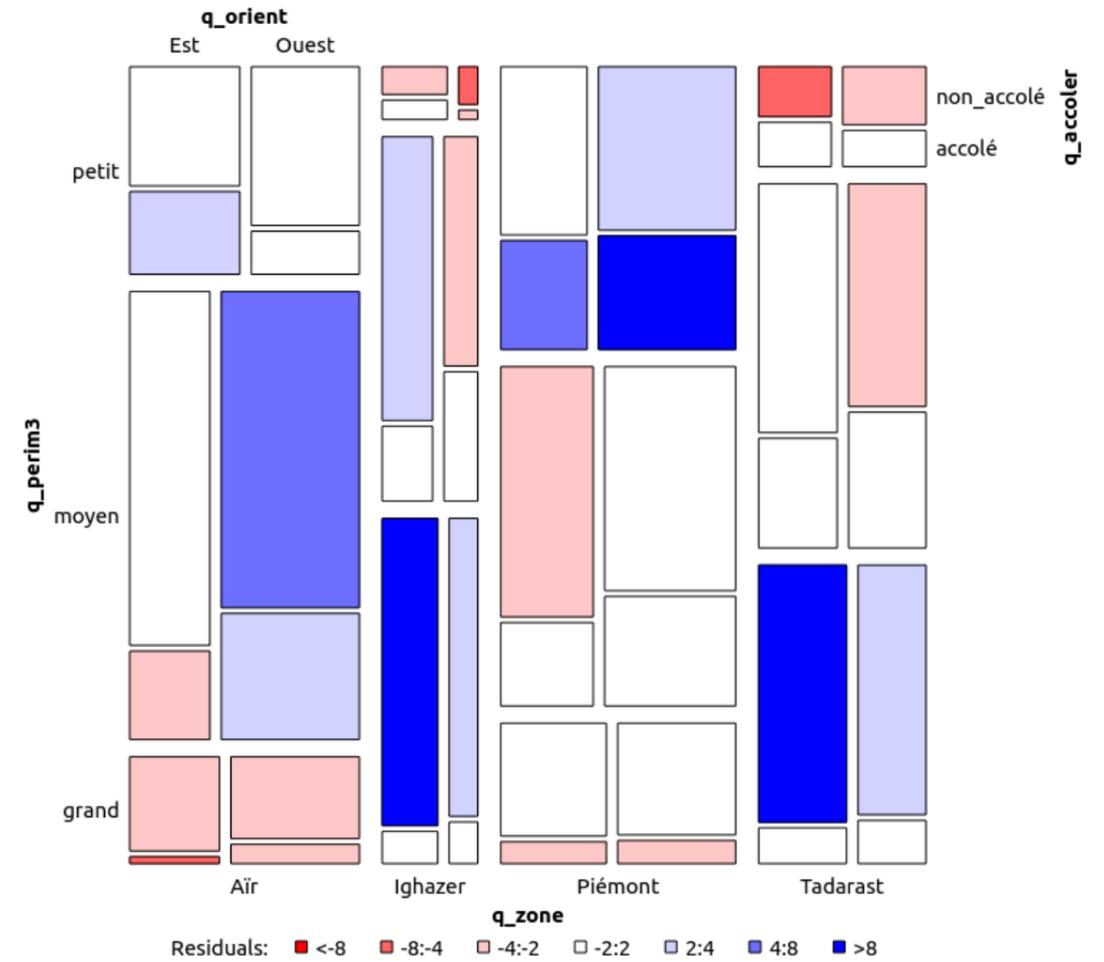


Figure 18: Mosaïques des fréquences

Le diagramme en mosaïque (Figure 18) va nous permettre de confirmer et préciser ces premiers éléments. Plus la couleur est rouge, plus la différence entre notre distribution et une distribution aléatoire est négative, c'est à dire que cette partie est en déficit de monument par rapport à une distribution aléatoire et inversement pour le bleu qui mentionne une surabondance par rapport à la distribution aléatoire. Ceci nous permet de préciser :

- la Tadarast est sur-représentée en monuments grands non accolé et orienté est comme ouest et sous-représentée en monuments petits surtout les non accolés, et les moyens non accolés orientés ouest,
- en Piémont ce sont les petits monuments qui sont sur-représentés surtout ceux à l'ouest et accolés,
- en Ighazer, les grands monuments sont sur-représentés surtout les non accolés et orienté est et les petits sont sous-représentés surtout les non accolés orientés ouest,
- en Aïr, les grands monuments sont sous-représentés et les moyens prédominent surtout ceux orientés ouest.

A la suite de ces deux diagrammes, on peut ainsi établir le tableau suivant des critères préférentiels qui caractérisent chaque zones (Tableau 5).

Zone	Terrain	Orientation	Taille	Proximité	Type
Ighazer	argileux	Est	grand	non accolé	plein
Tadarast	sableux	Est	moyen à grand	non accolé	objet central
Piémont	rocheux et argileux	Ouest	petit à moyen	accolé	vide
Aïr	rocheux	Ouest	moyen à petit	indifférent	vide

Tableau 5 : critères préférentiels des monuments selon les zones

Les cartes

La carte de chaleur

Elle représente géographiquement la densité des monuments, c’est une représentation graphique des données statistiques qui fait correspondre à l'intensité d'une grandeur variable (ici le nombre de monument dans un rayon de 10km) un nuancier de couleur sur une zone géographique.

Le point de chaleur le plus important est situé au sud-ouest de la ville d’Agadez. On note quatre autres points de chaleur à la même latitude que le premier allant d’In Gall à Toureyet. Au sud de cette latitude, on trouve encore des quadrangulaires surtout le long des falaises de Tiguidit. Au nord de cette même latitude la répartition est beaucoup plus diffuse sur toutes les zones.

L’orientation des monuments

Sur chaque zone géomorphologique est représenté le pourcentage de chaque orientation dans un diagramme camembert dont la grosseur est proportionnelle au nombre de monuments de la zone. Les zones Air et Piémont ont des monuments préférentiellement tournés à l’ouest et inversement pour la Tadarast et l’Ighazer tournés préférentiellement à l’est.

Le périmètre des monuments

Chaque monument est représenté par un point dont la couleur est fonction de sa classe de taille, petit, grand ou moyen. Sur chaque zone géomorphologique est représenté le pourcentage de chaque taille dans un diagramme camembert dont la grosseur est proportionnelle au nombre de monuments de la zone. La proportion des grands monuments est la plus importante dans les zones Ighazer et Tadarast.

La proximité des monuments

Chaque monument est représenté par un point dont la couleur est fonction du plus proche voisin, inférieur ou supérieur à 1 mètre. Sur chaque zone géomorphologique est représenté le pourcentage de chaque proximité dans un diagramme camembert dont la grosseur est proportionnelle au nombre de monuments de la zone. C’est en zone Piémont qu’il y a la plus grande proportion de monuments proches.

Les grilles hexagonales

Les cartes avec une grille hexagonale peuvent permettent de préciser la répartition géographique en s’affranchissant de la zone géomorphologique. Dans chaque hexagone est rapporté le nombre de monuments. La classe de couleur correspond à la moyenne du caractère de ces monuments dans l’hexagone. Les classes de couleur sont définies selon le mode ‘quantile’, c’est à dire qu’il y a autant de données dans chacune des classes, exceptés pour le niveau de dégradation où nous avons repris la moyenne selon trois classes égales.

Les hexagones à petits périmètres se concentrent dans la zone Piémont et secondairement dans la zone Air, les grands en Ighazer et Tadarast. La géographie des moyennes du plus proche voisin ne révèle pas de différenciation spécifique. Les orientations occidentales se concentrent en Air et Piémont. Le niveau de dégradation des monuments paraît satisfaisant sur une très grande partie de la zone d’étude.

La carte des orientations selon les villages

Cette carte présente la moyenne générale de l’orientation autour de chaque villages. On remarque aisément qu’en Tadarast et Ighazer les azimuts sont plutôt à l’est et en Piémont-Air à l’ouest. Mais certaines particularités apparaissent comme les villages d’Akenzigi et Mabrouk en Ighazer qui sont fortement orientés à l’ouest. Cela pourrait être interprété comme des villages occupés « à contre saison » à la différences des autres en Ighazer vraisemblablement occupés sur une autre saison.

De même les villages ayant une moyenne proche de l’azimut nord pourraient être des places occupés toute l’année.

Les types de monument

Les deux types de monuments identifiés sont répartis sur toute la zone, avec une prédominance des monuments ‘à objet central’ en Tadarast notamment autour des monts In Kakan. La répartition des monuments ‘plein’ est plus homogène.

Discussion

Les monuments quadrangulaires sont considérés comme pré-islamiques et ayant perduré au début de la période islamique, notamment pour les sépultures de personnages importants, qui débute vers le VII-VIII^e siècle en Ighazer et dont les principaux rites funéraires ne seront vraisemblablement popularisés que quelques siècles plus tard.

Les limites de l’inventaire

On notera toujours comme élément limitant, le fait que la ville d’Agadez a très vraisemblablement détruit, du fait de l’urbanisation, une partie importante de ce type de monument, puisque cette zone autour de la ville d’Agadez semble proche du hotspot de la répartition des monuments quadrangulaires.

Les images satellites de Bing et Google n’étant pas homogènes sur toute la zone inventoriée, il est fort probable qu’un certain nombre de monuments soient absents et que certains n’en soient pas. En reprenant les données de F. Paris sur son étude d’un site près de Tchimouménène (photo 1), on constate que l’un des monuments inventoriés comme quadrangulaire, est décrit comme un tumulus (D), qui d’ailleurs a été fouillé par son inventeur. La résultante de cette fouille ou d’autres actions anthropiques oblige à une interprétation erronée de l’image satellite.

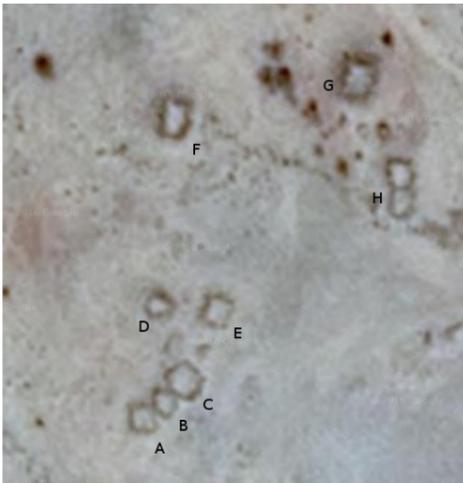


photo 1: site de Tchimouménène

Les monuments quadrangulaires sont par ailleurs très sujets à ensablement ce qui altère encore le regard au travers des images satellites. Par ailleurs, en Air spécifiquement, il peut y avoir des monuments confondus avec des vestiges d’habitat de la période médiévale et moderne, essentiellement du fait que ces constructions, pour la plupart contemporaines d’Assodé, furent édifiées en pierre et que leurs vestiges, souvent de formes quadrangulaires, ressemblent fort à nos monuments, mais sont le plus souvent beaucoup plus rectilignes et réguliers que les sépultures avec une forte épaisseur des contours.

De plus, certains monuments de forme carrée peuvent être difficiles à définir dans leur orientation ouest ou est. De même, certaines formes de monuments tendent vers l’arrondi ou l’obovale. Est-ce une réalité ou le résultat d’ensablement ? Seules les fouilles de terrain pourront lever le doute, à moins que l’on puisse utiliser des images plus performantes tant dans leur netteté qu’avec des longueurs d’onde qui permettent de voir plus que notre œil. Enfin, un certain nombre de petits monuments identifiés comme quadrangulaires peuvent ainsi être des sépultures en ‘margelle de puits’ plutôt contemporaines.

Si les erreurs et oublis sont toujours possible, il n’en reste pas moins que cela reste maîtrisé dans un pourcentage acceptable pour les traitements statistiques effectués, une centaine de données erronées équivaldraient à 4% d’erreur dans l’échantillon total. Ceci n’impacte donc que faiblement les résultats présentés et les conclusions proposées au regard des 2 478 monuments inventoriés.

Photo interprétation

Au vu des quelques observations de terrain faites, il apparaît que certaines constructions funéraires vues du satellite peuvent se confondre avec des constructions plus modernes de tombeau. Ainsi près de Tigerwit, le frère d’une personnalité locale d’origine arabe est enterré dans une tombe encerclée d’une rangée de pierres formant un rectangle autour d’un gros morceau d’arbre fossilisé matérialisant la tombe. Ce type d’observation se rapproche de nos monuments quadrangulaires à objet central. De même, dans le cimetière de Tchimouménène on peut observer une tombe quadrangulaire à objet central qui est en fait une sépulture contemporaine à margelle de puits avec là aussi une rangée rectangulaire de pierres tout autour. Un autre cas similaire existe avec une sépulture dont 4 coins possèdent une pierre dressée mais qui paraît néanmoins inféodée au monument quadrangulaire et non une construction postérieure. En fin de compte, il paraît assez vraisemblable qu’une partie des monuments inventoriés (moins de 5%), appartiennent à une période récente voir très récente.

En ce qui concerne les monuments de type ‘plein’, nous avons pu observer sur le terrain un ensemble de monuments quadrangulaires avec un dallage intérieure. Mais l’image satellite ne permet pas toujours de

repérer ce dallage, et même s'il est tentant d'établir un parallèle entre ce type de monument et cette particularité, cela ne peut être en l'état actuel qu'une tentation.

En enlevant de notre base de données les petits obovales, les monuments orientés à $\pm 50^\circ$ et ceux 'à objet central', cela réduit la base de 17 % environ. Mais cela n'impacte pas les observations que nous tirons dans les analyses de correspondances.

Chronologie

Une datation de ce type de monument existe en Ighazer, réalisée par Grébénart (1984) sur le site de Tchimouménène près d'In Gall. Cette datation carbone sur les restes osseux du défunt, indique les XII^e-XIII^e siècle comme époque de la sépulture 1220 ± 90 AD (Grebénart 1984). Le corps était couché sur le coté droit en décubitus latéral fléchi, la face tournée vers l'est, ce qui ne ressemble pas à un rite islamique. Une autre datation a été entreprise dans la vallée de Mammanet au nord de la zone d'étude. Elle ramène la date de cette sépulture vers le VII-VIII^e siècle de notre ère vers 660-780 (Paris-Roset 1986), et dénote déjà un rite islamique d'inhumation. En sus, nous savons que ce type de structure est présente à l'ouest de notre zone d'étude à In Teduq en plein Azawagh et qu'il est probable que certaines soient associées à des sépultures de défunts Kel Eghlal, mais sans grande certitude (Bernus et al. 1999).

Ces seules données amènent à définir l'étendue de la période des monuments quadrangulaires du VI^e siècle jusqu'à aujourd'hui pour ce qui concerne l'ensemble des monuments inventoriés ici.

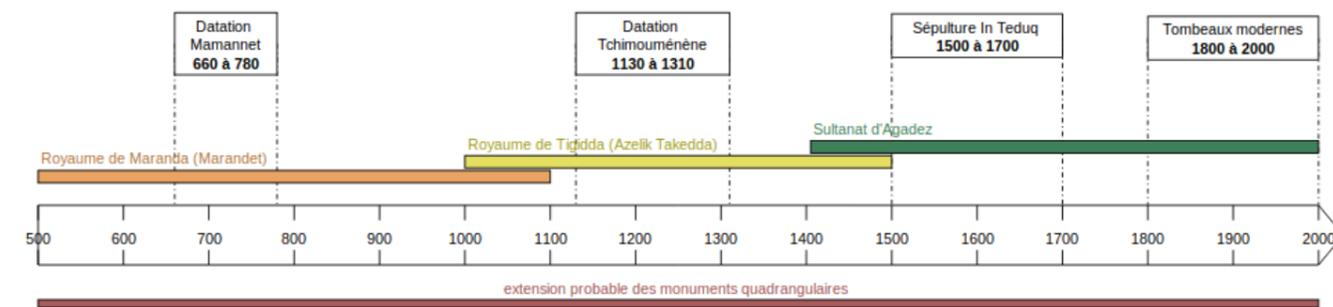


Figure 19: Extension probable des monuments quadrangulaires

Si la période de construction des quadrangulaires couvre plus d'un millénaire, il est difficile d'attribuer ce type de monument à une seule et même population, car le nombre de monuments relevés y est bien trop faible. Plus qu'à une population, il est probable alors que l'on est affaire ici à un ensemble culturelle ou une us qui a fait perdurer ces monuments à travers les vicissitudes politiques de la région. Ces monuments pourraient donc être le fait d'un groupe social qui aurait, malgré les migrations les changements de gouvernance dans la région, pu perdurer du fait d'une caractéristique qui lui était propre, un groupe de notable, de religieux ou possédant une technique essentielle pour toutes les populations de la zone. Si tel était le cas, cette population peu nombreuse serait donc inféodée aux populations locales.

La distribution dans l'espace

La répartition globale des monuments dans la zone étudiée semble déclinée vers l'intérieur de l'Aïr, et surtout vers le nord-ouest de l'Ighazer et la Tamesna. Les populations qui construisirent ces monuments sont très clairement concentrées autour de la falaise de Tiguidit, d'In Gall à Agadez et au sud de l'Aïr jusque vers Toureyet, se concentrant donc autour de 17° de latitude et devenant très rare à l'approche du 16° parallèle sauf près des falaises de Tiguidit et dans le Piémont sud Aïr.

La proximité des monuments entre eux peut être un indice de la concentration des populations, puisque ce sont bien dans les zones de forte densité que les monuments sont les plus proches et les plus petits. Il est probable que plus les populations sont présentes dans une zone, plus elles aménagent leurs sépultures de proche en proche en limitant l'emprise du monument ce qui peut aussi marquer une forme de sédentarité, voir de liens familiaux et/ou tribaux entre les sépultures. A l'inverse, lorsque les monuments sont dans des zones peu fréquentées comme en Ighazer, les monuments sont alors plus grands et très rarement proches les uns des autres, les défunts n'étant sans doute pas ou peu transportés. Le monument devient alors plus un marqueur de territorialité qui doit être vu et retrouvé. Là

encore le manque de fouille de ce type de monument nous laisse beaucoup dans l'incertitude, certaines des grandes structures et même les plus modestes pourraient très bien accueillir plusieurs défunts.

La petitesse et la densité des monuments peuvent donc être interprétés comme un élément de sédentarité d'une partie de cette population, qui plus est au regard de la période d'occupation de ces zones qui semble bien être toute l'année, au vu de l'amplitude des orientations.

Il semble que le centre culturel pour ce type de monument fut le sud-ouest de l'Aïr, avec les villages de Kirboubou, Agadez et jusque sur le promontoire d'Assaouas. L'Aïr n'ayant pas ces mêmes caractères peut être considérée comme la périphérie du centre culturel de Kirboubou-Agadez. Les falaises de Tiguidit peuvent apparaître un peu plus comme une zone de transition avec un autre centre culturel, In Gall et le nord des monts In Kakan, de part l'importance du nombre de monument mais sans doute au vu des orientations pas occupé toute l'année.

Le déplacement des populations

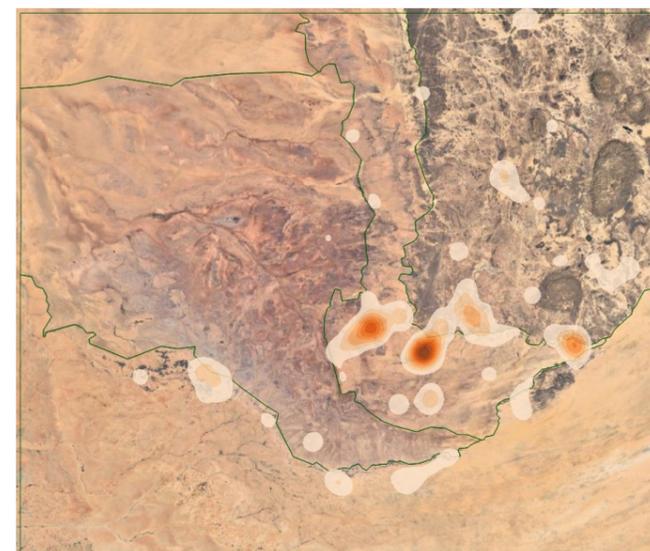
L'orientation des monuments par rapport au soleil levant, est un postulat de base de la discussion suivante. Ce postulat est le résultat de l'intuition que l'on a aux vues des orientations globales sur les quelques 2478 monuments inventoriés, dont la majeure partie est comprise entre -50° et $+50^\circ$. Néanmoins, il serait important de vérifier ce point, seulement deux monuments fouillés et dans des rites funéraires distincts ! Nombre de ces monuments ont une orientation qui atteint les -90° et $+90^\circ$ par rapport au nord, ceci pouvant aussi attester, au vu de la longue période de propagation de ce type de monuments, qu'ils ont évolués dans leur rite funéraire qui tend à orienter les monuments selon l'orient, se rapprochant ainsi du rite islamique. Seules des fouilles et des datations pourraient nous en dire d'avantage sur les rites funéraires et leur chronologie.

De ce postulat découle le fait que les monuments orientés à l'ouest le sont lorsque le soleil levant se fait plutôt autour du solstice d'été c'est à dire d'avril à août et ceux orientés à l'est autour du solstice d'hiver soit d'octobre à février.

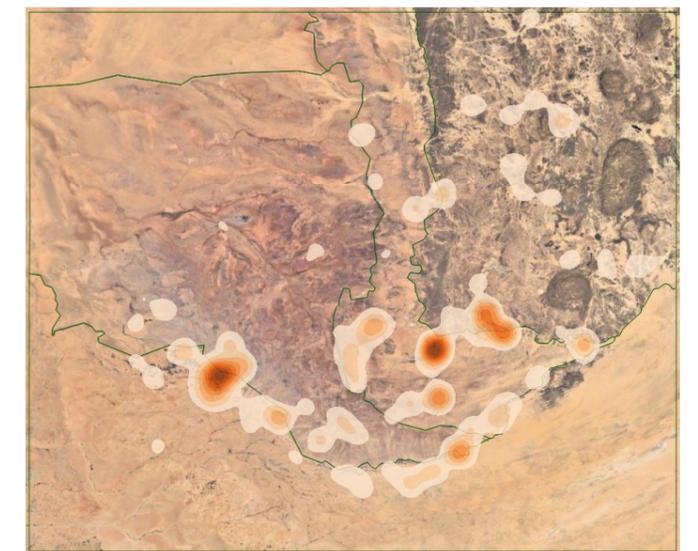
Selon les cartes ci-dessous, on observe une plus grande partie des monuments tournés à l'ouest dans les zones du Piémont et de l'Aïr (Carte 1), alors que les monuments orientés à l'est sont présents sur toutes les zones et notamment sur la zone autour d'In Gall entre Ighazer et Tadarast (Carte 2).

Il est donc tentant d'y voir un mouvement de population vers la zone de l'Ighazer après l'hivernage de juillet-août, vers des pâturages plus prolifiques que sur les autres zones. En somme, nous pourrions très bien voir à travers la répartition géographique de ces monuments une Cure Salée, fait qui coïncide parfaitement avec les pratiques actuelles des populations des pourtours de l'Ighazer.

Les paliers observés sur la figure 10, montrent une stabilité des effectifs autour des deux solstices, ce qui alimente le fait que les populations sur ces périodes sont captives dans leur zone en l'occurrence Aïr et Piémont (Figure 11). Il y a toutefois une différence de fréquence entre ces paliers, 2/1000 pour celui orienté est contre 3/1000 pour l'ouest, qui pourrait être la différence de population ayant migré vers l'Ighazer.



Carte 1 : carte de chaleur des monuments orientés à l'ouest



Carte 2 : carte de chaleur des monuments orientés à l'est

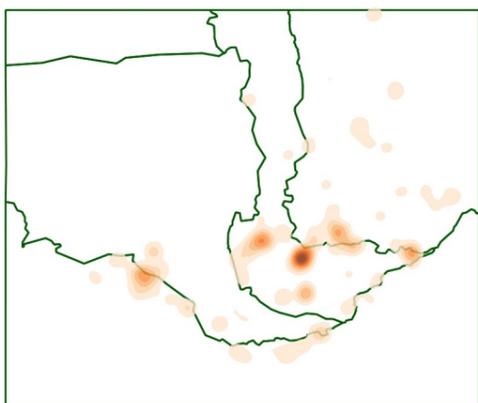


Les monuments quadrangulaires dans la plaine de l'Ighazer

répartition et densité

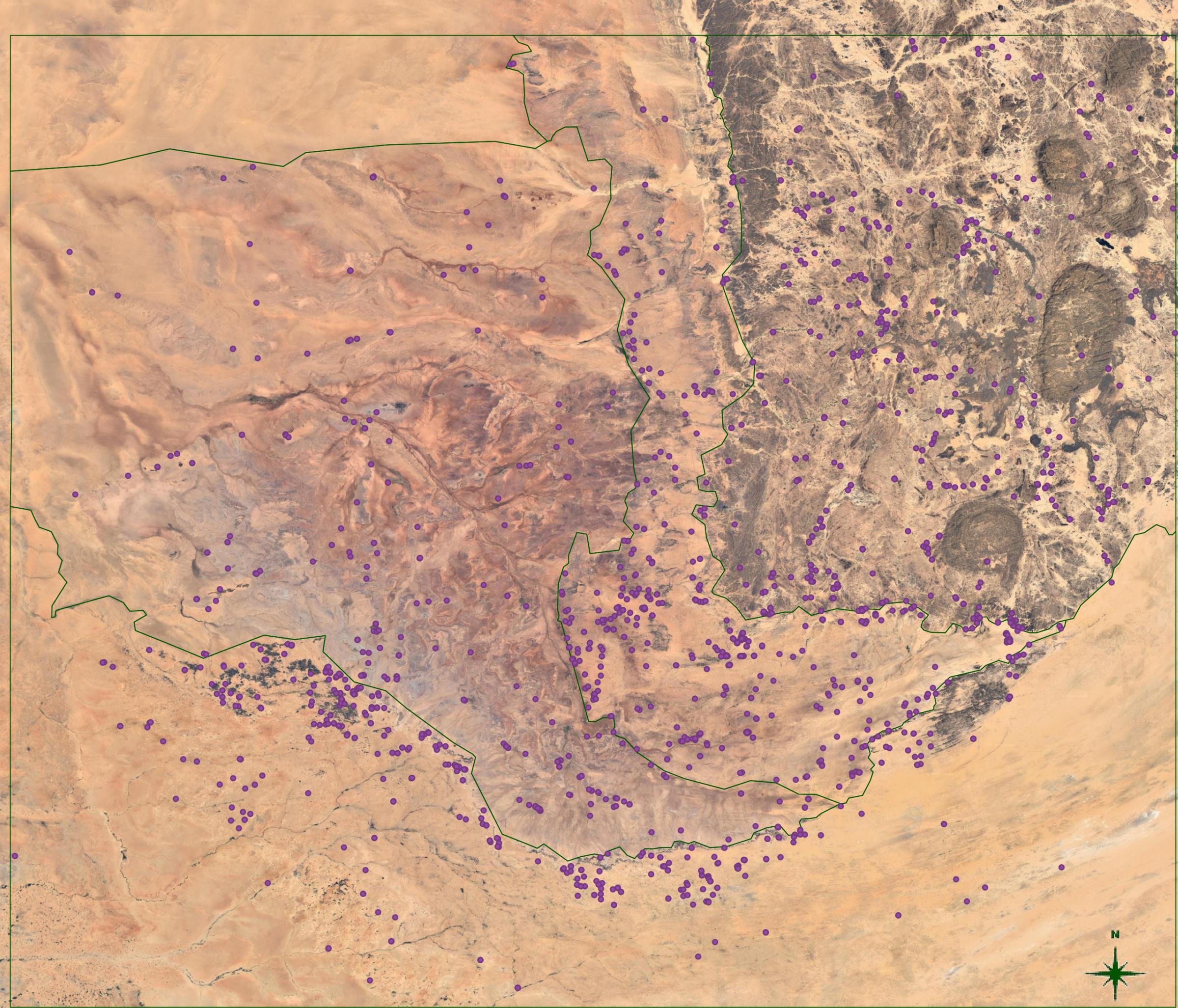
Légende

- zone géomorphologique
- monument [2478]



0 25 50 km

Source : inventaire archéologique satellitaire de la plaine de l'Ighazer, juin 2019.



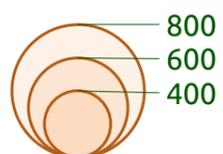


Les monuments quadrangulaires dans la plaine de l'Ighazer

orientation

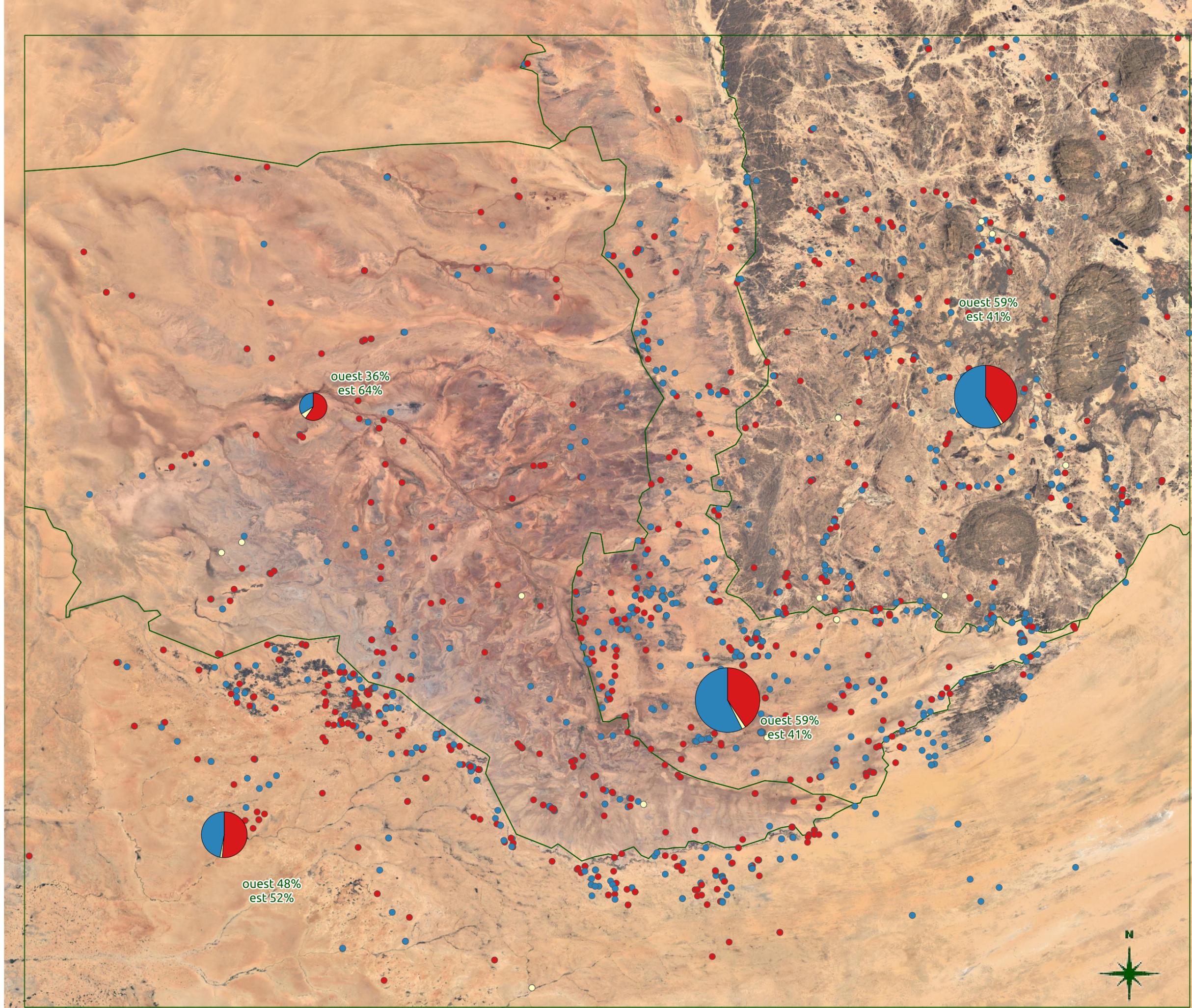
Légende

- Est [1132]
- Nord [57]
- Ouest [1289]
- zone géomorphologique



0 25 50 km

Source : inventaire archéologique satellitaire de la plaine de l'Ighazer, mars 2019.





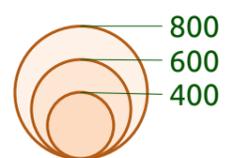
Les monuments quadrangulaires dans la plaine de l'Ighazer

périmètre

Légende

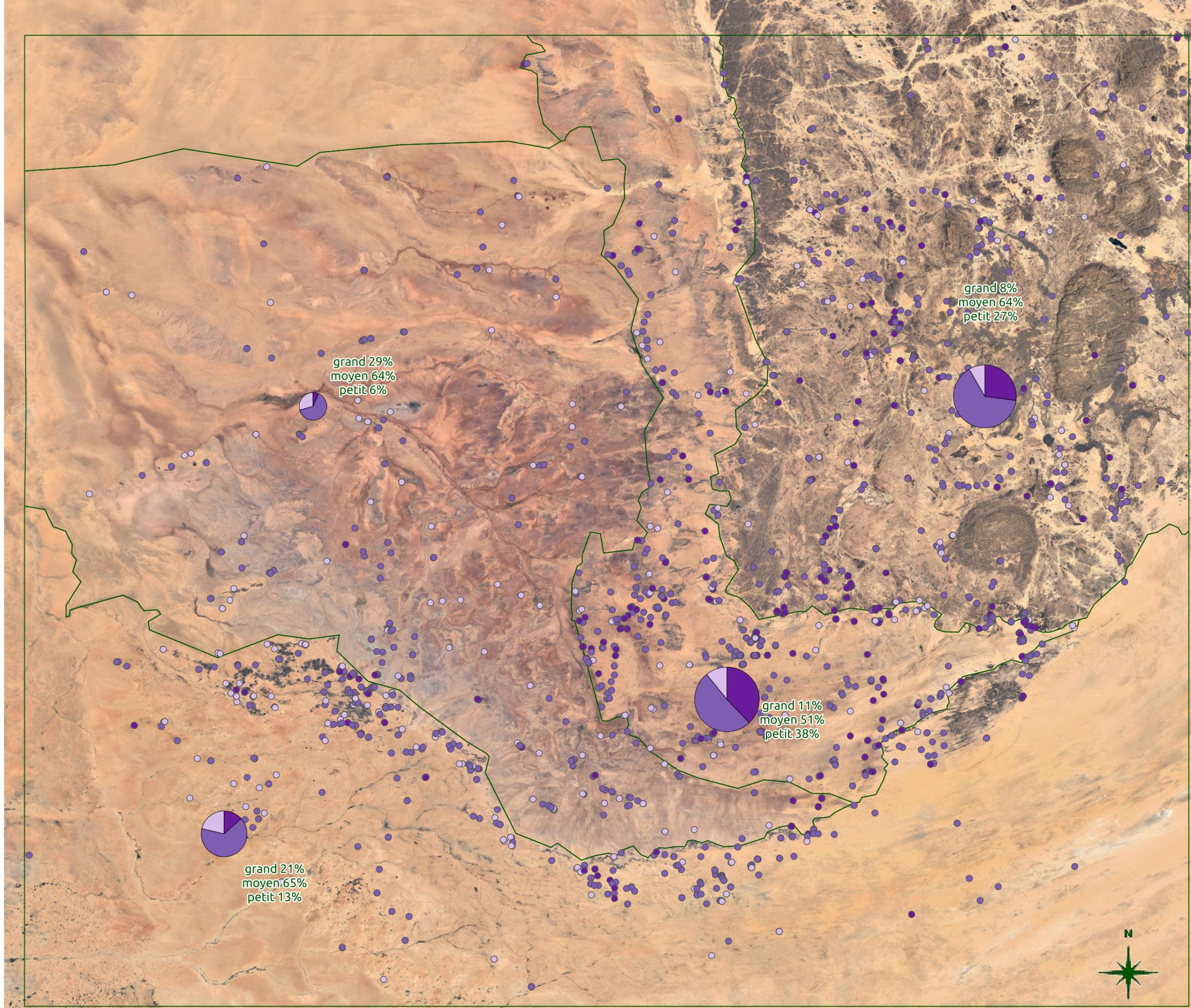
□ zone géomorphologique

- grand [373]
- moyen [1496]
- petit [609]
- nombre



0 25 50 km

Source : inventaire archéologique satellitaire de la plaine de l'Ighazer, mars 2019.





Les monuments quadrangulaires dans la plaine de l'Ighazer

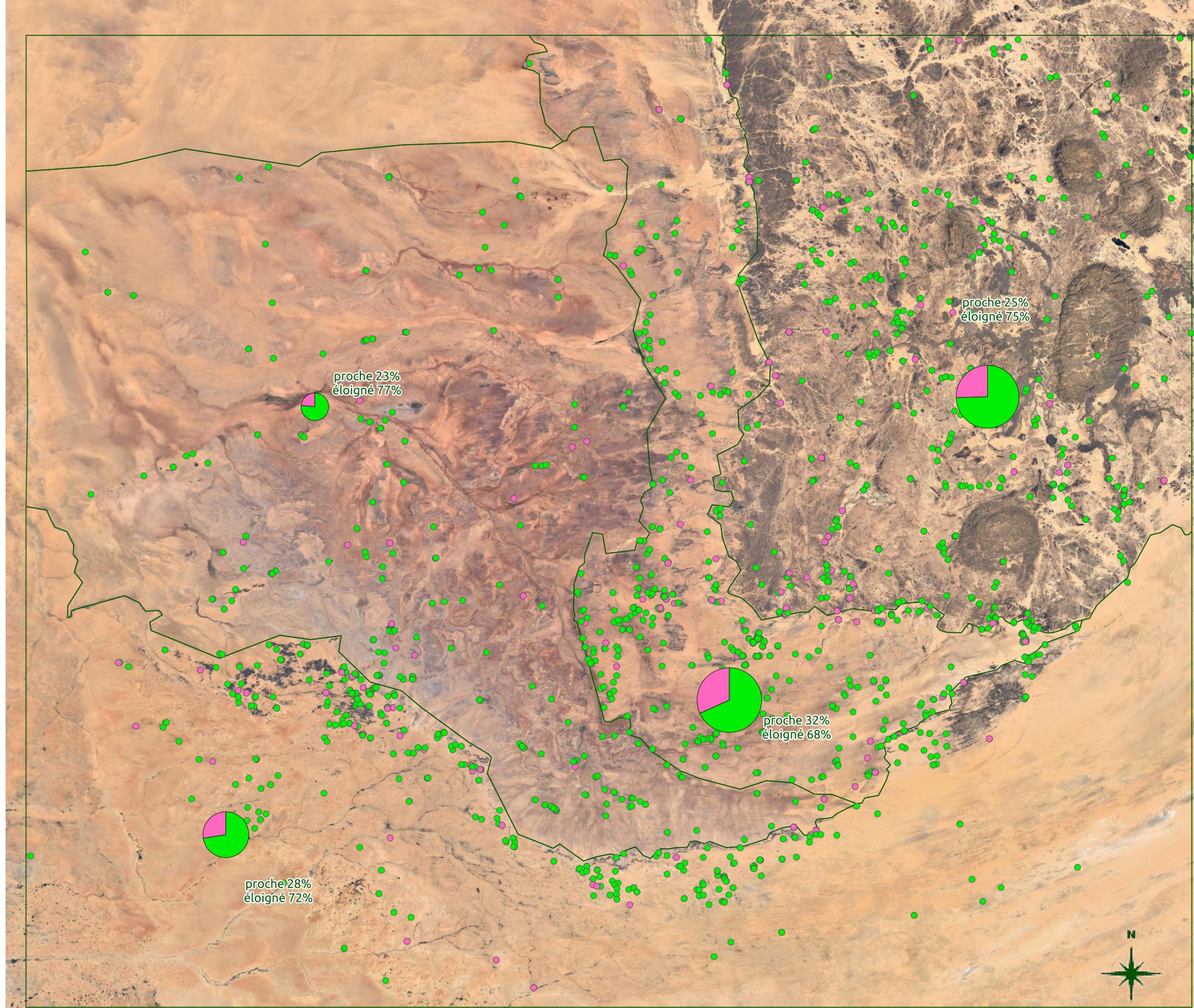
proximité

Légende

- < 1m [686]
 - > 1m [1792]
 - zone géomorphologique
-
- 800
600
400

0 25 50 km

Source : inventaire archéologique satellitaire de la plaine de l'Ighazer, mars 2019.





Les monuments quadrangulaires dans la plaine de l'Ighazer

grilles hexagonales

Légende

□ zone géomorphologique

périmètre (mètre)

- 8,7 - 11,5
- 11,5 - 15,6
- 15,6 - 20,1
- 20,1 - 43,7

proximité (mètre)

- 0,0 - 6,5
- 6,5 - 63,0
- 63 - 3023
- 3023 - 43003

orientation (degré)

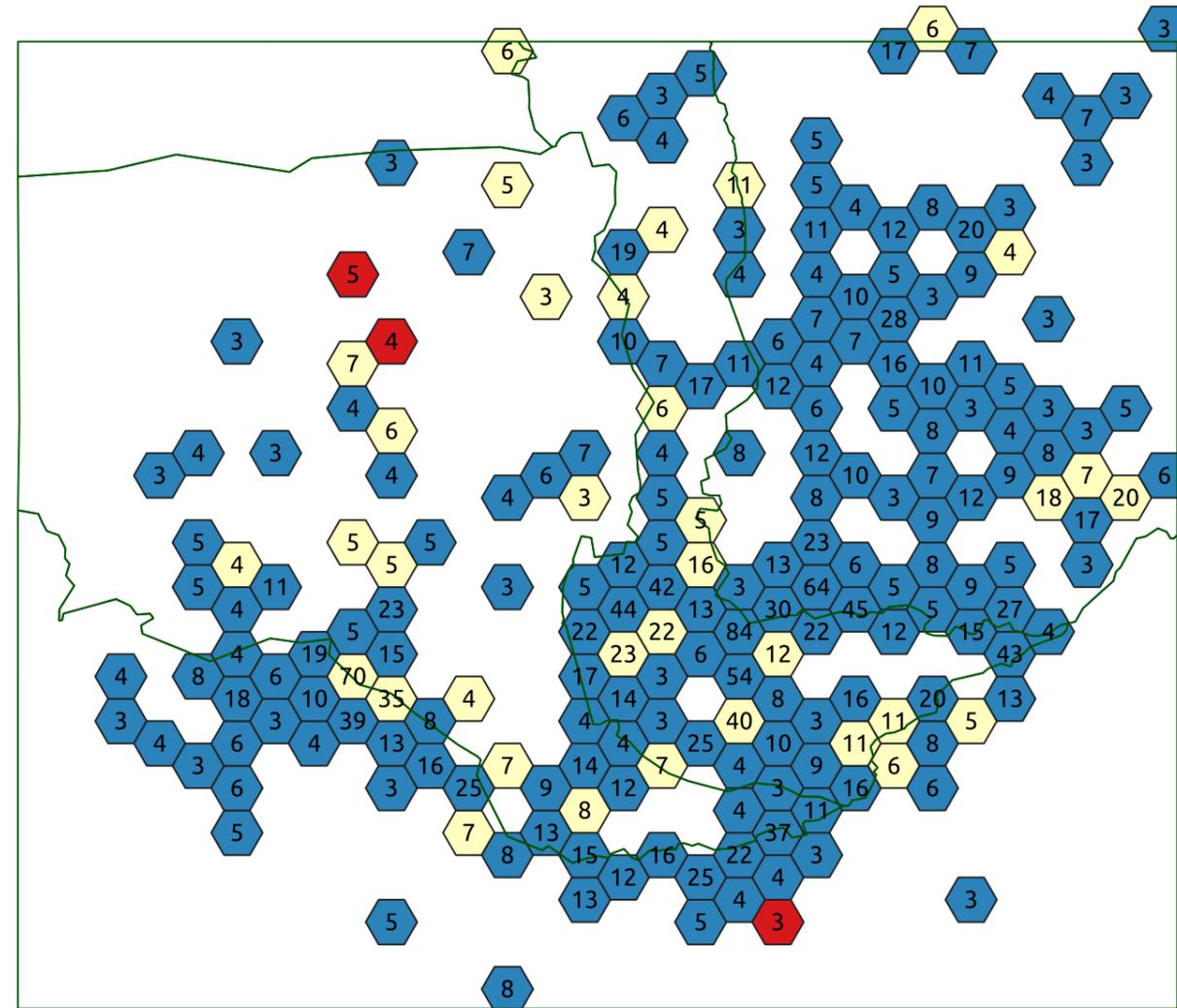
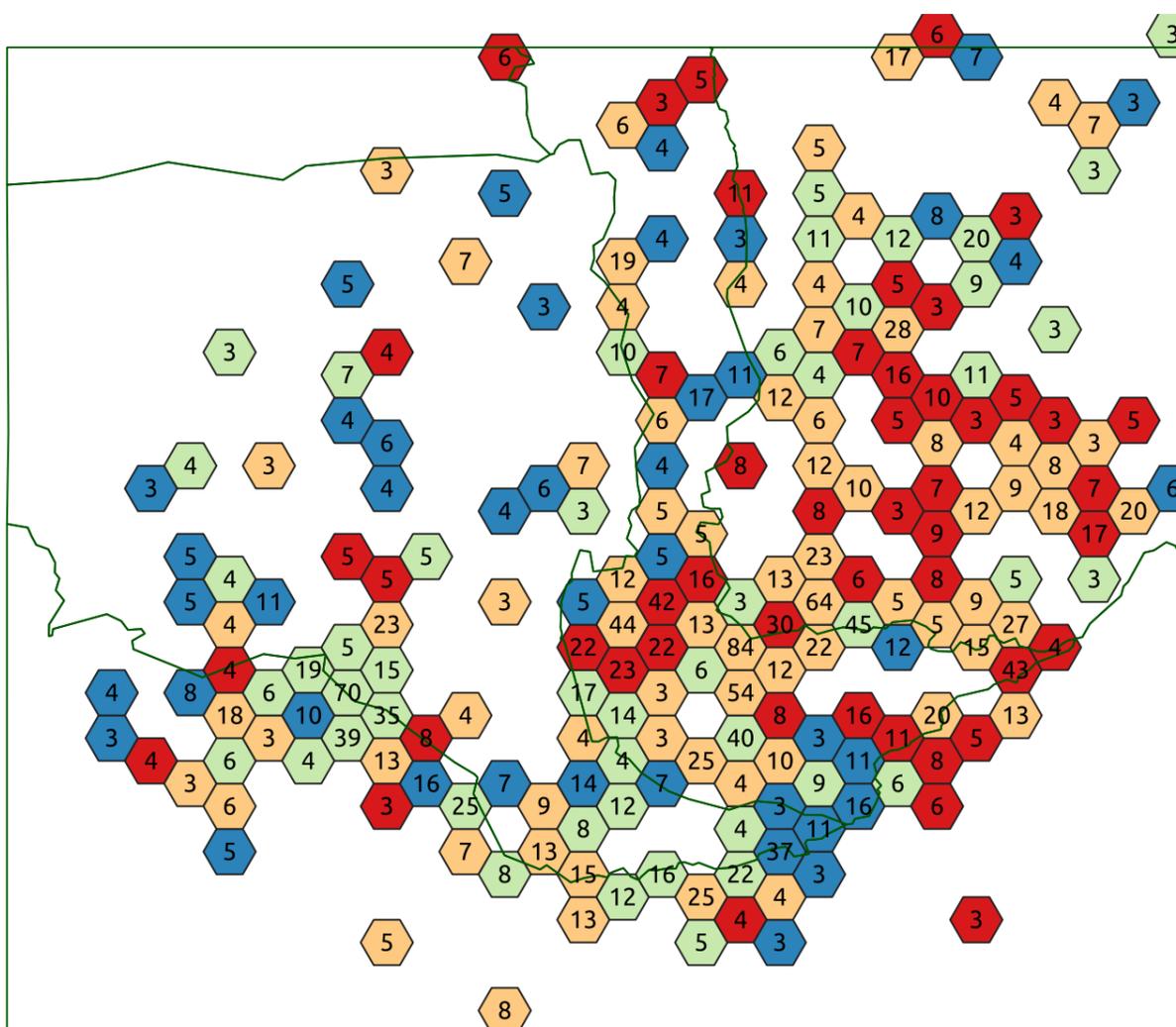
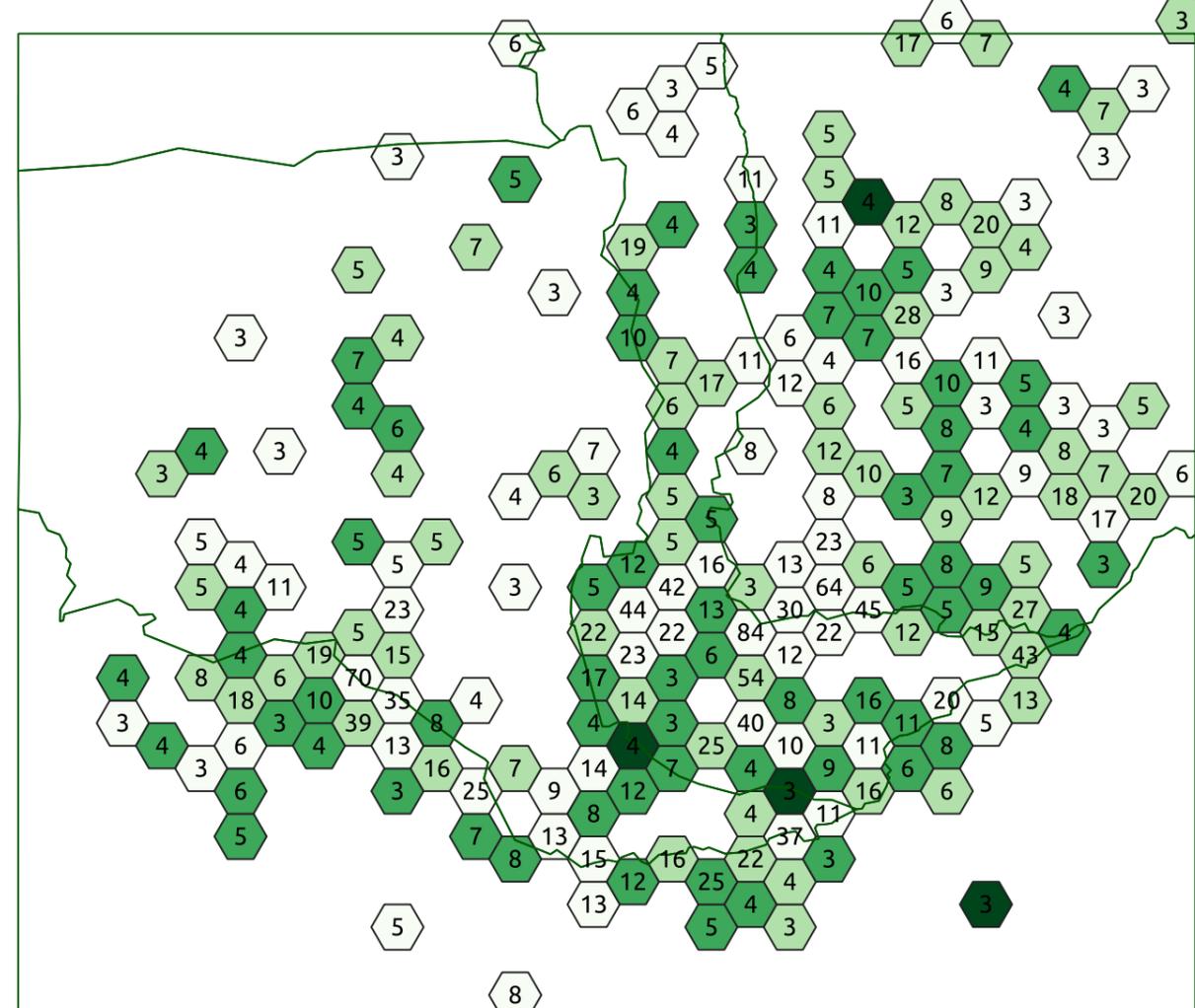
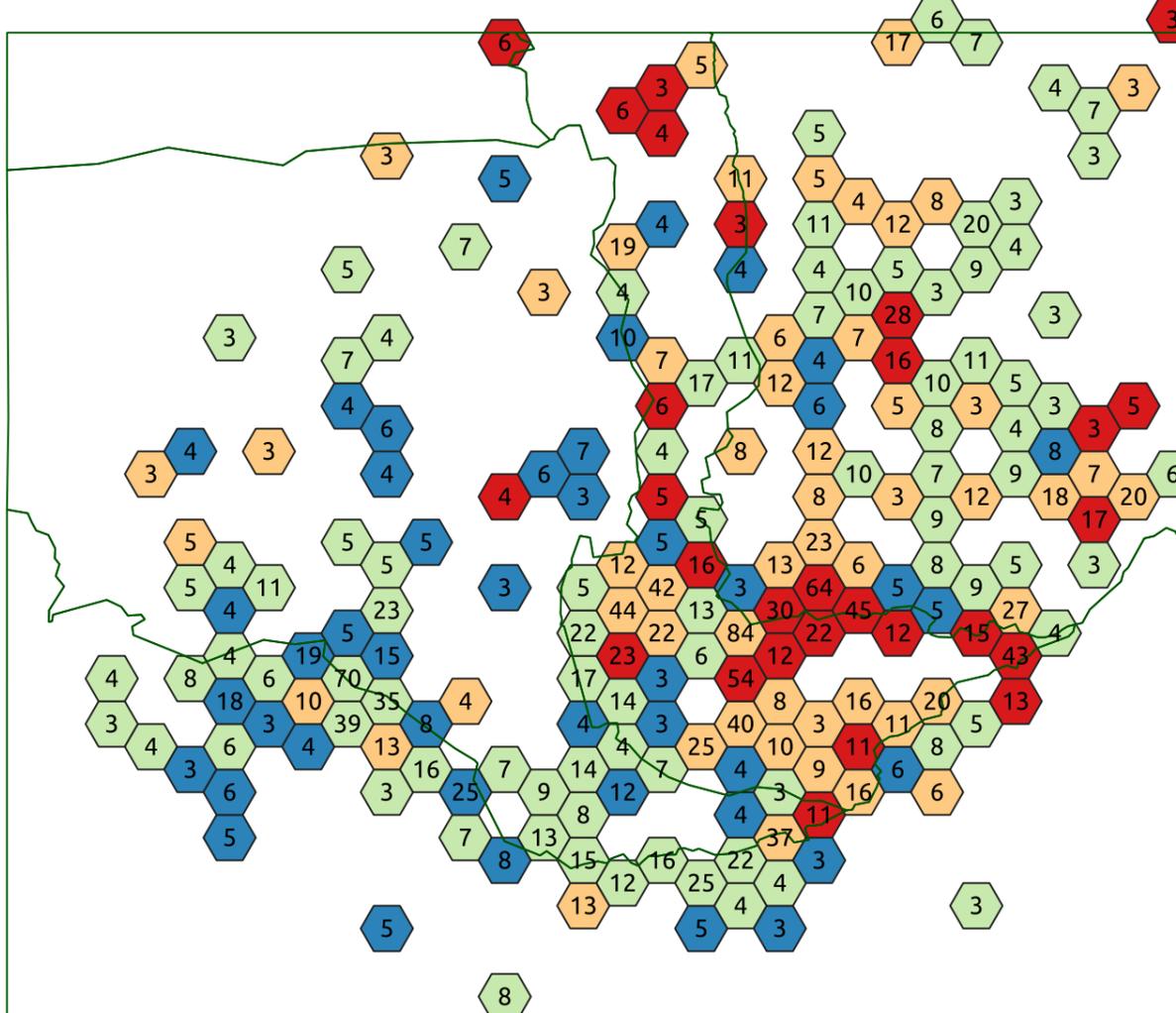
- -89 -- 12
- -12 - 0
- 0 - 8,5
- 8,5 - 87

dégradation

- 1 - 1,6
- 1,6 - 2,3
- 2,3 - 3

0 25 50 km

Source : inventaire archéologique satellitaire de la plaine de l'Ighazer, juin 2019.





Les monuments quadrangulaires dans la plaine de l'Ighazer

orientation moyenne par village

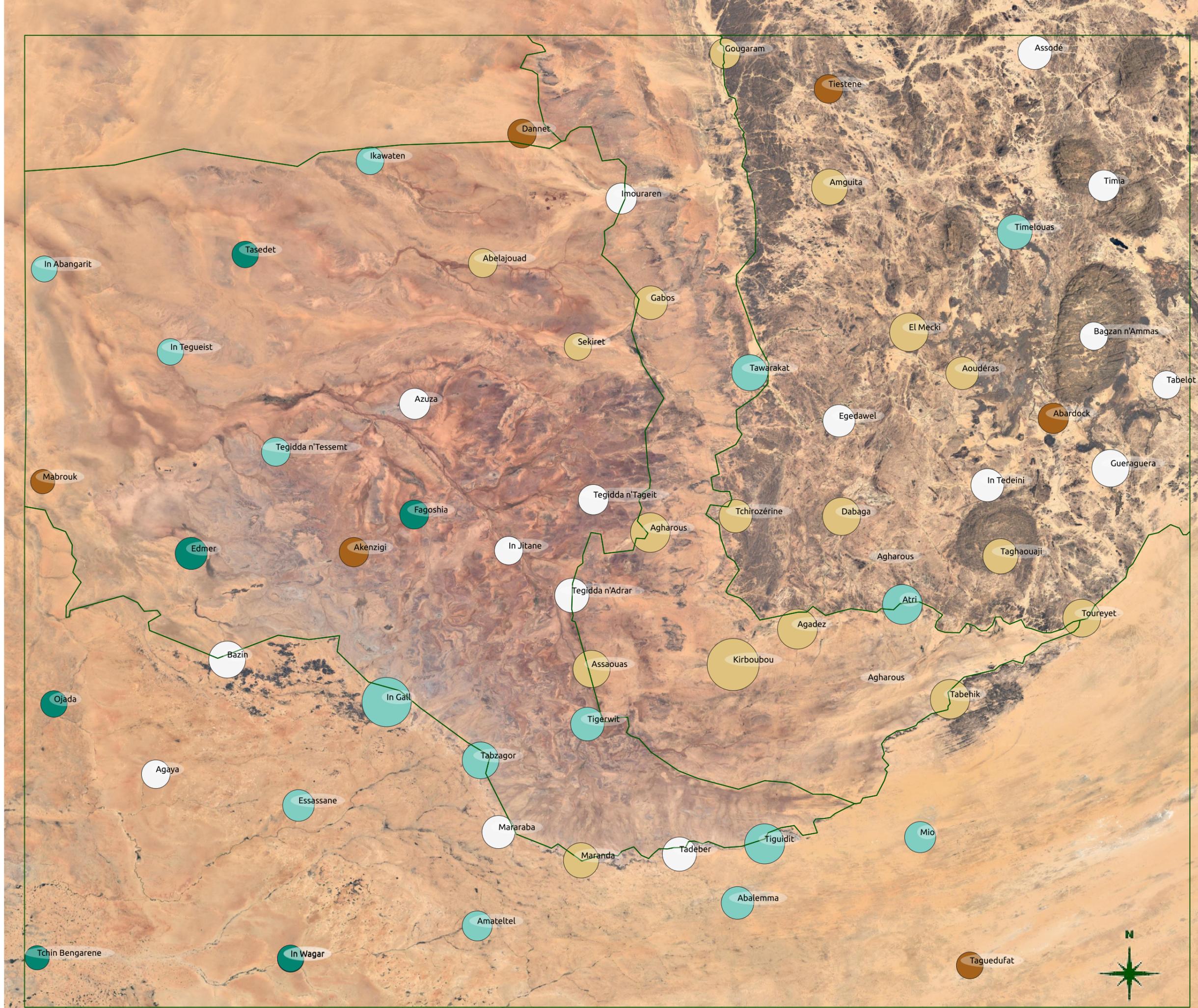
Légende

orientation moyenne (degré)

- -25° - -10°
- -10° - -3°
- -3° - 3°
- +3° - +10°
- +10° - +21°

0 25 50 km

Source : inventaire archéologique satellitaire de la plaine de l'Ighazer, juin 2019.





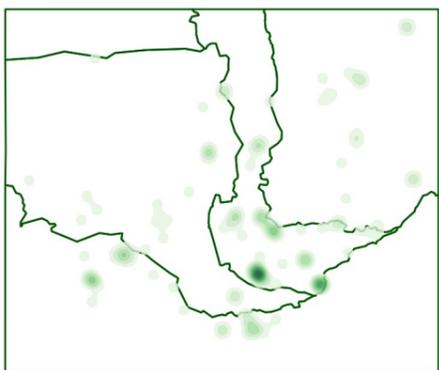
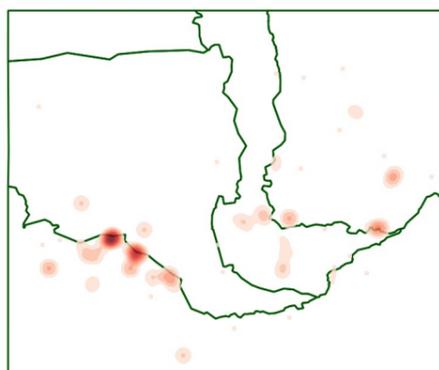
Les monuments quadrangulaires dans la plaine de l'Ighazer

type de monument

Légende

type de monument

- objet central
- plein



0 25 50 km

Source : inventaire archéologique satellitaire de la plaine de l'Ighazer, juin 2019.

