
Les monuments à alignement de tourettes

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



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](#).

Octobre 2020 - version 2.1



Introduction

Les monuments à alignements s'étendent sur tout le Sahara, du Ténéré à l'Atlantique (Gauthier et Gauthier 2008)., qui plus est sur une période de temps qui s'étale sur 2 500 ans du milieu du deuxième millénaire avant notre ère à la fin du premier de notre ère (Paris 1996).

La description que l'on propose ici pour les monuments à alignement est précisée avec certains des artifices que l'on perçoit sur les images satellitaires, anneau, renfort, type d'alignement, etc. Compte tenu de la qualité des images, on prendra ces premiers éléments avec prudence, on restera encore sur une appréciation globale du monument qui ne peut être équivalente à la prospection de terrain. Néanmoins cette approche permet de préparer efficacement cette dernière en décelant des spécificités géographiques. Les différents types de monument ne seront pas encore détaillés dans cette publication, en attente de consolidation.

Méthode et outils

Composition des tables de données

QGIS est utilisé comme outil principal de travail avec une projection WGS84 EPSG:4326. Deux tables composent les monuments à alignement de tourettes :

- une table 'alignements' qui contient un polygone cercle représentant le tumulus,
- une table 'tourettes' qui contient une polyligne qui relie les tourettes une à une.

Les éléments de la table 'tourettes' sont ensuite joint à la table 'alignements' avec comme jointure les identifiant **maa_id = trt_id**, cela permet de disposer d'un seul fichier pour le traitement statistique.

'alignement'

Nom	Type	Définition	Mode
Données de référencement			
maa_id	integer	identifiant unique	\$id
maa_nom	string	nom du village le plus proche avec en préfixe 'maa' et suffixe son 'id'	'maa_' "village" '_' \$id
Données géographiques			
maa_village	string	village le plus proche	"join_village"
maa_zone	string	zone géomorphologique	"join_zone"
maa_terrain	string	terrain support de l'ouvrage	argile/sable/roche
maa_elevat	Integer	altitude	"join_elevation"
Données techniques			
maa_type	string	type de tumulus, simple, à cratère, à cratère blanc, bazina, etc.	liste déroulante
maa_anneau	string	présence absence d'un anneau autour du tumulus	oui/non/douteux
maa_risk	integer	niveau de dégradation du monument	faible/moyen/important
maa_renfort	string	présence de renforcement sur l'anneau selon l'orientation	NEWS, NES, NE, S, etc.
maa_empris	decimal	surface du quadrilatère englobant le tumulus et son alignement	Voir formule dans l'atlas général
maa_diam	integer	diamètre du tumulus en mètre	\$perimeter/pi()
maa_comts	string	commentaire	saisie

'tourette'

Nom	Type	Définition	Mode
trt_id	integer	identifiant unique servant pour les jointures de tables	maa_id
Données techniques			
trt_azimut	string	orientation du segment joignant les 2 extrémités de l'alignement	(ATAN ((xat(0)-xat(-1))/(yat(0)-yat(-1))) *180/3.1416)+90
trt_long	string	longueur totale de l'alignement de tourettes	\$length
trt_nbr	integer	nombre de tourettes	num_points (\$geometry)
trt_gts	string	présence d'un grand tumulus à l'extrémité de l'alignement	liste déroulante

trt_plus	string	les tourettes sont de + en + grosses du nord vers le sud	oui/non/douteux
trt_forme		forme de l'alignement	courbe/droit/s
trt_muret	string	Composition de l'alignement composé	tourettes/muret

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 fournies contiennent en sus des champs, le plus souvent issus de calcul secondaires qui permettent de mieux appréhender les données.

Licence des données



L'ensemble des données est disponible aux formats **.gpkg** 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

4074 monuments à alignement sont inventoriés, plus de la moitié (52%) sont situés en zone Piémont, entre Aïr et Ighazer. La zone Tadarast est également bien pourvue de ce type de monuments funéraires avec 20 % des monuments le long des falaises de Tiguidit, de même pour la zone Aïr, ils se concentrent sur la partie ouest proche Piémont (22%). L'Ighazer accueille peu de monument, la plupart concentrés sur des points hauts. Ils sont très marginaux en Tamesna et Ténéré.

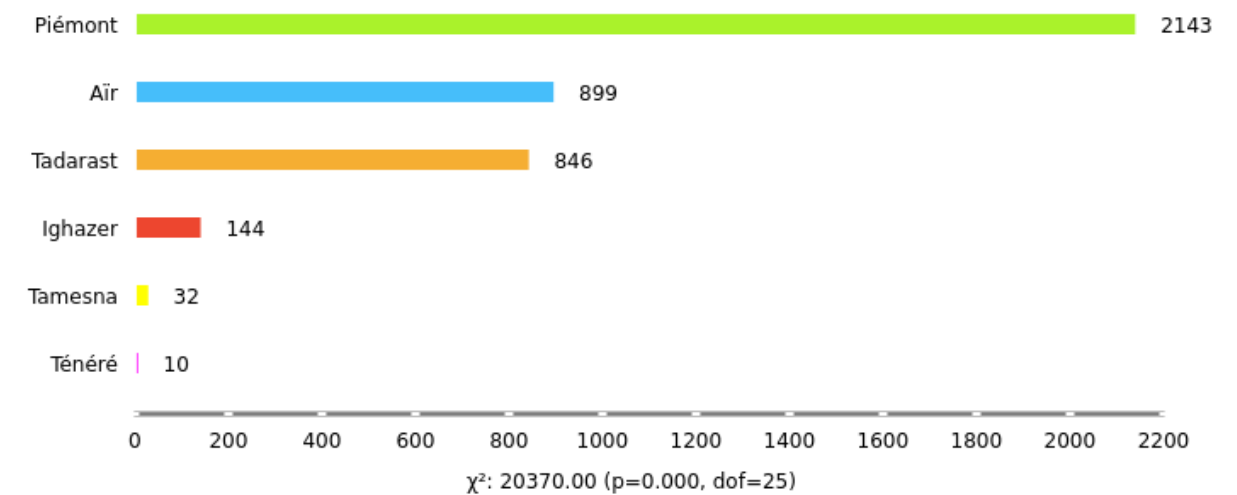


Figure 1: Nombre de monuments par zone géomorphologique

74 % des monuments sont situés sur un support rocheux, à mettre en relation avec les zones Piémont et Aïr où ce type de monuments est dominant.

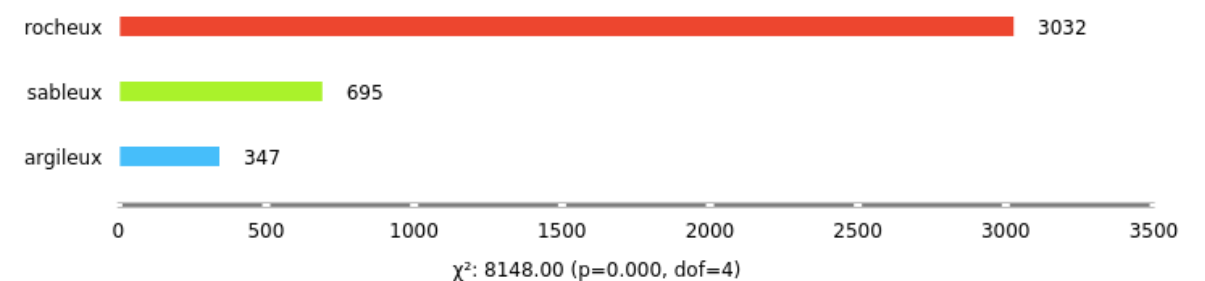


Figure 2: Nombre de monuments par types de support

Distribution des caractères

L'orientation

L'orientation des alignements est prise par la perpendiculaire qui passe par le segment de droite formé par les 2 extrémités de l'alignement. En cela nous suivons la définition de Yves & Christine Gauthier dans leurs publications (Gauthier et Gauthier 2005 ; Gauthier et Gauthier, *op. Cit.*).

L'orientation suit une loi Normale autour de 76°N. Les orientations par zone ne montrent quelques divergences quant à l'orientation. La Tadarast avec 73° s'écarte un peu de la moyenne, alors qu'en Tamesna et Ténéré les médianes sont légèrement plus élevées, mais ces zones ont un nombre de monuments limités. C'est également en Air et Piémont que l'on trouve les azimuts supérieurs à 130°, ce qui peut s'expliquer car ils sont plus proches du relief montagneux à l'est qui peut dévier vers le sud l'azimut du lever de la lune, la lune étant un « bon candidat » pour être l'astre sur lequel les bâtisseurs des MAA se sont appuyés pour orienter leurs monuments (Gauthier et Gauthier, *op. cit.* ; Gauthier et Gauthier, *op. cit.*).

Sur recommandation d'Yves Gauthier, l'orientation peut aussi être prise sur l'azimut du segment entre le milieu de l'alignement et le centre du tumulus (*ibid.*). Le milieu de l'alignement est ici le centroïde de la polygone de tourettes qui peut être excentré de la ligne de tourettes lorsque l'alignement est courbe mais reste néanmoins un vrai centre. Les monuments se distribuent alors autour de 79°N, mais suivent toujours une loi Normale de Gauss.

Dans les deux cas, l'orientation globale ne semble pas sensible aux autres critères pris en compte dans la description des alignements, que ce soit la forme (muret, tourettes ou en S, la variation de la taille des tourettes de plus en plus grande vers le sud, ou la présence/absence d'un tumulus à l'extrémité.

De la même manière l'azimut ne semble pas sensible à la forme du tumulus ou à ses particularités comme l'absence présence d'un anneau.

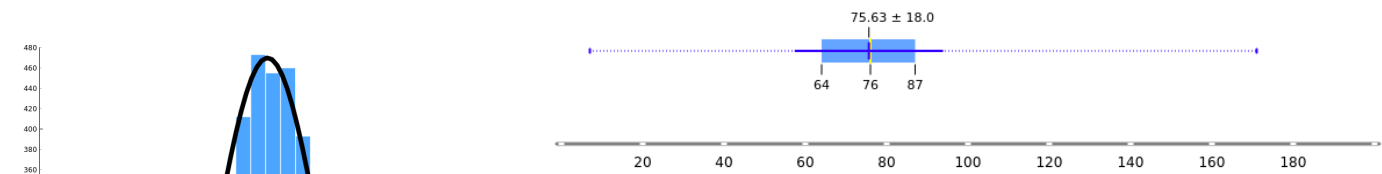


Figure 3: Moyenne et médiane de l'orientation

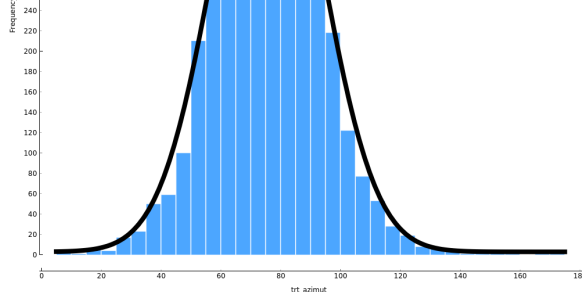


Figure 4: Distribution de l'orientation des monuments à alignement

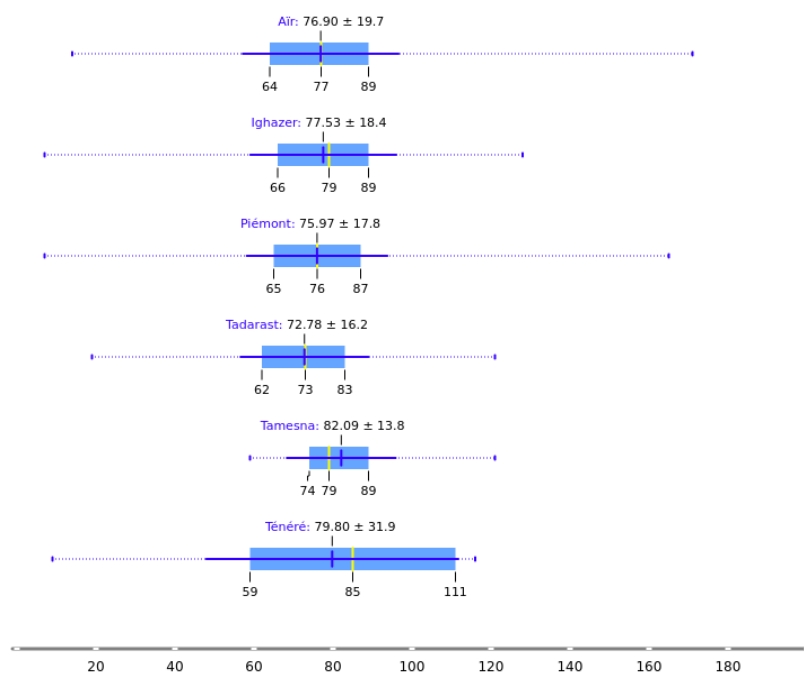


Figure 5: Moyenne et médiane de l'orientation par zone

La taille des monuments

La taille des tumulus centraux des monuments à alignements se distribue autour de 5 mètres de médiane avec 50% des monuments entre 4 et 7 mètres. Les plus grands ne dépassent pas les 18 mètres ce qui n'en fait pas des monuments « extravagants » par leur taille, comparativement à des tumulus ou des plateformes circulaires qui peuvent dépasser les 50 mètres.

La médiane est de 6 en Ighazer et Tadarast, 5 pour l'Air et la zone Piémont qui semble faire la jonction entre ces zones. La Tamesna et le Ténéré qui sont des zones de faible densité qui ont aussi des tumulus de grosseur inférieure.

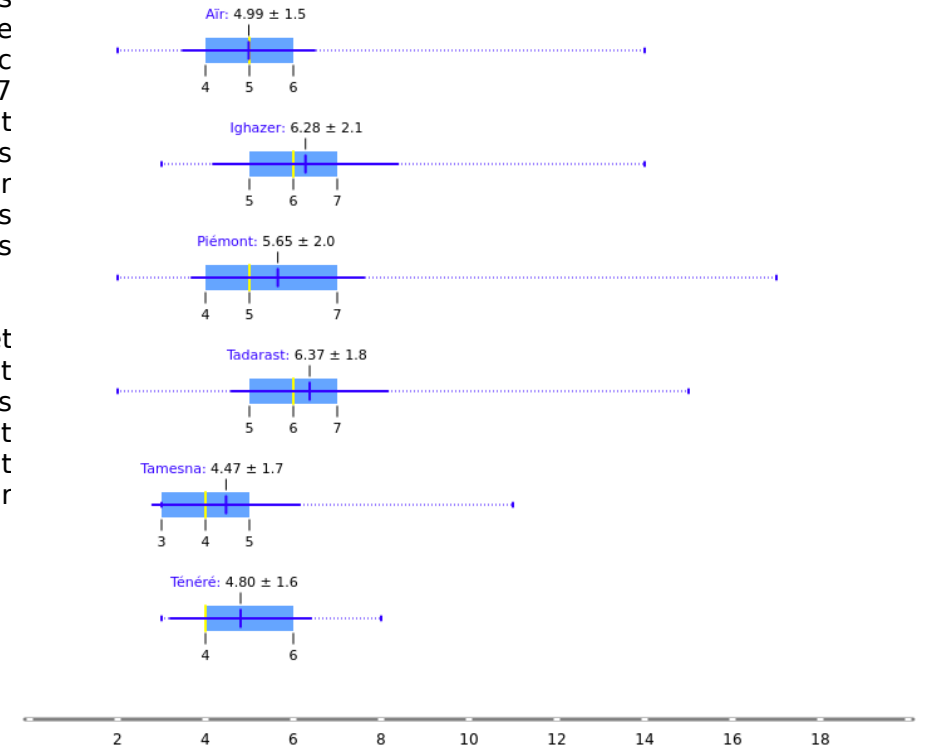


Figure 6: Distribution de la taille des monuments par zone géomorphologique

La présence/absence d'un anneau

Les 2/3 des monuments à alignement possèdent un anneau autour de leur tumulus, 1/3 en sont dépourvus ou tout du moins ne sont pas visibles sur les images satellites, ce qui fait que cet écart est sans doute minimal. 94 monuments sont pourvus de 2 anneaux, 6 avec 3 anneaux et 1 seul en possède 4 et fait figure d'exception dans cette zone d'étude qui plus est avec 41 tourettes (confère image page de garde).

En zone Tadarast, la répartition est plus équilibrée mais ceci est à mettre en relation avec le terrain sableux qui présente la même divergence, et qui est très vraisemblablement responsable de cette dernière, tout comme dans les zones Tamesna et Ténéré.

zone	absence	présence
Air	32,16 %	67,84 %
Ighazer	34,72 %	65,28 %
Piémont	32,83 %	67,17 %
Tadarast	44,25 %	55,75 %
Tamesna	48,39 %	51,61 %
Ténéré	100,00 %	
Total	35,43 %	64,57 %

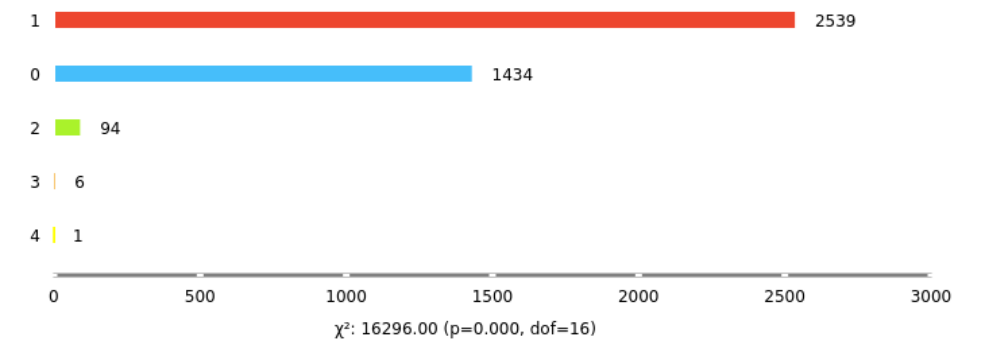


Figure 7: Nombre de monuments possédant un anneau de pierre

Les renforts

L'anneau de pierre qui entoure le tumulus central est souvent pourvu d'artifice que l'on nomme ici « renfort », à défaut de pouvoir les identifier correctement. Ils sont généralement positionner aux 4 points cardinaux.

481 monuments, soit 12 %, possèdent un renfort sur la partie est ou ouest de l'anneau voir les 2 en même temps pour la moitié d'entre eux. Quelque uns se distinguent avec des renforts au sud et au nord mais restent très marginaux.

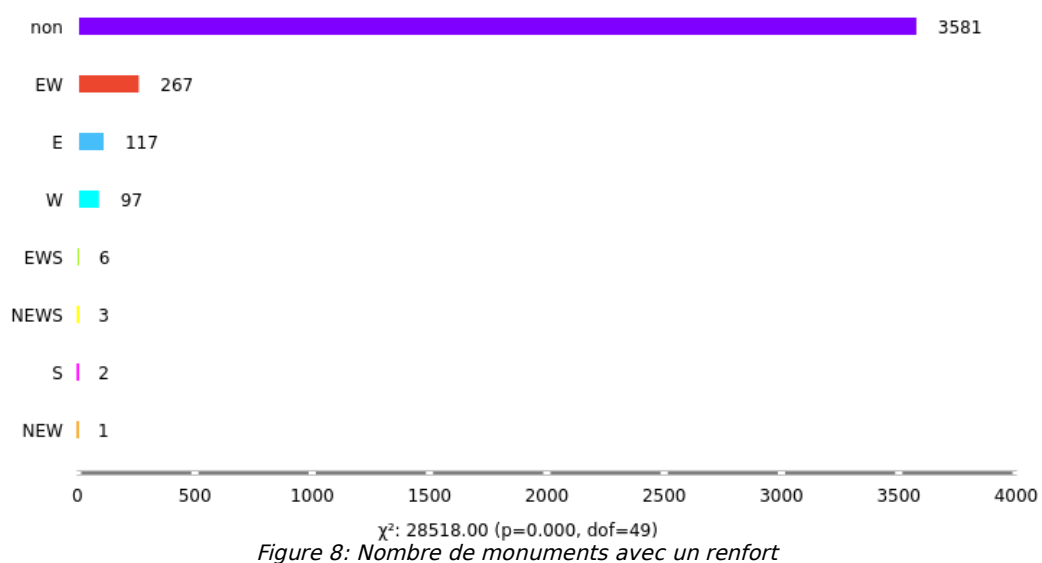


Figure 8: Nombre de monuments avec un renfort

Le nombre de tourettes

Le nombre moyen de tourettes par alignement est de 9,2 avec 50 % des alignements compris entre 6 et 11. Seule la zone Tamesna s'écarte significativement de cette moyenne. La zone Air possèdent les alignements les plus importants en nombre de tourettes, suivent Piémont et Tadarast. Les autres zones ouvertes possèdent toujours moins de 20 tourettes.

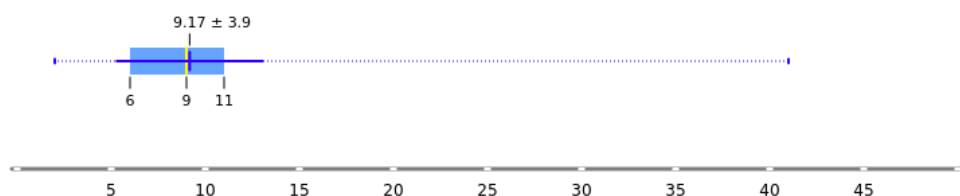


Figure 9: Distribution du nombre de tourettes

La quasi totalité des alignements ont au maximum 28 tourettes, notons que celles qui n'en aurait qu'une ne sont sans doute pas identifiées comme telle avec les images satellites. Seuls 4 monuments ont plus de 28 tourettes, dont 2 à 31 et 32 tourettes, mais dont la qualité des images peut nous permettre d'inclure ces 2 éléments dans une marge d'erreur de l'interprétation.

Un monument, qu'ici on peut vraiment qualifier de « monumental », possède 41 tourettes et sort du lot des 4 074 autres monuments, en outre, il est le seul à posséder 4 anneaux de pierre autour d'un tumulus central à cratère de 10 mètres de diamètre et un alignement en forme de S inversé (voir photo page de garde).

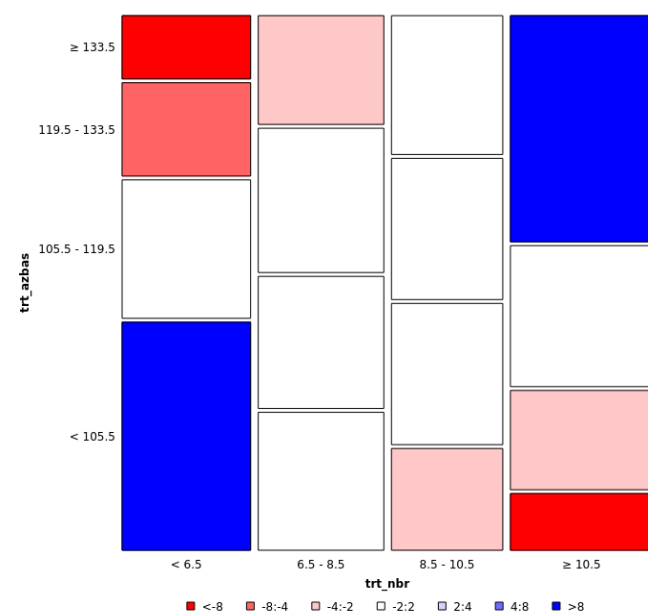


Figure 10: Mosaïque du nombre de tourette par rapport à l'azimut bas

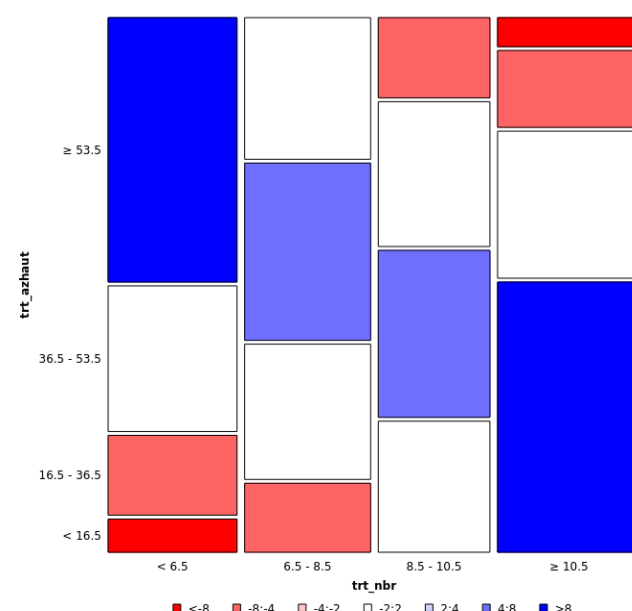


Figure 11: Mosaïque du nombre de tourette par rapport à l'Azimut haut

En mettant en relation le nombre de tourettes avec les azimuts haut et bas de l'alignement, on a les corrélations suivantes :

- les alignements de moins de 6 tourettes ont un azimut bas inférieur à 105° et haut supérieur à 54°,
- les alignements de plus de 10 tourettes ont un azimut bas supérieur à 133° et haut inférieur à 16°.

A l'évidence, plus il y a de tourettes et plus la dispersion azimutale est grande ce qui est logique et moins il y a de tourettes plus la dispersion est restreinte et milite pour une orientation globale de l'alignement et non une orientation assise sur les azimuts haut et bas.

La longueur des alignements

La longueur des alignements est en moyenne de 21,6 mètres. Là encore, si la zone Tamesna sort significativement de la moyenne avec moins de 11 mètres, c'est très certainement du fait du faible nombre de monuments dans cette zone.

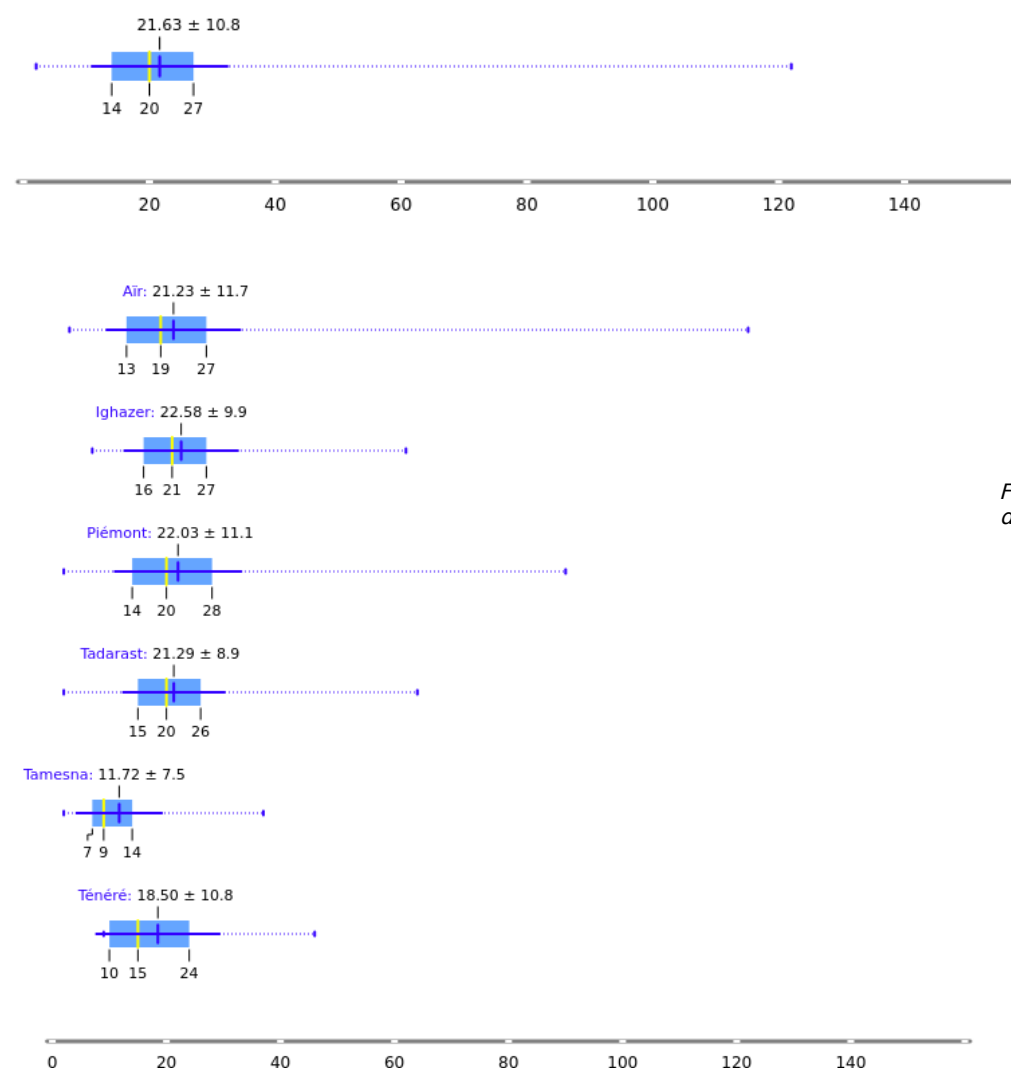


Figure 12: Moyenne et médiane de la longueur des alignements

Figure 13: Moyenne et médiane de la longueur des alignements par zone géomorphologique

La présence/absence d'un tumulus à l'extrémité de l'alignement

Un peu plus de 4 % des monuments ont un alignement qui possède à son extrémité sud une tourette qui peut être confondue avec un tumulus. Cette caractéristique est présente exclusivement en zones Piémont et surtout Ighazer et Tadarast.

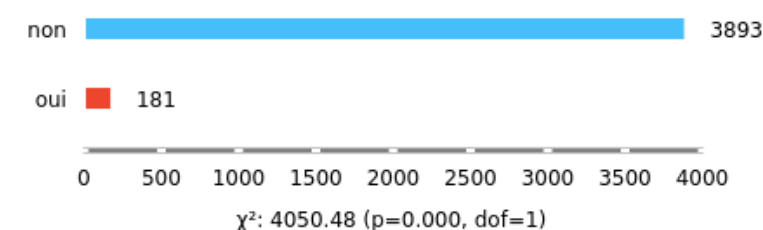


Figure 14: Nombre d'alignements avec un tumulus à l'extrémité

La grosseur des tourettes

Près de 12 % des monuments ont des alignements dont la grosseur des tourettes progresse en taille. Cette progression se fait presque exclusivement du nord vers le sud. Cette caractéristique est présente exclusivement en zones Piémont, Tadarast et surtout Ighazer.

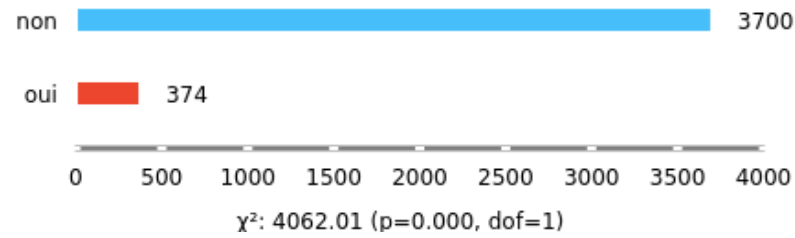


Figure 15: Nombre d'alignements dont la grosseur des tourettes augmente vers le sud

La forme des alignements

La très grande majorité des alignements ont une forme courbe à l'est du tumulus central. Près de 20 % des monuments forment une ligne droite qui peut aussi être un muret et seulement 13 alignements ont une forme de S inversé. Moins de 2 % des monuments ne disposent pas de tourettes mais d'un muret.

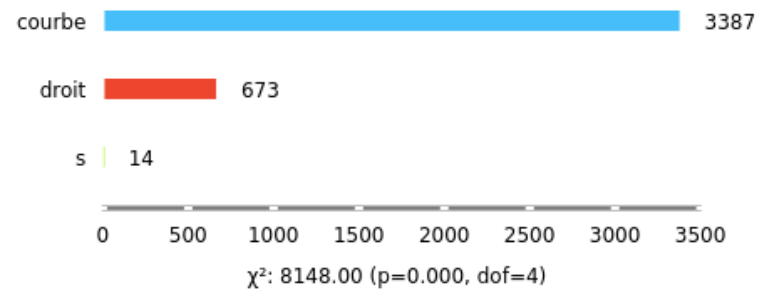


Figure 16: Nombre de monument selon la forme de l'alignement

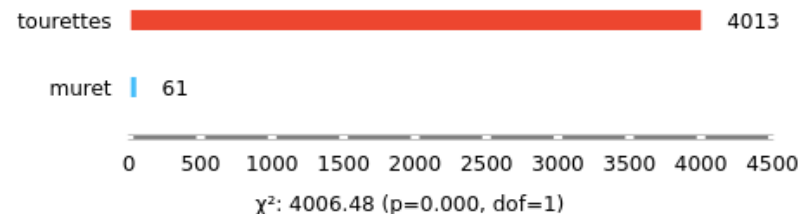


Figure 17: Nombre de monuments selon la composition de l'alignement

La distance tumulus-alignement

Pour approcher cette distance, nous avons utilisé la fonction centroïde de polyligne de QGIS qui matérialise le centre de cette dernière. On notera néanmoins que plus la courbure est accentuée plus le centroïde s'éloigne légèrement de la polyligne. Ce point est joint au centroïde du tumulus principal pour définir la distance tumulus-alignement.

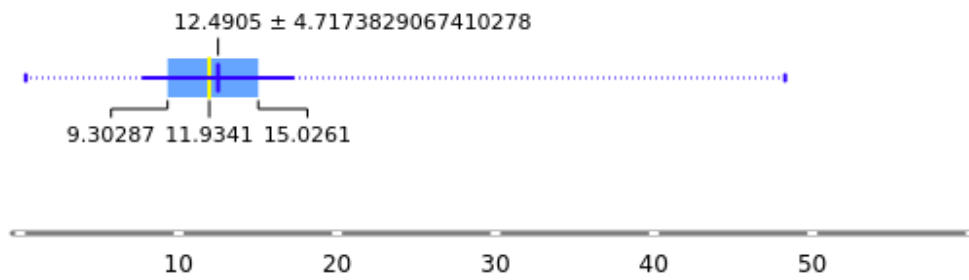


Figure 18: Distribution de la distance tumulus-alignement

La moyenne de cette distance est de 12,5 mètres avec un écart type de 4,7. Quelques valeurs hautes tire cette moyenne vers le haut au vu de la médiane qui est à 12 mètres. 50 % de ces distances sont entre 9 et 15 mètres.

Cette distance est la plus élevée en Tadarast, puis Ighazer et Piémont. Elle est manifestement inférieure en Aïr et toujours sur les zones périphériques Ténéré et Tamesna.

L'emprise

Pour les monuments à alignement qui sont composés de 2 entités séparées dans 2 tables, avant le calcul, on compare les X_min X_max et Y_min Y_max des 2 géométries pour former les points de coordonnées du polygone comme sur l'image ci-contre.

Les monuments à alignement ont une emprise au sol homogène et élevée dans les zones Ighazer, Tadarast et Piémont. Cette emprise est plus faible en Aïr et même très faible en Tamesna et Ténéré par rapport à la moyenne globale

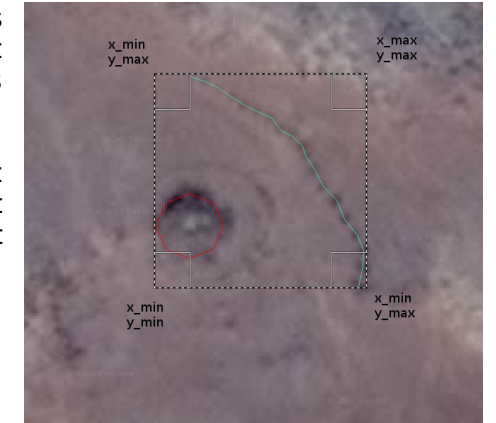


Tableau 6 : Emprise des monuments à alignement par zone (en m²)

Type de monument	Ighazer	Tadarast	Piémont	Aïr	Tamesna	Ténéré	Total
Monuments à alignement	420,2	409,1	401,0	329,1	160,3	174,6	385,0

La conservation des monuments

La conservation globale des monuments à alignement montre un niveau de dégradation important pour un quart des monuments (982). Bien entendu lorsque ces monuments sont sur un support rocheux, leur indice de conservation est assez bon, mais se dégrade sur les argiles et encore plus sur les supports sableux essentiellement à cause de l'ensablement, donc dans les zones Tadarast, Ighazer et surtout Tamesna.

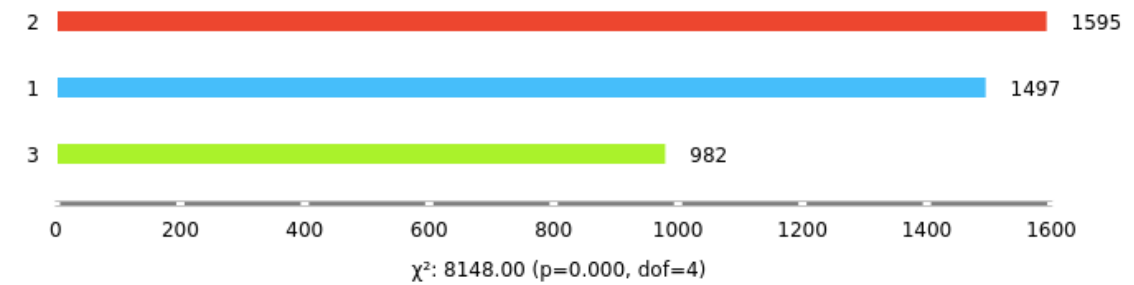


Figure 19: Nombre de monument par indice de conservation

Répartition géographique

Carte des monuments

La distribution géographique des monuments à alignement dessine une véritable dorsale nord-sud en zone Piémont, entre Aïr et Ighazer. Dans cette zone, la protubérance des grès d'Assaouas qui s'avance sur l'Ighazer est le hot-spot de ce type de monument, tout comme la partie la plus orientale des falaises de Tiguidit, de Marandet à Tiguidit, qui marque la limite méridionale de la répartition géographique.

On trouve également une bonne densité sur la partie Piémont Nord qui incite à penser qu'il y a des monuments à alignements plus au nord de la zone prospectée. Dans cette partie de la zone Piémont, la majeure partie des MAA se distribue le long des reliefs rocheux alignés nord-nord-ouest/sud-sud-est.

En Aïr, la répartition des MAA se fait le long des principaux oueds, mais sans toutefois pénétrer profondément les montagnes sauf sur la partie septentrionale de la zone prospectée.

En Ighazer, seules quelques protubérances rocheuses émergentes de la plaine argileuse accueillent des MAA, signe sans doute que la plaine n'était pas très accueillante pour ériger de tels édifices, ou que les populations n'y séjournèrent pas toute l'année, même si l'on ne peut exclure d'autres hypothèses comme des alignements très dégradés en plaine. La pénétration en Ighazer de ce type de monument semble s'être faite essentiellement par une ligne de faille passant par Azelik-Takedda. Un autre axe de contournement se fait le long des falaises de Tiguidit lorsque ces dernières remontent vers le nord-ouest, après la zone de Marandet. Il est étonnant qu'un site comme la petite montagne d'Anyokan, 20km au nord d'In Gall, ne possède aucun monument à alignement, alors qu'elle renferme près de 500 tumulus simples ou à cratères.

Peut-être peut-il y avoir un autre axe de pénétration par les vallées de la Tamesna, mais la zone d'étude est trop réduite dans cette partie qui est également très ensablée.

Cartes des caractéristiques

Pour l'ensemble de la zone d'étude nous avons défini une grille hexagonale de 7km de côté, auquel nous attachons la moyenne, la médiane ou le nombre d'une des caractéristiques de notre base de données pour identifier d'éventuelle dissonance dans les répartitions géographiques. Les 4 classes de répartition correspondent aux 4 quartiles.

L'azimut

Les azimuts pour chaque hexagone paraissent supérieurs dans la partie septentrionale de notre zone d'étude. Ce pourrait être un effet de relief puisque les montagnes de l'Aïr sont plus hautes sur le levant.

Les tourettes

On observe également que le nombre de tourettes est plus élevée dans la partie septentrionale de la zone Aïr et peut être même d'une manière générale sur la façade orientale de notre zone d'étude. Cela dans des zones à faibles densités de monuments.

Le diamètre

Les hexagones ont très clairement un diamètre plus élevé dans la partie méridionale de notre zone d'étude surtout en Piémont et Tadarast qui concentrent donc les monuments les plus imposants.

Les anneaux

La répartition de la moyenne du nombre d'anneau par hexagones est assez homogène sur toute la zone, peut être un peu plus faible sur la Tadarast et semble de plus en plus absente plus l'on s'éloigne de la dorsale piémontaise vers le Ténééré.

La distance tumulus-alignement

Cette distance semble plus importante dans la partie méridionale de notre zone d'étude, ce qui est à mettre en relation avec la grosseur des monuments, plus ils seraient gros, plus cette distance serait grande.

L'altitude

On constate assez nettement que plus l'altitude augmente et plus les monuments sont petits de diamètre, ont de moins en moins d'anneaux et que la distance tumulus-alignement est moins grande. Par contre l'altitude ne modifie pas les caractéristiques azimut et nombre de tourettes.

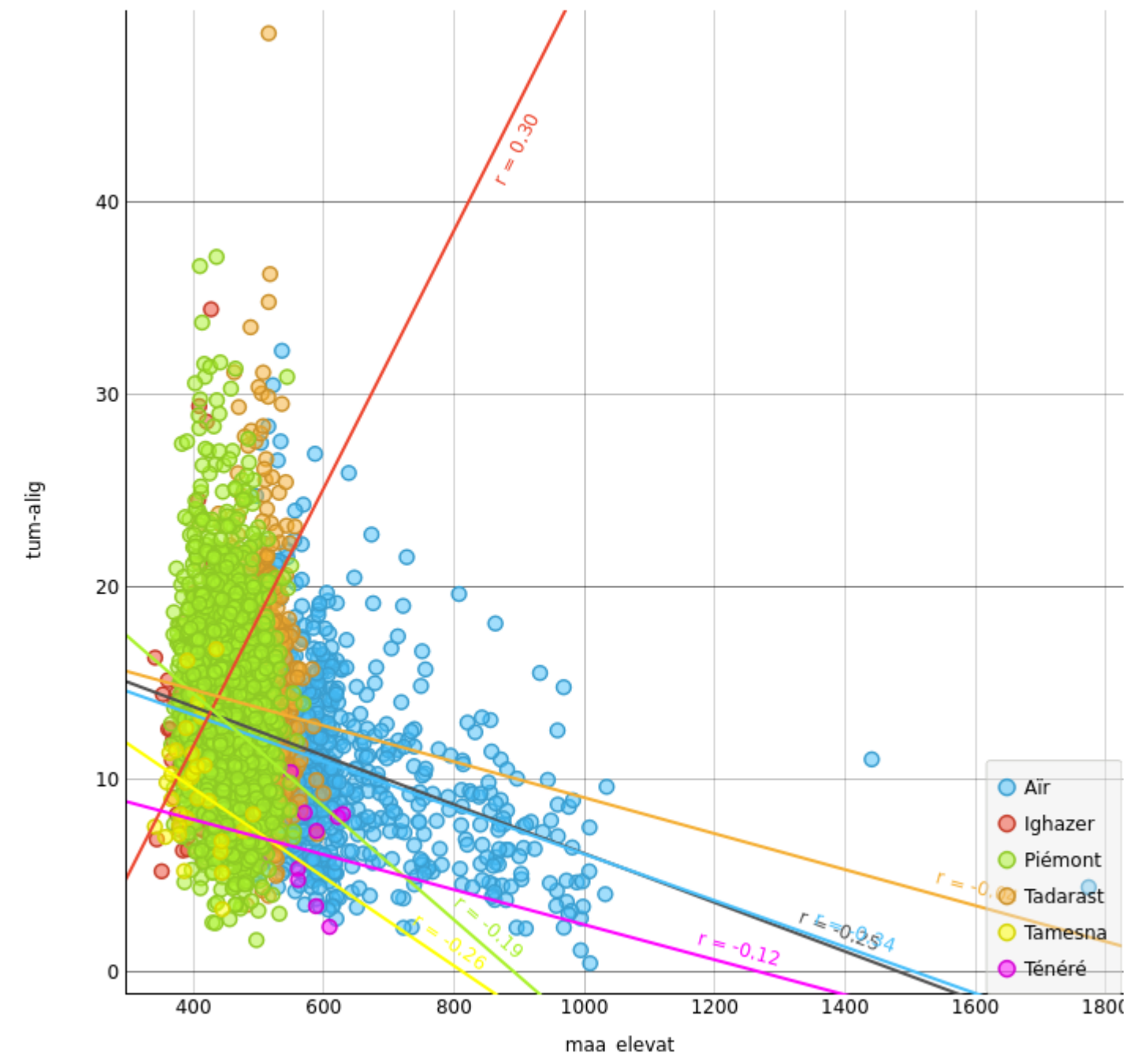


Figure 20: Distance tumulus-alignement en fonction de l'altitude

Références

- Gauthier Y., Gauthier C. 2005 - Monuments à alignement du Sahara occidental et leur place dans le contexte saharien, *Almogaren*, XXXVI (36), p. 147-190.
- Gauthier Y., Gauthier C. 2008 - À propos des Monuments à alignements du Sahara, *Almogaren*, XXXIX, p. 27-88.
- Paris F. 1996 - *Les sépultures du Sahara nigérien du néolithique à l'islamisation*, Etudes et Thèses, ORSTOM, 376 + 621 p.

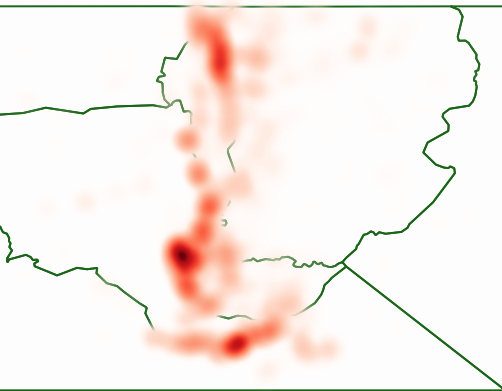
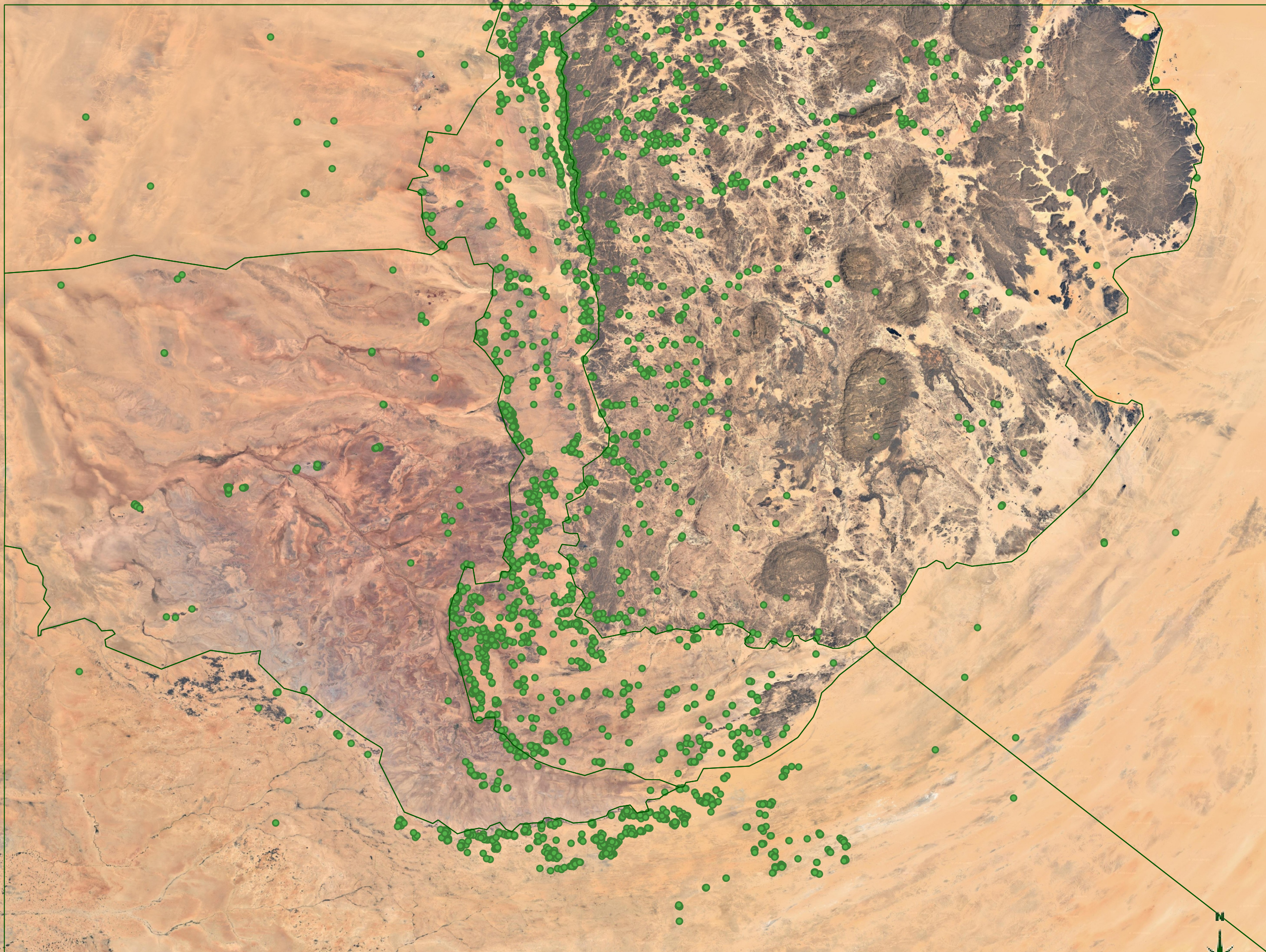


Les monuments à alignement dans la plaine de l'Ighazer

distribution et densité

Légende

- zone géomorphologique
- monument à alignement



0 25 50 km

Source : inventaire archéologique satellitaire de la plaine de l'Ighazer, octobre 2020.

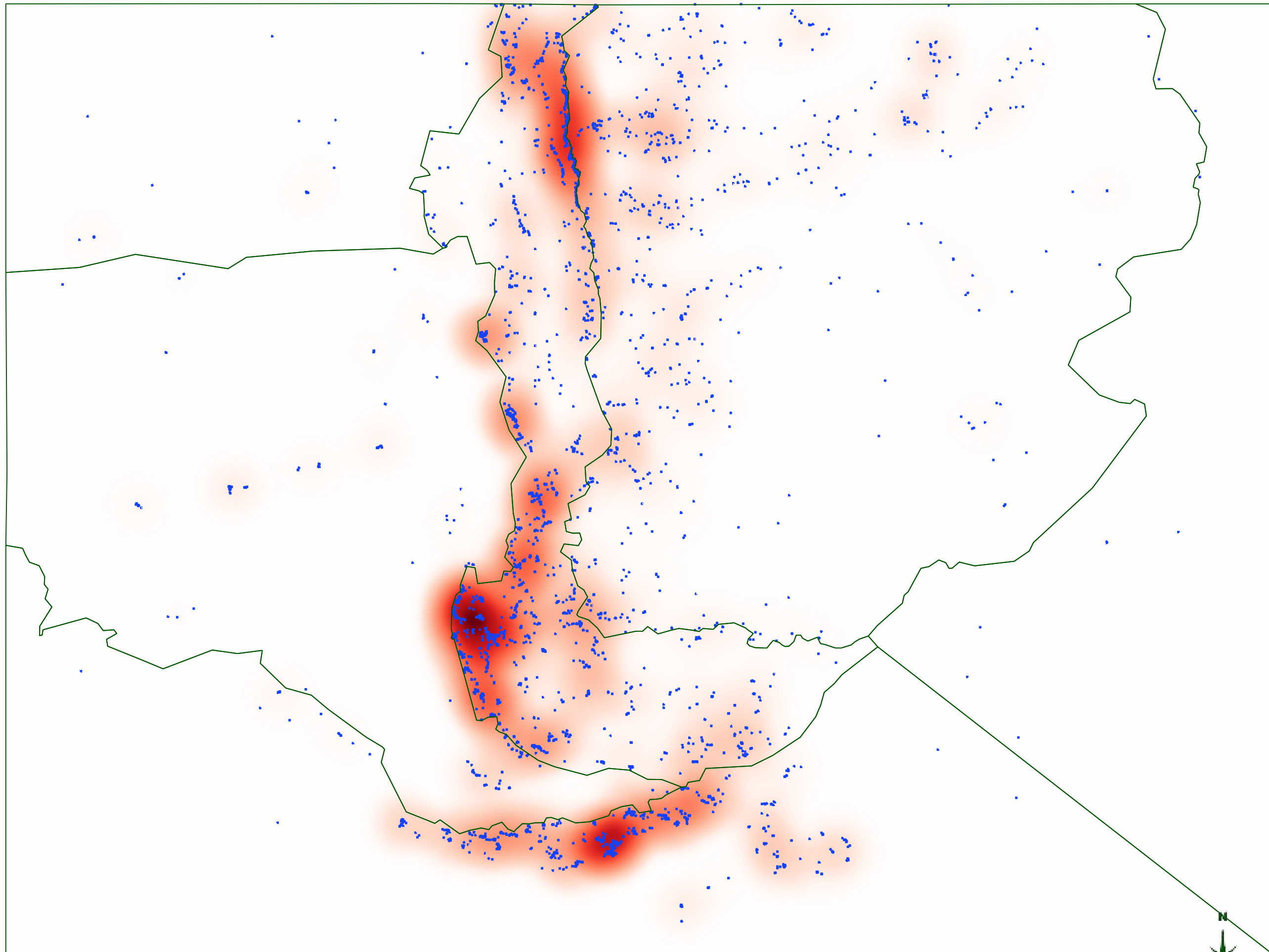


Les monuments à alignement dans la plaine de l'Ighazer

Carte de chaleur

Légende

- zone géomorphologique
- monument à alignement



0 25 50 km

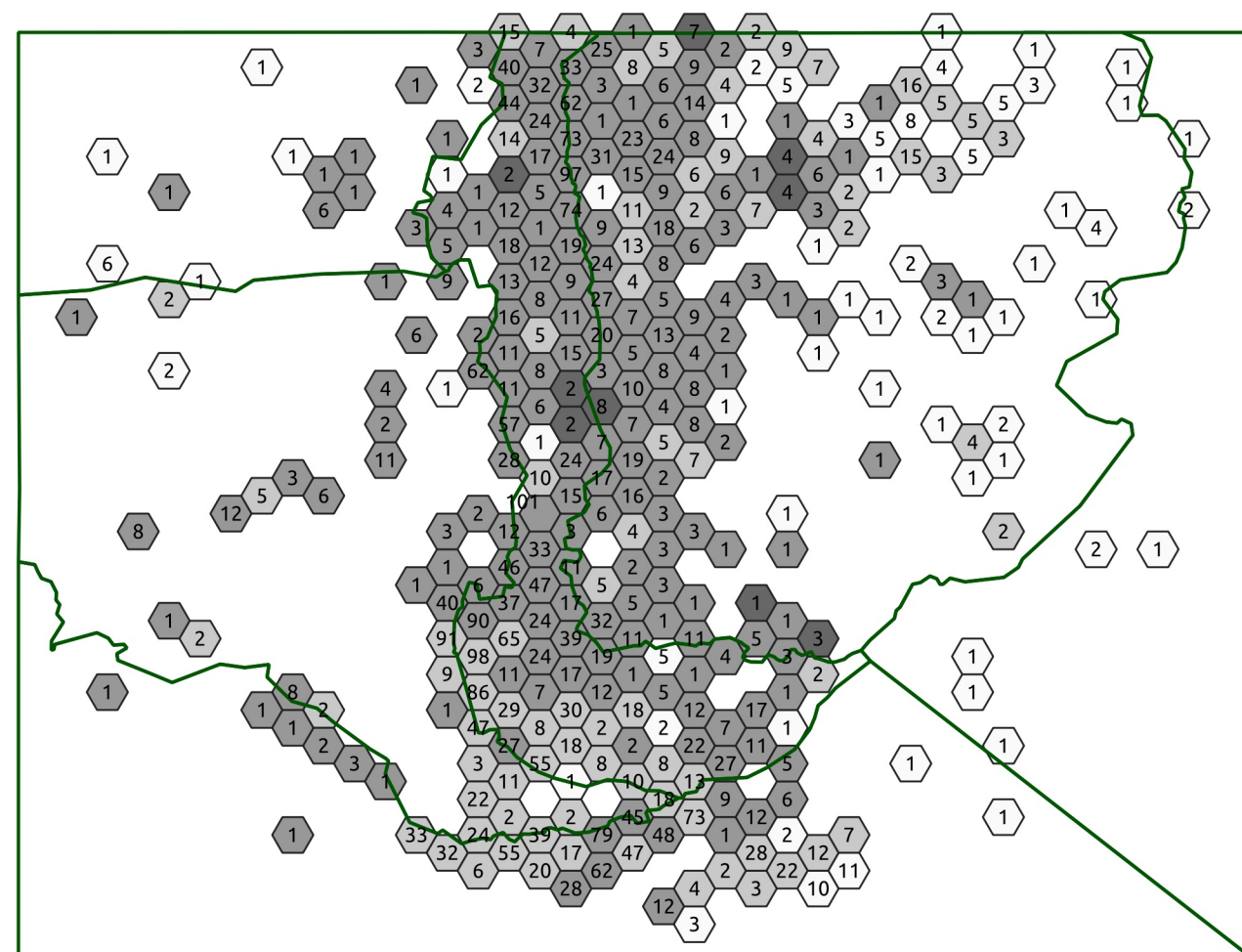
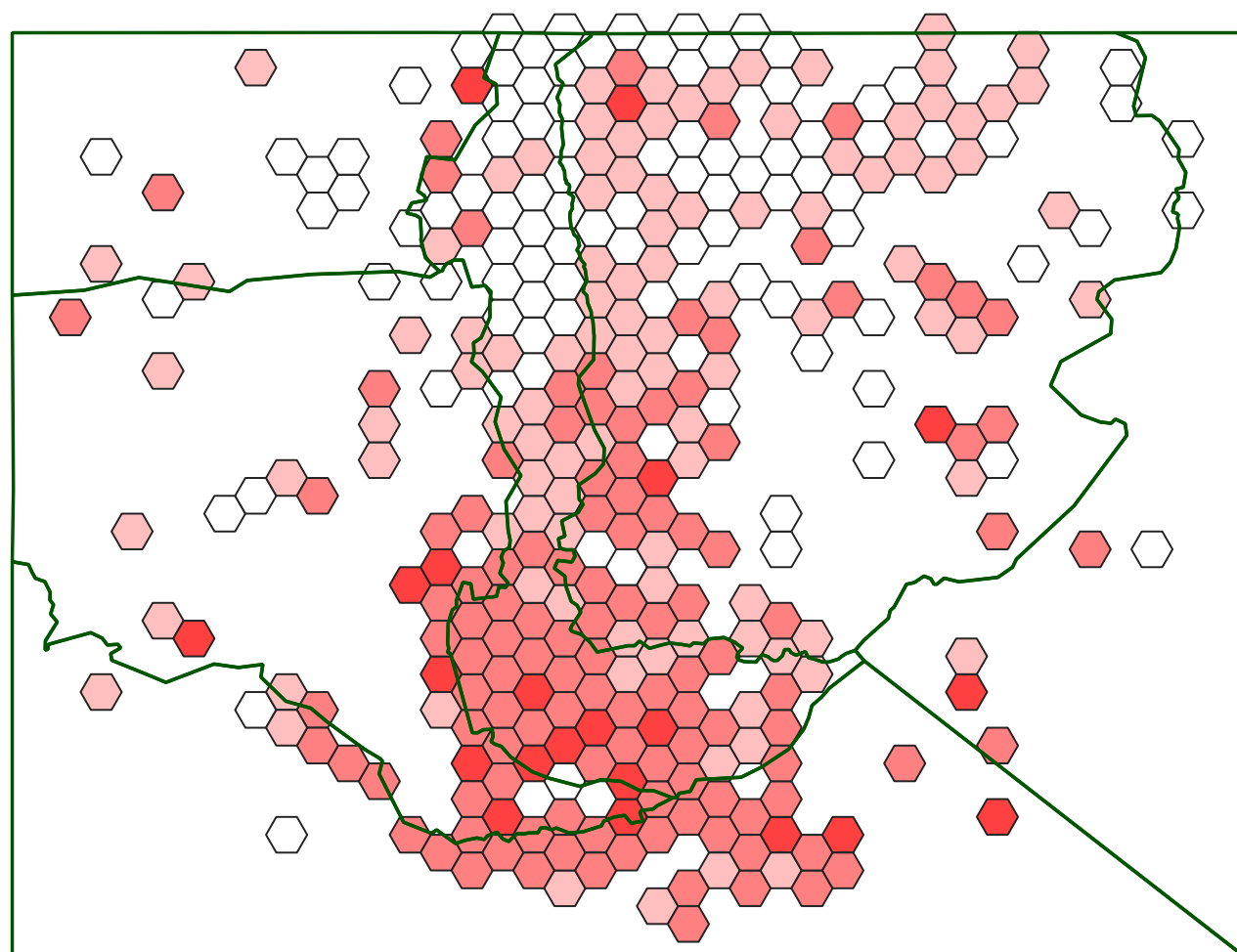
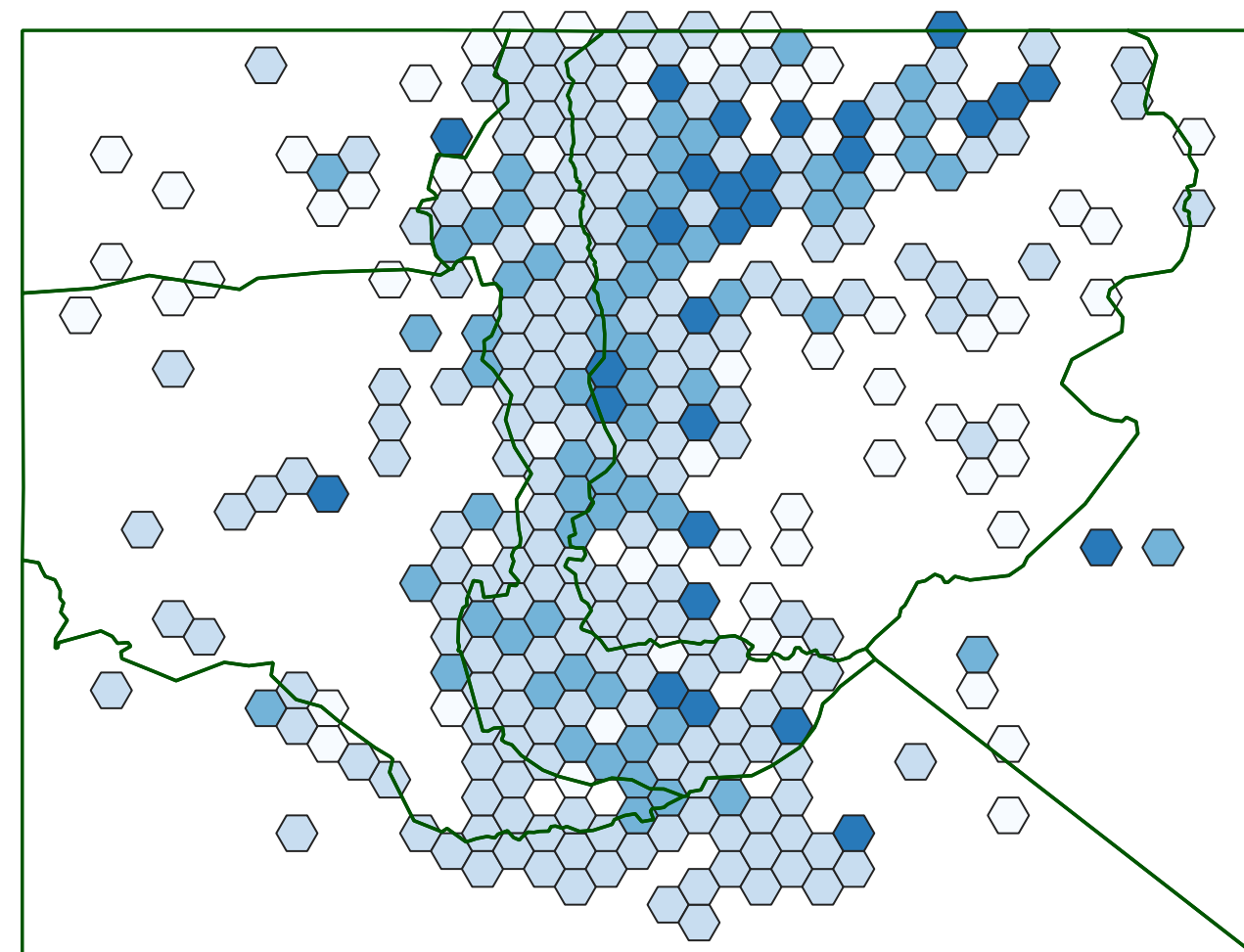
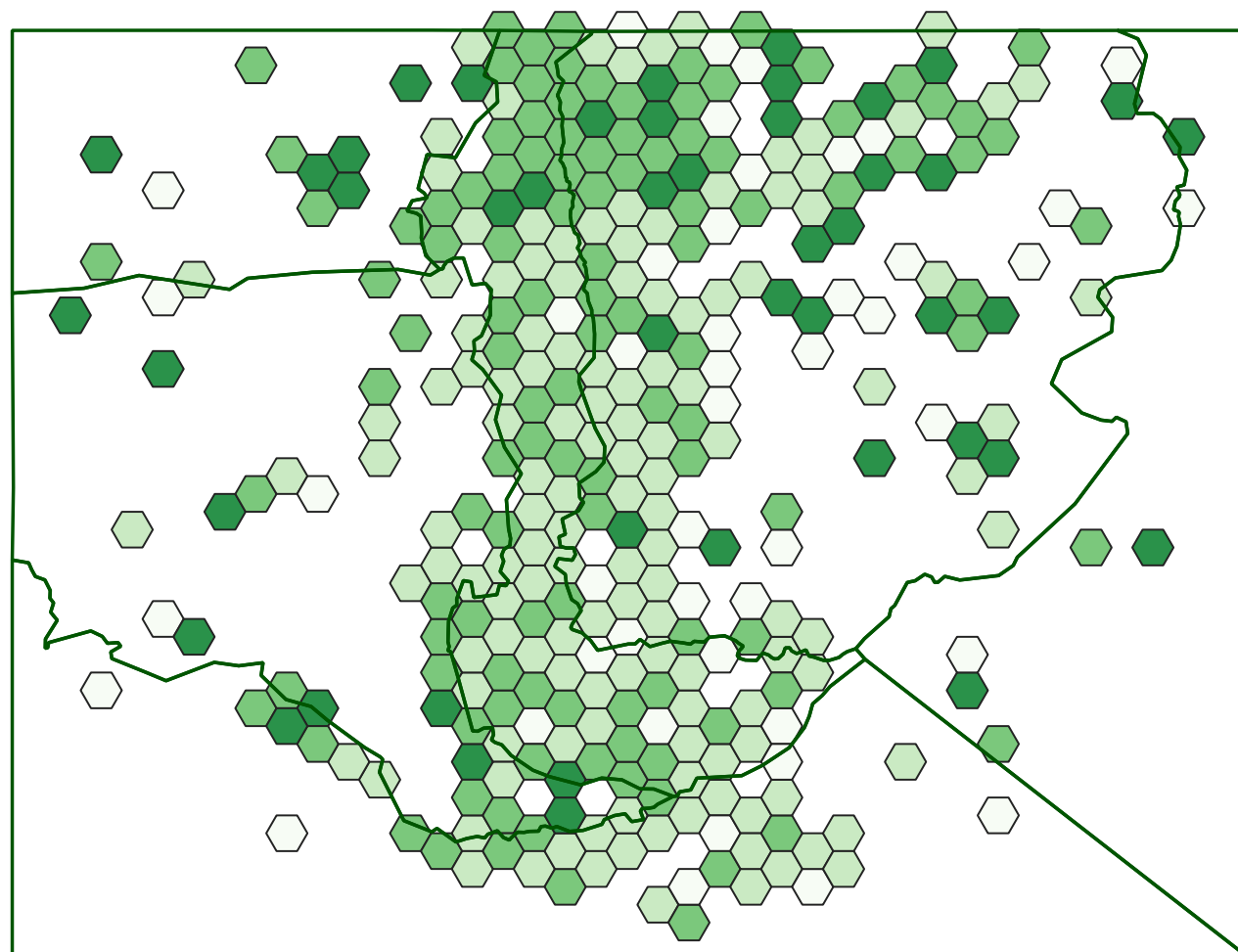
Source : inventaire archéologique satellitaire de la plaine de l'Ighazer, octobre 2020.

Fond de carte : Google Maps



Les monuments à alignement dans la plaine de l'Ighazer

orientation, diamètre
nombre de tourettes,



Légende

□ zone géomorphologique

'1' - nb de monument dans l'hexagone

azimut (°)

□ 9 - 64

□ 64 - 76

□ 76 - 87

□ 87 - 116

diamètre (m)

□ 2 - 4

□ 4 - 5

□ 5 - 7

□ 7 - 18

tourettes (nb)

□ 3 - 6

□ 6 - 9

□ 9 - 11

□ 11 - 20

anneau (moyenne)

□ 0 - 0,2

□ 0,2 - 0,6

□ 0,6 - 1,1

□ 1,1 - 2

0 25 50 km



Les monuments à alignement dans la plaine de l'Ighazer

la distance tumulus-alignement

Légende

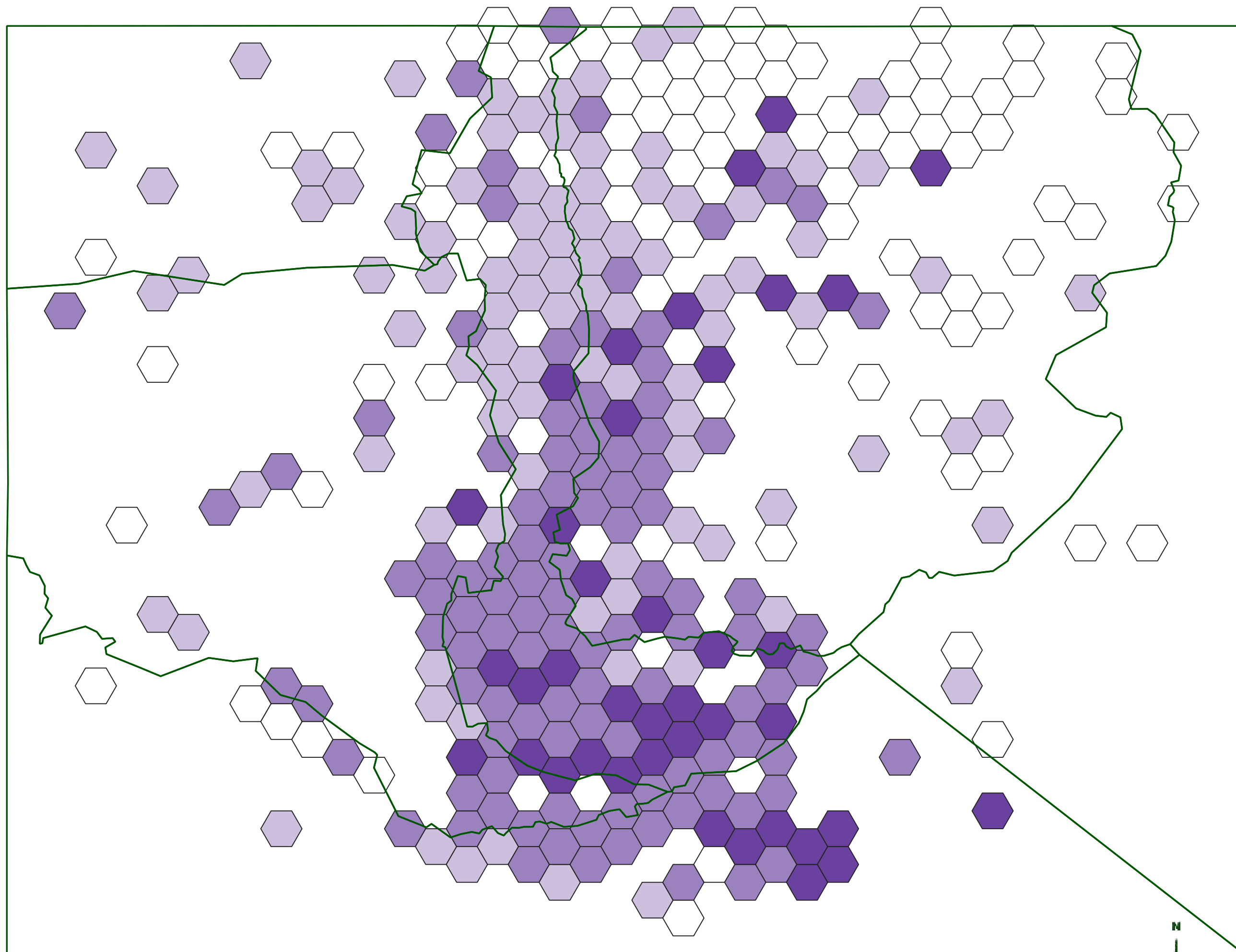
□ zone géomorphologique

□ 3,4 - 9,3

□ 9,3 - 11,9

□ 11,9 - 15

□ 15 - 20,7



0 25 50 km

Source : inventaire archéologique satellitaire de la plaine de l'Ighazer, octobre 2020.



Les monuments à alignement dans la plaine de l'Ighazer

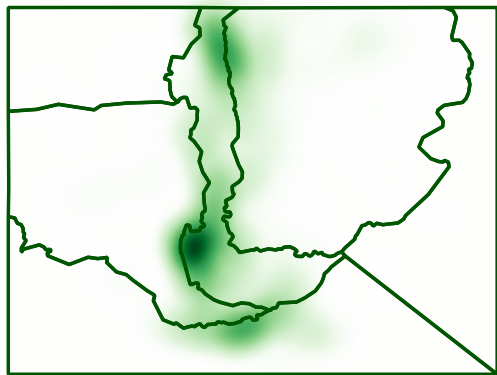
axes de diffusion des monuments à alignement

Légende

□ zone géomorphologique

→ axe de diffusion

carte de chaleur avec un rayon de 30 km



0 25 50 km

Source : inventaire archéologique satellitaire de la plaine de l'Ighazer, octobre 2020.

