
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](#).



décembre 2018 - version 1.0 provisoire



Introduction

La description que l'on propose ici pour les monuments à alignement va être précisée avec les artifices que l'on perçoit sur les images satellitaires, anneau, renforts, etc. Compte tenu de la qualité des images, on prendra bien garde de prendre ces premiers éléments avec prudence, et que l'on reste toujours 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.

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.

En toute logique nous aurions du adjoindre une table avec un polygone cercle pour l'anneau qui, le plus souvent entoure le monument, mais pour l'heure ce travail n'est pas réalisé.

Les éléments de la table 'tourettes' sont ensuite joint à la table 'alignements' avec comme jointure les identifiant **maa_id = trt_id**.

'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 l'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
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.

Pour les analyses statistiques nous joignons les 2 tables par le _id, ainsi dans une seule table nous disposons de l'ensemble des éléments et caractéristiques composant le monument à alignement de tourettes.

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

3 173 monuments 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 26 % des monuments le long des falaises de Tiguidit. L'Ighazer accueille peu de monuments, la plupart concentrés sur des points hauts. Ils sont très marginaux en Tamesna. En Aïr, ils se concentrent sur la partie ouest proche Piémont.

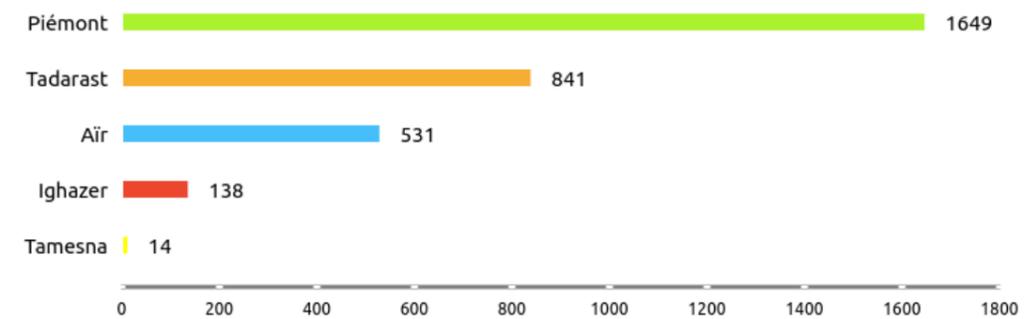


Figure 1: Nombre de monuments par zone géomorphologique

70 % 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.

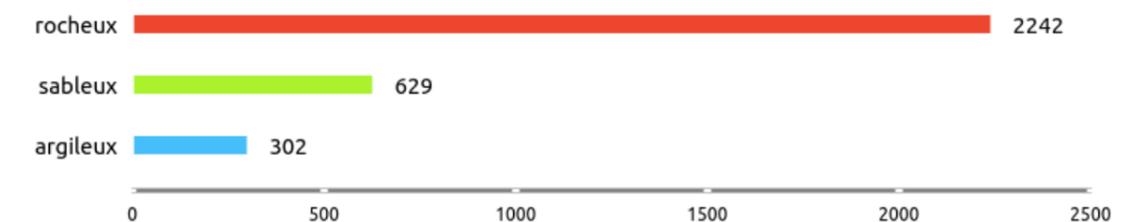


Figure 2: Nombre de monuments par types de support

Distribution des caractères

L'orientation

L'orientation des alignements est prise par la perpendiculaire qui passe par le segment de droite formé par les extrémités de l'alignement. L'azimut de cette perpendiculaire est l'orientation globale de notre alignement, qui suit une loi Normale autour de 74°N. Les orientations par zone ne montrent pas de différences significatives, on notera toutefois qu'en Tamesna la distribution y est la plus resserrée.

En prenant l'azimut sur le milieu de l'alignement et le centre du tumulus, les monuments se distribuent autour de 79°N plus ou moins 21.

Ces distributions militent plutôt en faveur d'une orientation assise sur un point fixe, un astre ou un lieu par exemple.

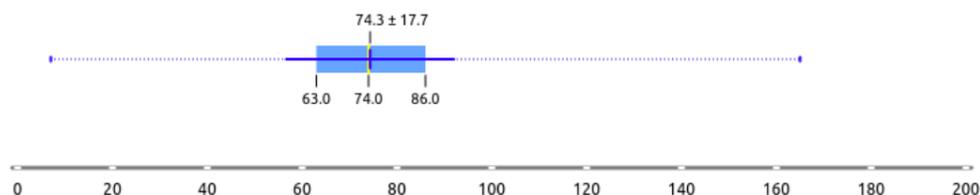


Figure 3: Moyenne et médiane des orientations

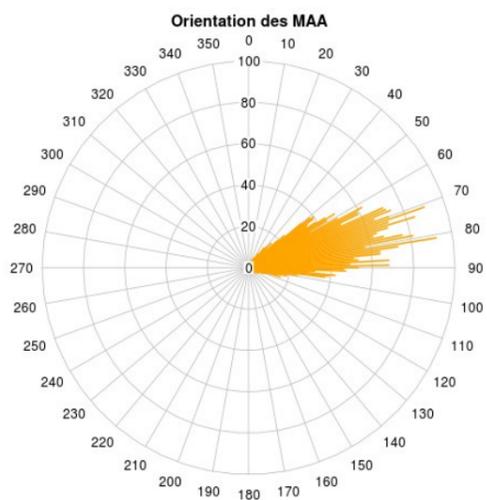


Figure 4: Distribution des orientations des monuments à alignement

Dans les deux cas, l'orientation globale n'est pas sensible aux autres critères pris en compte dans la description des alignements, que ce soit la forme (muret, tourette 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.

La taille des monuments

La taille des tumulus centraux des monuments à alignements se distribue autour de 6 mètres avec 50 % des monuments entre 4 et 8 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 dépassent les 50 mètres.

Les tailles des monuments à alignements sont plus petites en Aïr et surtout en Tamesna.

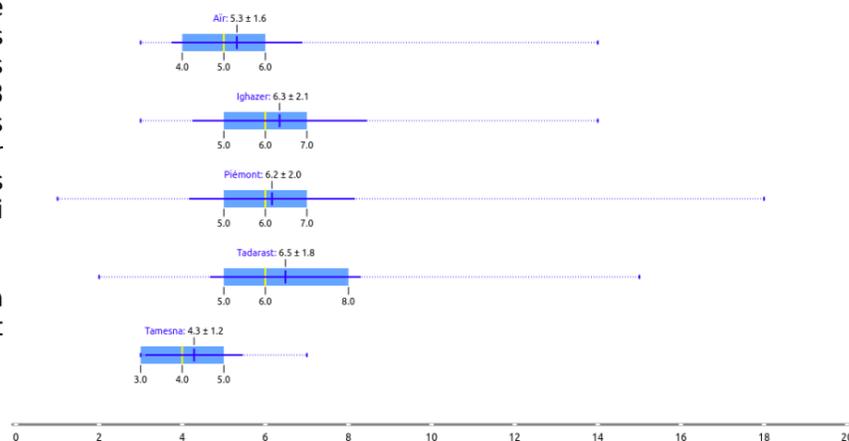


Figure 5: Distribution de la taille des monuments par zone géomorphologique

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. Il est possible que cet écart soit minimal compte tenu de possibles erreurs d'interprétation des images satellites. 50 sont pourvus de 2 anneaux, 3 avec 3 anneaux et 1 seul en possède 4 et fait figure d'exception dans cette zone d'étude qui plus est avec 43 tourettes (confère image page de garde). On ne note pas de différence significative vis à vis des autres critères.

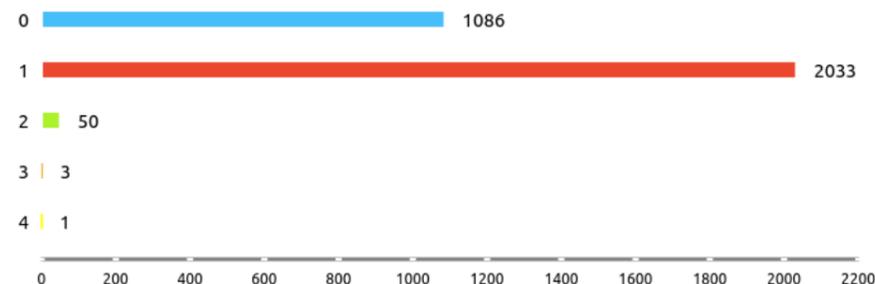


Figure 6: Nombre de monuments possédant un anneau de pierre

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. 402 monuments, soit 12 %, possèdent un renfort sur la partie est ou ouest de l'anneau voir les 2 en même temps pour 7 % d'entre eux. Quelque uns se distinguent avec des renforts au sud et au nord mais restent très marginaux.

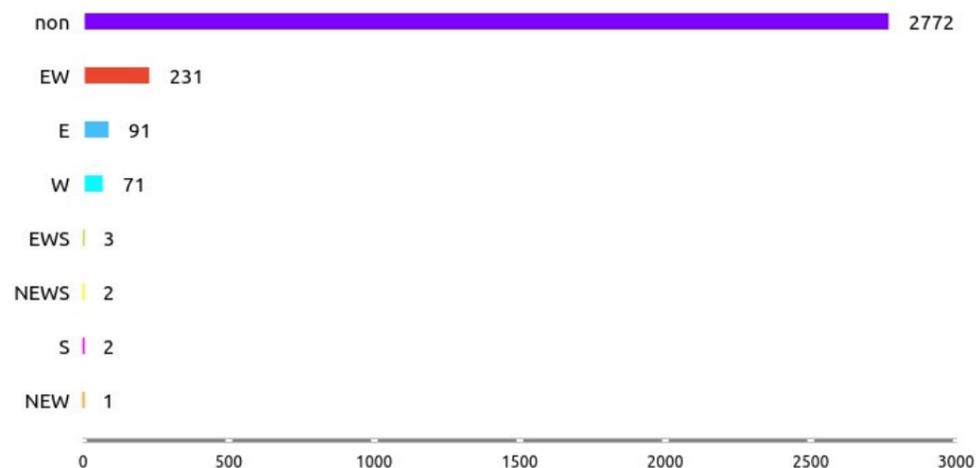


Figure 7: Nombre de monuments avec un renfort

Le nombre de tourettes

Le nombre moyen de tourettes par alignement est de 9,3 avec 50 % des alignements compris entre 5 et 13. Seule la zone Tamesna sort significativement de cette moyenne.

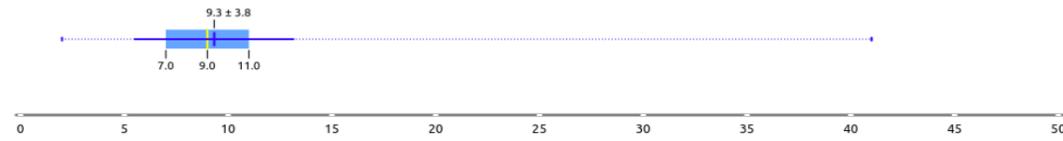
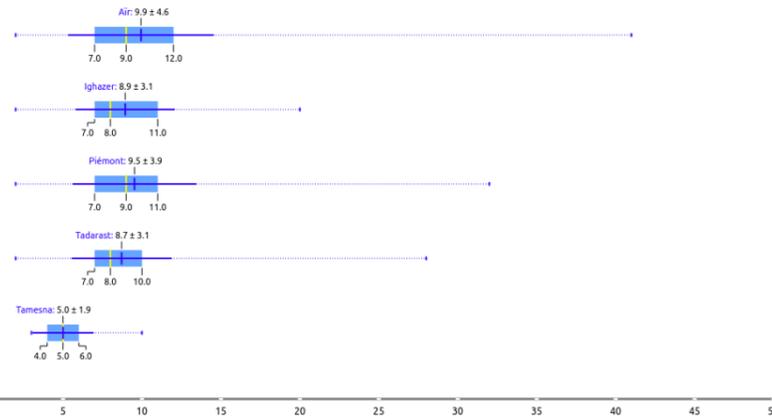


Figure 8: Distribution du nombre de tourettes

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 3 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.

Une lune faisant 29 jours environ, y aurait-il une relation possible avec le nombre de tourettes ?



Un monument, qu'ici on peut vraiment qualifier de « monumental », possède 43 tourettes et sort du lot des 3 172 autres monuments, en outre, il est le seul à posséder 4 anneaux de pierre autour du tumulus central et un alignement en forme de S inversé (voir photo page de garde).

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

- les alignements de moins de 6 tourettes ont un azimut bas inférieur à 104° et haut supérieur à 54°,
- les alignements de plus de 10 tourettes ont un azimut bas supérieur à 132° 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 milite pour une orientation globale de l'alignement et non une orientation assise sur les azimuts haut et bas. Ceci doit nous orienter vers la recherche d'un point unique comme déterminant de l'orientation, astre, repère ou autre.

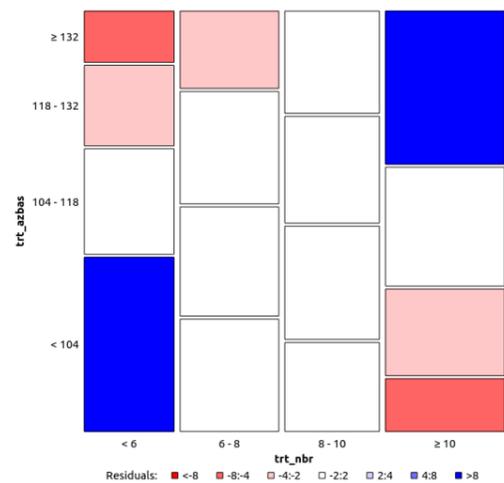


Figure 10: Mosaïque du nombre de tourette par rapport à l'azimut bas

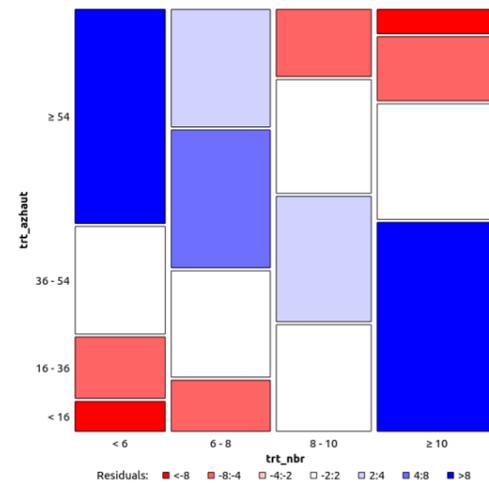


Figure 9: Mosaïque du nombre de tourette par rapport à l'Azimut haut

La longueur des alignements

La longueur des alignements est en moyenne de 22 mètres. Là encore la zone Tamesna sort significativement de la moyenne avec moins de 9 mètres.

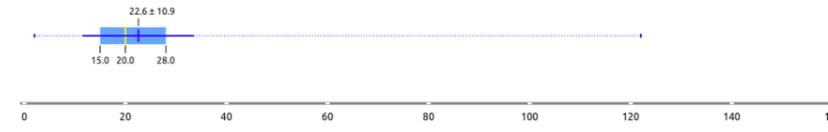


Figure 11: Moyenne et médiane de la longueur des alignements

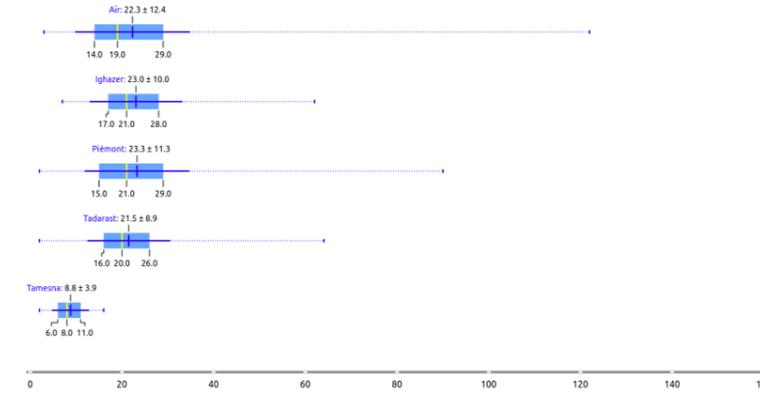


Figure 12: Moyenne et médiane de la longueur des alignements par zone géomorphologique

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

Près de 6 % des monuments ont un alignement qui possède à son extrémité sud une tourette qui peut être confondue avec un tumulus.

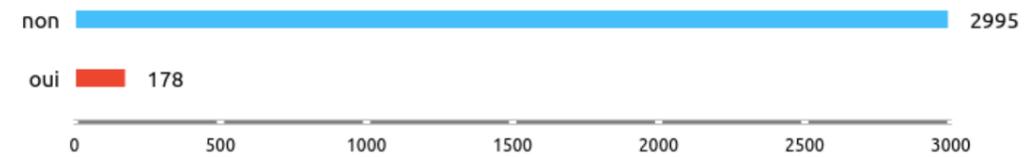


Figure 13: Nombre d'alignements avec un tumulus à l'extrémité

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.

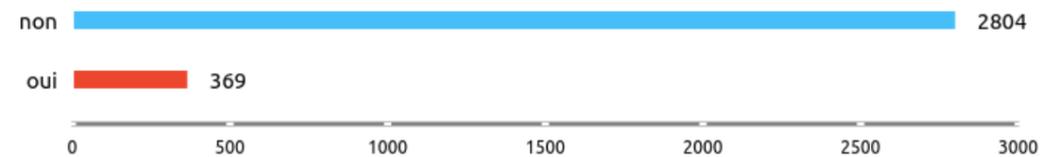


Figure 14: Nombre d'alignements dont la grosseur des tourettes augmente vers le sud

La forme des alignements

La très grande majorité des alignements ont une forme courbe à l'est du tumulus central. 17 % forme 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.

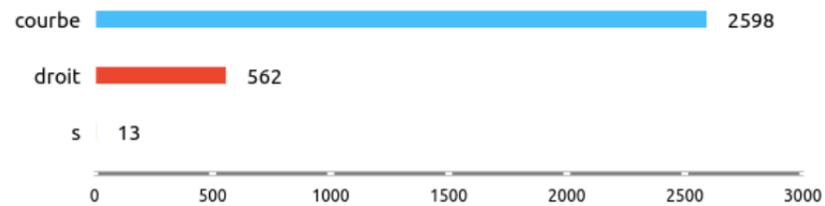


Figure 15: Nombre de monument selon la forme de l'alignement

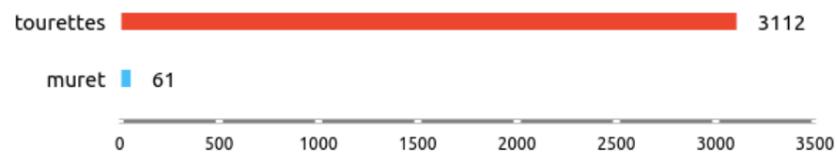


Figure 16: Nombre de monuments selon la composition de l'alignement

La distance tumulus-alignement

Pour approcher cette distance, nous avons utilisé la fonction centroïde de polygone 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 polygone. Ce point est joint au centroïde du tumulus principal pour définir la distance tumulus-alignement.

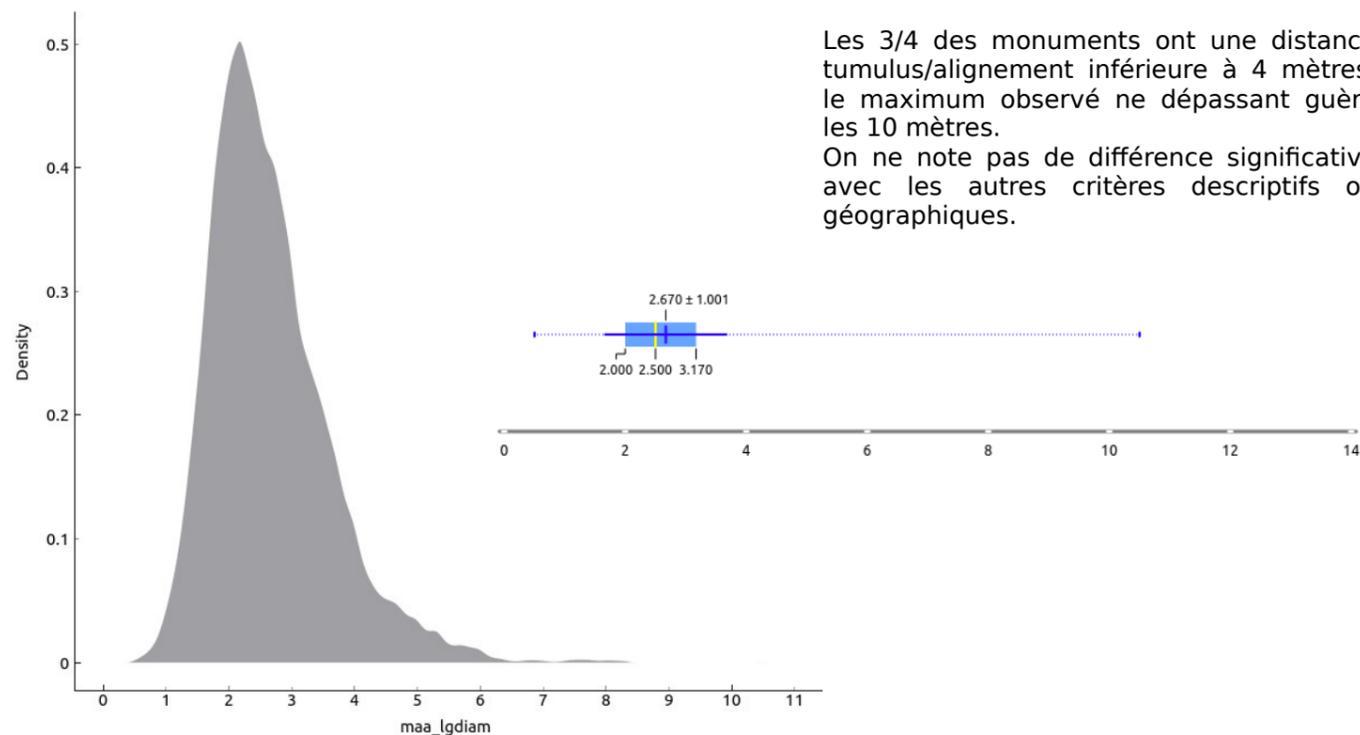


Figure 17: Distribution de la distance tumulus-alignement

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, qui du fait de l'alignement de tourettes, ont une emprise au sol importante et homogène, sauf en Tamesna où elle est faible mais cette zone est aussi un espace de fort ensablement éolien.

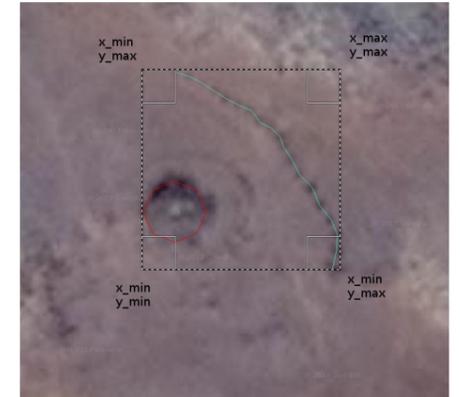


Tableau 6 : Emprise des monuments à alignement par zone (en m²)

Type de monument	Ighazer	Tadarast	Piémont	Aïr	Tamesna	Total
Monuments à alignement	430,0	413,9	443,3	388,1	134,22	424,3

La conservation des monuments

La conservation globale des monuments à alignement montre un niveau de dégradation important pour une moitié des monuments. 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.

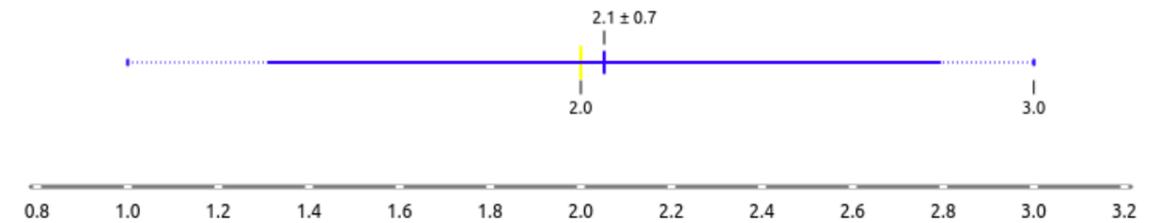


Figure 18: Moyenne et médiane de l'indice de conservation

Répartition géographique

Carte des monuments

La distribution géographique des monuments à alignement est très circonscrite à la zone Piémont, entre Aïr et Ighazer, il y a une véritable verticalité nord-sud dans cette distribution. 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 méridionale des falaises de Tiguidit. Entre les deux, les MAA sont plus dispersés mais restent encore bien présents. Au nord de la zone Piémont, la majeure partie des MAA se distribue le long des reliefs rocheux dans des alignements nord-nord-est/sud-sud-est.

En Aïr la répartition des MAA se fait le long des oueds, mais sans toutefois pénétrer profondément les montagnes.

Au sud-est de la zone d'étude se distingue un ensemble de MAA, sous les vents du Ténéré, dans une zone peu pourvue en eau, ce qui pourrait faire penser qu'une ressource autre que l'eau et le pâturage intéressent ici les populations.

En Ighazer, seules quelques protubérances rocheuses émergentes de la plaine argileuse possèdent 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 c'est faite essentiellement par une ligne de faille passant par Azelik-Takedda. Un autre axe de pénétration se fait le long des falaises de Tiguidit lorsque ces dernières remontent vers le nord-est, après la zone de Marandet.

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.

Il est étonnant qu'un site comme la petite montagne d'Anyokan, 20km au nord d'Ingall, ne possède aucun monuments à alignement, alors qu'elle renferme près de 500 tumulus simples ou à cratères.

Carroyages

Pour l'ensemble de la zone d'étude nous avons défini un carroyage de 30 km de coté, auquel nous attachons la moyenne d'un caractère du MAA, en l'occurrence l'azimut, le nombre de tourette et le diamètre du tumulus.

Pour l'azimut, on ne note pas de différence au sein de la zone d'étude, les carreaux ayant des valeurs extrêmes ne sont pas significatifs car possédant un très faible nombre de monuments.

Pour le nombre de tourettes, on constate une tendance à une plus forte moyenne dans les carreaux au nord des zones Piémont et Air qui semble s'estomper lorsque l'on progresse vers le sud. Cette tendance s'inverse lorsque l'on regarde le diamètre moyen des tumulus.

Les anneaux

Dans la partie où l'on retrouve les hot-spots de monuments à alignement, il apparaît une préférence pour des monuments sans anneaux. Alors que les monuments avec anneau, un ou plusieurs, se répartissent plutôt équitablement sur toute la zone.

Discussion

La distribution de l'orientation des monuments à alignement autour d'une loi normale milite plutôt en faveur d'une orientation assise sur un point fixe, un astre ou un lieu par exemple. La dispersion azimutale du nombre de tourettes renforce cette hypothèse. Néanmoins l'étendue des dispersions azimutales doit nous permettre de relativiser cette position.

Le nombre de tourettes est peut-être à rapprocher du nombre de jour d'une lune, même si la distribution de ce nombre ne coïncide pas avec un déterminisme simple du nombre de tourettes.

Comme nous savons que ce type de monuments n'est pas présent plus au sud dans le sahel, il est très possible que la pénétration de ces monuments s'est faite par le nord en suivant la zone Piémont. Mais on ne peut exclure que le rayonnement de ces populations ne se soit fait à partir du piémont occidental de l'Air compte tenu de la très grande densité de ce type de monuments en Ighazer rapportée à d'autres zones du Sahara.

Les Hot-spots de la protubérance gréseuse d'Assaouas et de la falaise de Tiguidit signalent que ces points sont des zones de rayonnements pour l'utilisation de l'environnement, eau et pâturage, si l'on considère que ces populations sont des éleveurs semi-nomades. Ces hot-spots sont situés au niveau de la principale artère d'irrigation de la plaine argileuse que forme l'Ighazer wan Agadez.

On note une concentration de monument intéressante entre les villages de Taguedoufat et Mio au sud-est de la zone d'étude, ce qui semble être une situation assez périlleuse car cette zone est plutôt connue pour ne pas receler beaucoup de puits, c'est même dans cette zone que les Touareg au début du 20^e siècle ont essayé de perdre la mission Fourreau-Lamy. On peut donc imaginer que les populations chercher peut être en ces lieux un autre type de ressource, ou que ces zones très méridionales pouvaient aussi être des lieux d'échanges avec la zone soudanienne.

Une telle préférence géographique pour la zone Piémont indique que ces populations n'étaient pas a priori casanières, car elles n'ont pas ou peu pénétré des milieux fermés comme l'Air ou plus ouverts comme l'Ighazer mais aussi plus à risque à cause des argiles en saison pluvieuse. Ils ont donc préféré la sécurité en restant sur une zone Piémont plus sereine dans ses ressources en eau et pâturage, permettant néanmoins de rayonner dans des espaces proches plus diversifiés. Il n'est pas impossible non plus que la zone Piémont ne renferme une ressource autre que l'eau ou le pâturage, nécessaire au mode de vie de ces populations.

La faible pénétration de l'Ighazer peut aussi être le fait d'une impraticabilité de cette zone à cause de saisons pluvieuses importantes, et ce pourrait être également cet hypothétique épisode climatique qui permis la pénétration de ces populations jusque vers les hot-spots d'Assouas et Tiguidit.

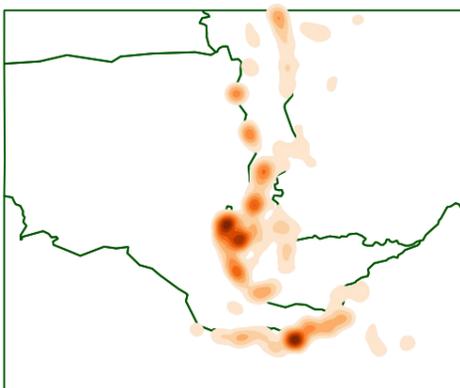
La zone Piémont joue donc le rôle d'un véritable axe de diffusion entre Air et Ighazer. Tant en Air qu'en Ighazer, qu'est-ce qui a pu limiter la pénétration de ces monuments dans ces zones ? Plusieurs hypothèses sont déjà posées mais ne sont pas exclusives, ainsi la confrontation avec d'autres types de populations, un axe de passage obligé entre Sahel et Sahara, etc., pourraient expliquer une telle répartition géographique. Au fil de nos travaux et de la confrontation avec les zones de répartition de ce type de monument au Sahara, émergeront peut être de nouvelles hypothèses, certaines seront renforcées où écornées.



Les monuments à alignement dans la plaine de l'Ighazer

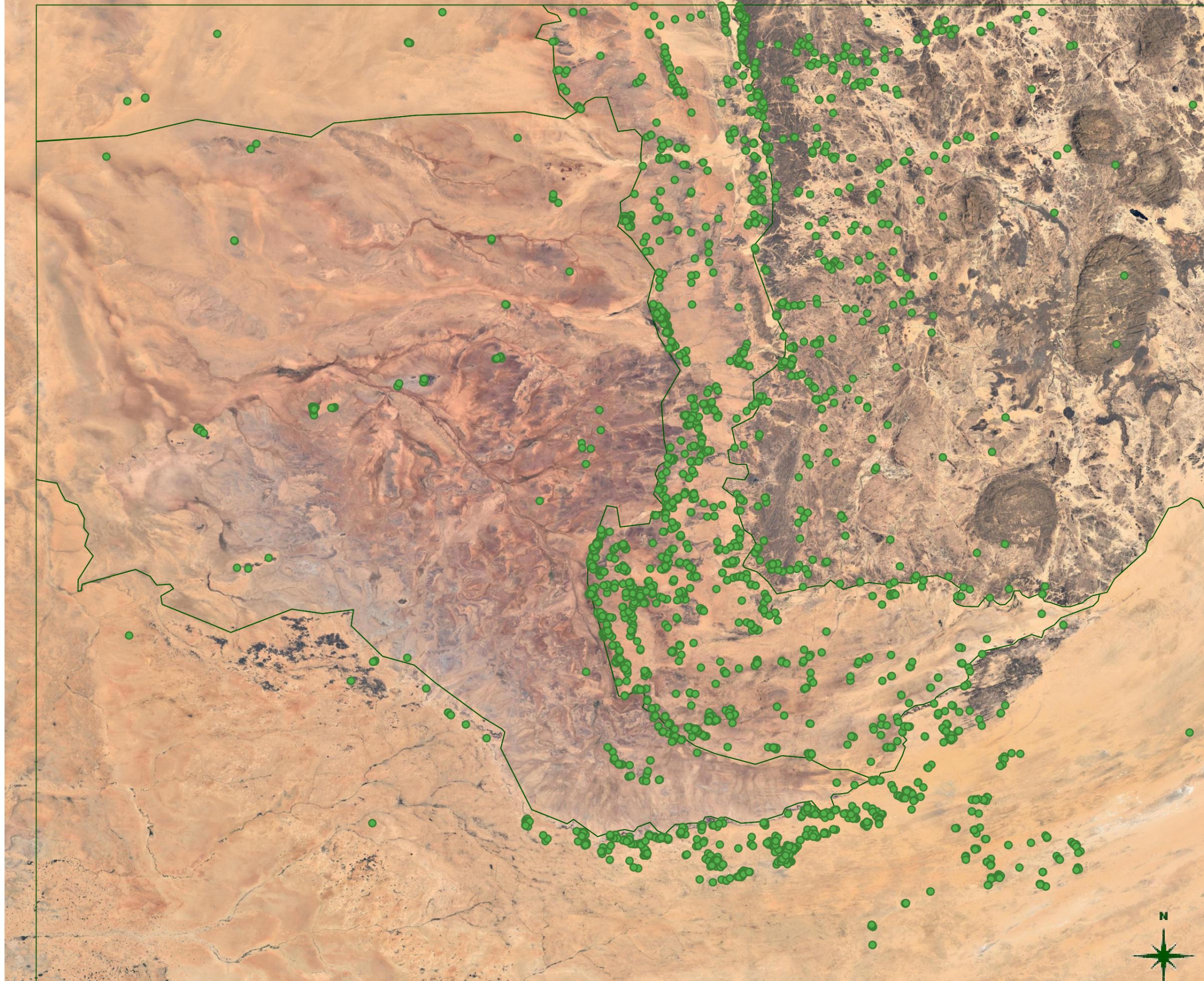
Légende

- zone géomorphologique
- monument à alignement [3173]



0 25 50 km

Source : inventaire archéologique satellitaire de la plaine de l'Ighazer, novembre 2018.





Les monuments à alignement dans la plaine de l'Ighazer

orientation,
nombre de tourettes,
diamètre

Légende

zone géomorphologique

azimut moyen

51.0 - 61.0

61.0 - 71.0

71.0 - 81.0

81.0 - 91.0

91.0 - 101.0

nb moyen tourettes

3.0 - 5.0

5.0 - 7.0

7.0 - 9.0

9.0 - 11.0

11.0 - 14.0

diamètre moyen

2.0 - 3.0

3.0 - 4.0

4.0 - 5.0

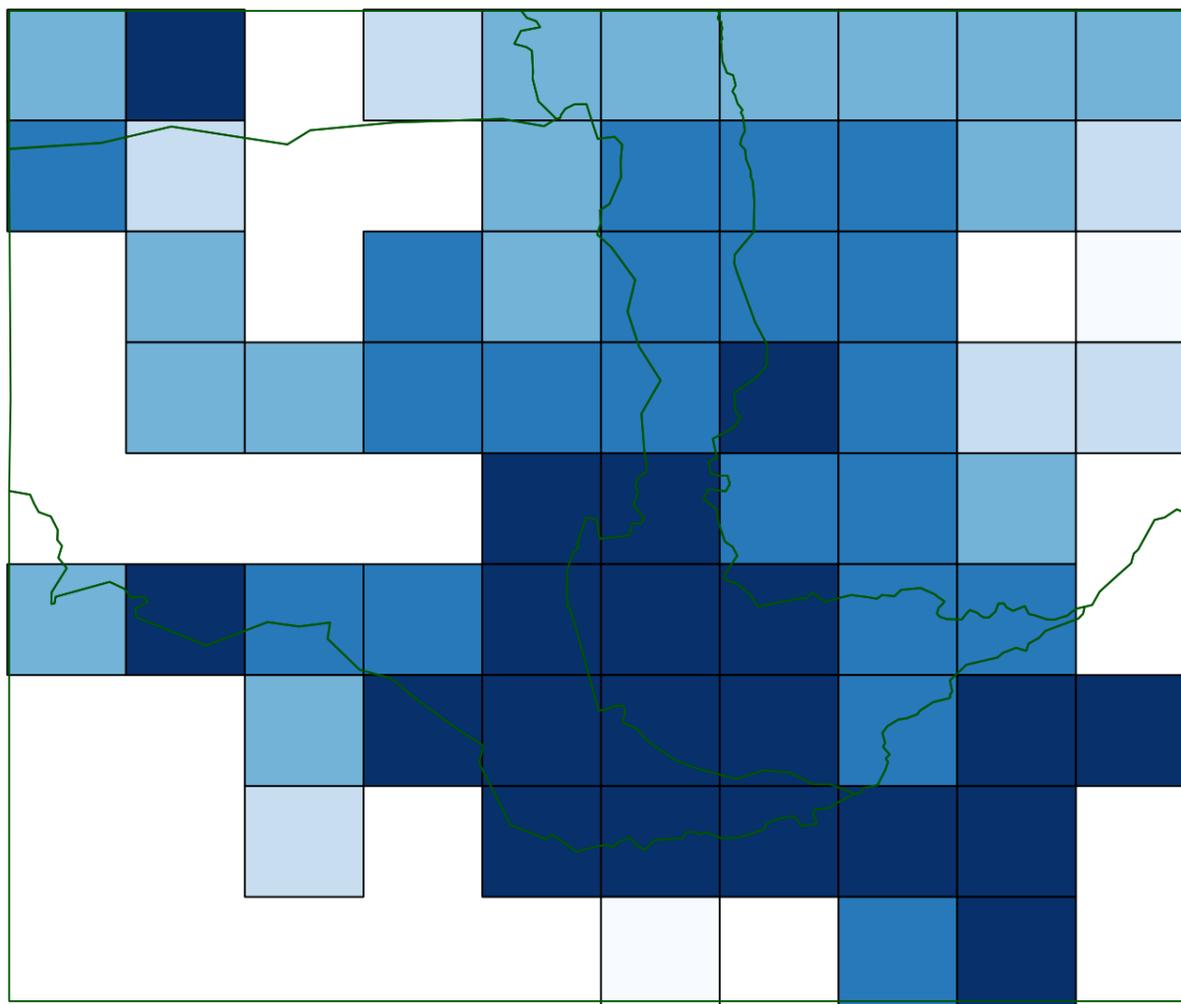
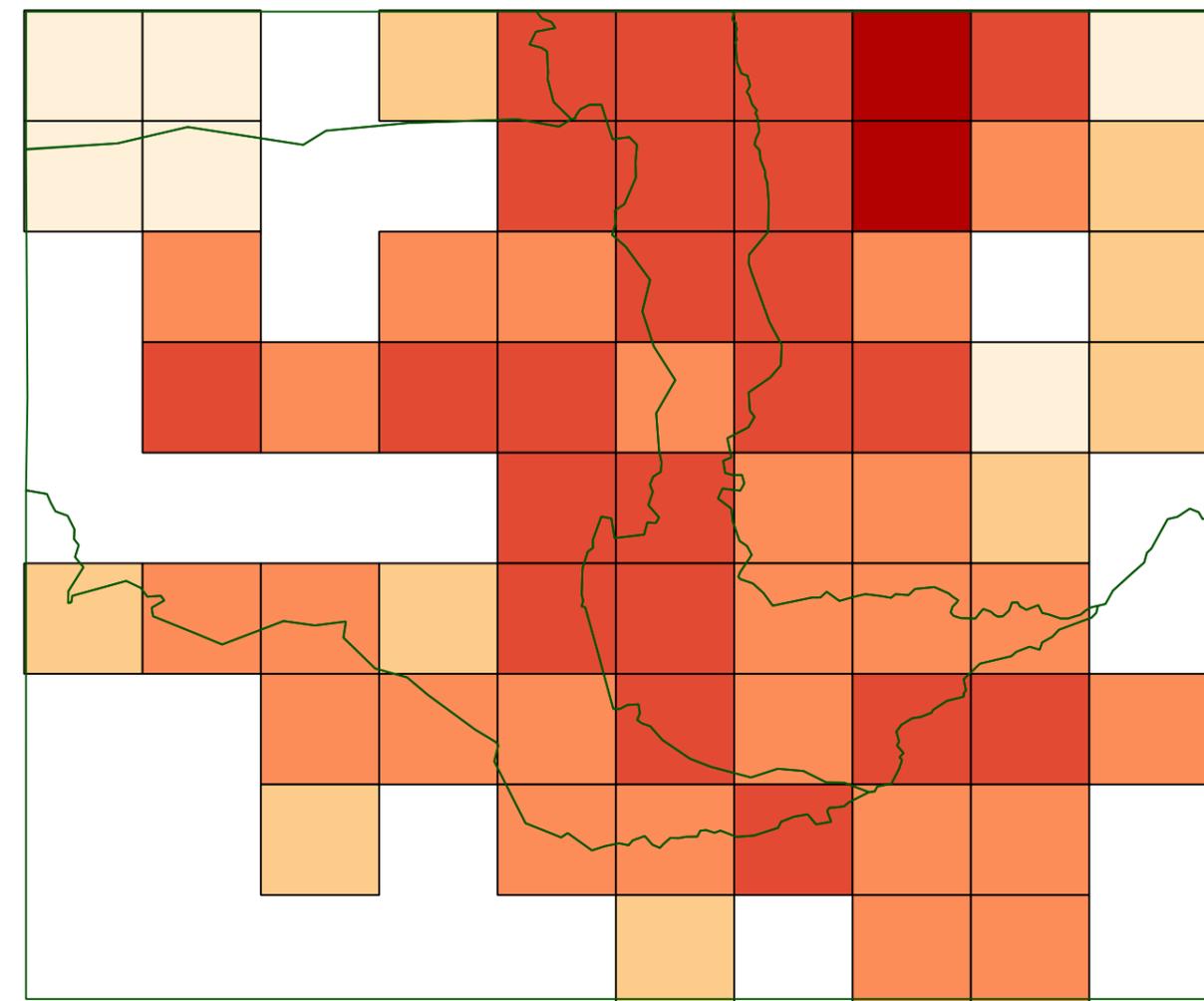
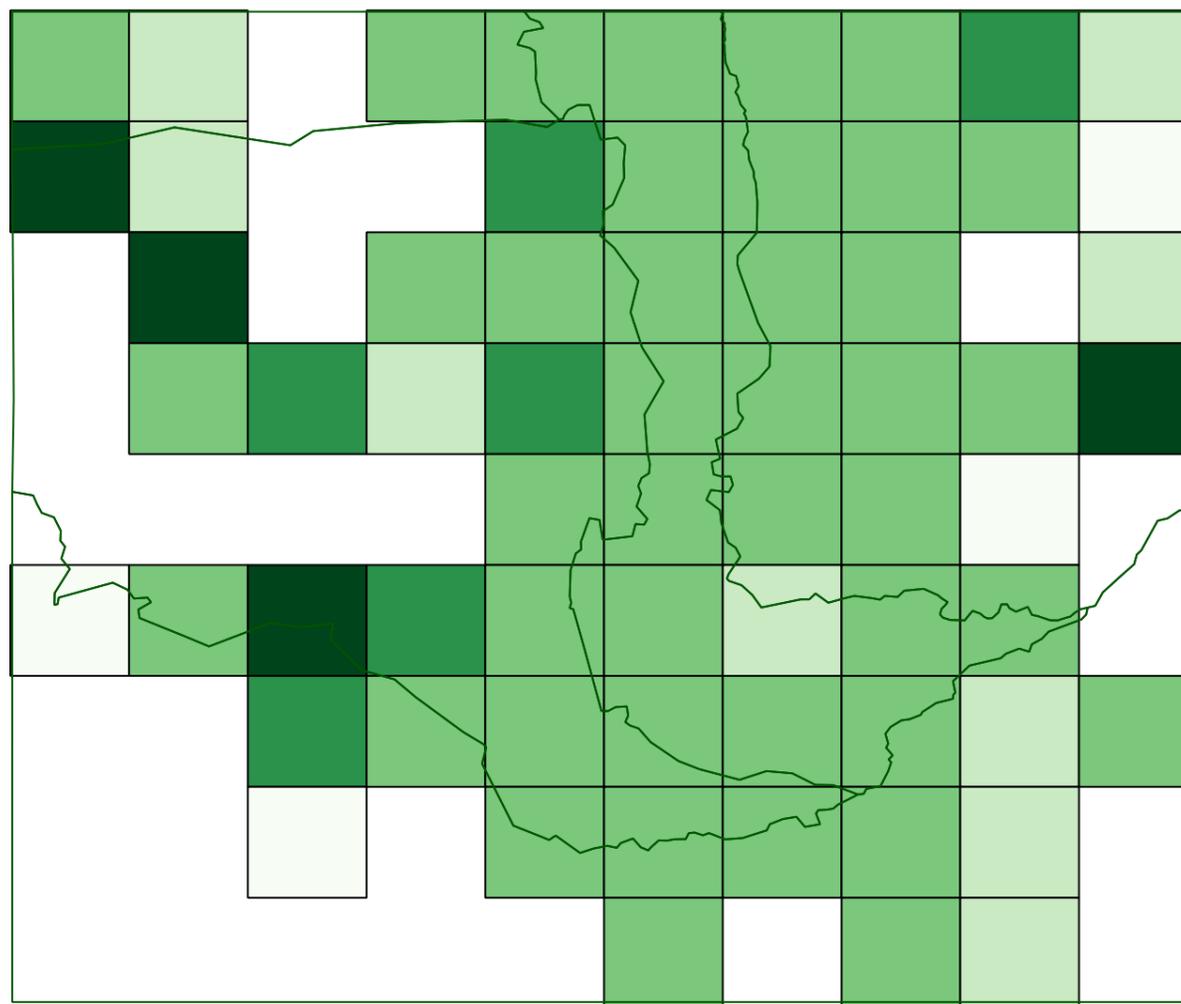
5.0 - 6.0

6.0 - 7.3

nb monument

0 25 50 km

Source : inventaire archéologique satellitaire de la plaine de l'Ighazer, juillet 2018.



6	1		7	22	83	148	29	11	1
1	3			7	111	90	30	4	1
	2		4	3	99	47	35		1
	4	17	20	2	145	89	9	1	1
				64	227	49	4	2	
1	3	4	1	159	256	104	33	11	
		3	6	25	213	63	105	14	1
		1		71	165	292	121	88	
					1		21	10	



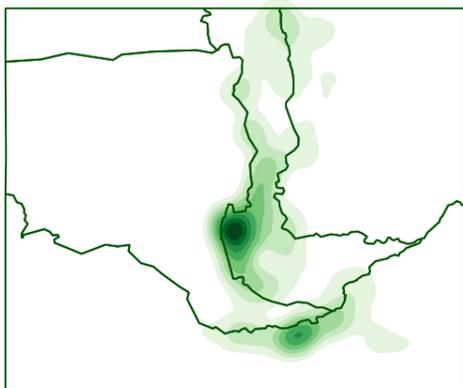
Les monuments à alignement dans la plaine de l'Ighazer

axes de pénétration des monuments à alignement

Légende

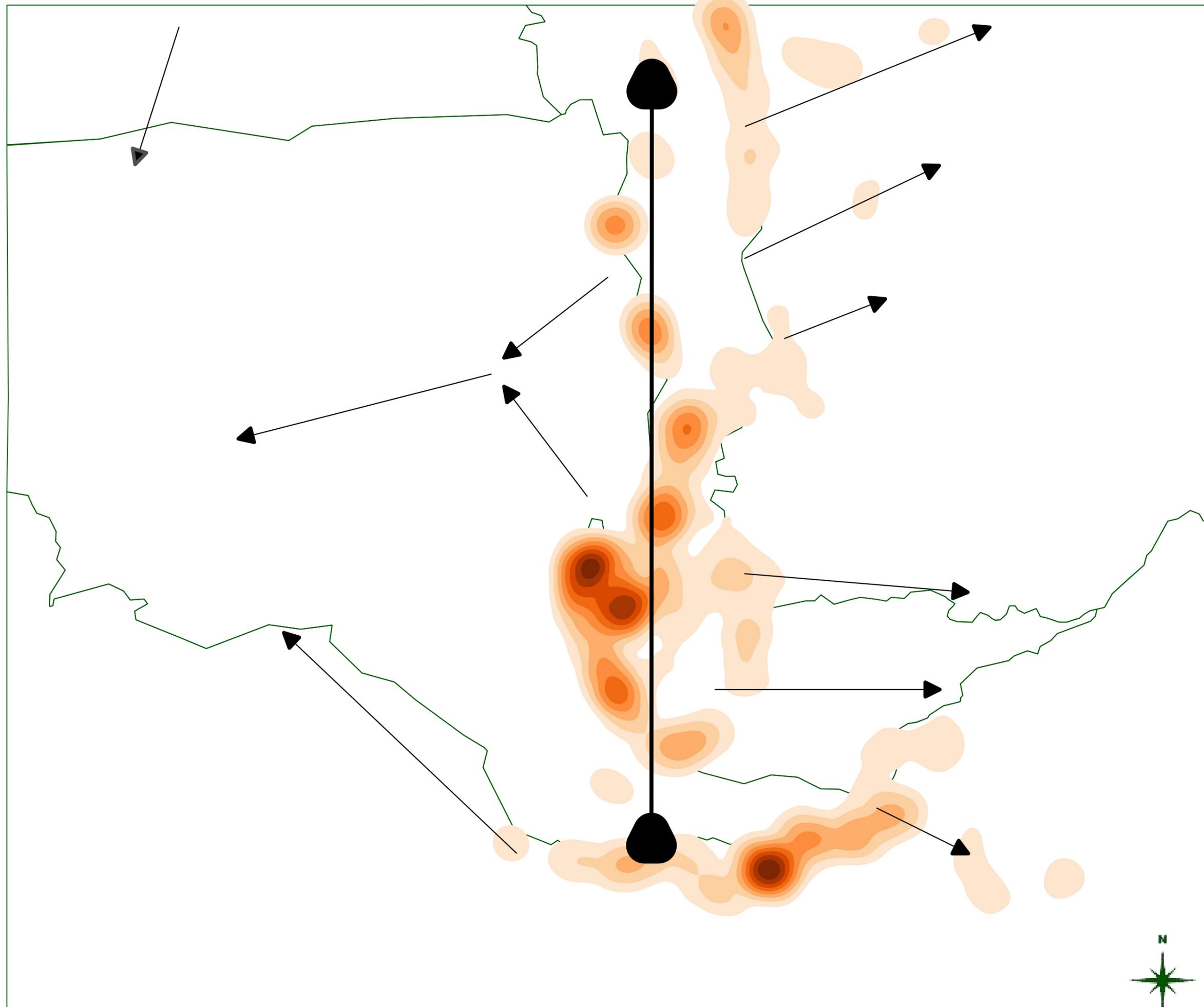
□ zone géomorphologique

carte de chaleur avec un rayon de 20 km



0 25 50 km

Source : inventaire archéologique satellitaire de la plaine de l'Ighazer, décembre 2018.





Les monuments à alignement dans la plaine de l'Ighazer

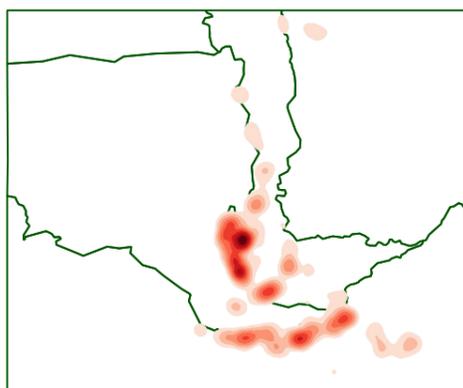
le nombre d'anneau

Légende

□ zone géomorphologique
nombre d'anneau [3173]

- 0 [1086]
- 1 [2033]
- 2 [50]
- 3 [3]
- 4 [1]

carte de chaleur des monuments sans anneau



0 25 50 km

Source : inventaire archéologique satellitaire de la plaine de l'Ighazer, novembre 2018.

