

Avertissement :

Voici la version française du preprint que nous avons soumis au comité de rédaction de la revue *Archaeological Research in Asia*. Ce texte a fait l'objet de corrections substantielles avant publication. Merci de consulter la version finale en anglais ici : <https://doi.org/10.1016/j.ara.2021.100290>

**DE NOUVEAUX GÉOGLYPHES ÉNIGMATIQUES
DANS LE DÉSERT DU THAR INDIEN :
PLUS GRANDES RÉALISATIONS GRAPHIQUES DE L'HUMANITÉ ?**



Carlo Oetheimer¹, Yohann Oetheimer
Chercheurs indépendants.

Résumé :

Une prospection minutieuse du désert du Thar indien avec Google Earth a permis d'identifier huit sites dans le District de Jaisalmer, présentant des lignes géométriques claires pouvant s'apparenter à des géoglyphes. Les données collectées sur le terrain ont révélé, avec les images prises par un drone, le caractère exceptionnel des unités graphiques proches du village de Boha. Deux motifs géométriques remarquables : une spirale géante jointe à une figure serpentiforme atypique, sont associées à un faisceau de lignes sinueuses. Cette triade s'étend sur 20,8 ha et totalise plus de la moitié des 48 km de lignes répertoriées. Deux bornes-repère et une stèle, positionnées à des points clés, témoignent d'une conception élaborée utilisant des connaissances en planimétrie. Elles permettent d'envisager d'hypothétiques modalités de réalisation. Les indices d'ancienneté recueillis suggèrent que ces lignes ont au moins 150 ans et pourraient être reliées aux pierres mémorielles hindoues qui les entourent. L'absence de visibilité au sol des motifs soulève la question de leur fonctions et significations. En tant que figures géométriques abstraites, ces géoglyphes sont les plus grands découverts à ce jour et pour la première fois dans le sous-continent indien. Ils s'avèrent également uniques pour leurs signes énigmatiques.

¹ Adresse de correspondance. Email : c.oetheimer@protonmail.com

Mots clé : Géoglyphes, Spirale, Boustrophédon, Google Earth, Drone, Pierre mémorielle, Rajasthan.

Sommaire

1. Introduction	3
2. Documentation et méthodologie.....	4
3. Cadre géographique.....	6
4. Description des unités graphiques	8
4.1. Boha 1 : une spirale géante atypique	9
4.2. Boha 2 : un motif serpentiforme composite	12
4.2.1. Un boustrophédon de 9 250 m	13
4.2.2. Motifs serpentiformes sur 1 450 m	13
4.2.3. Spirale ovoïde de 300 m.....	13
4.3. Boha 3 et 4	13
4.4. Lignes périphériques	14
5. Mode opératoire	15
6. Hypothèses de datation	16
7. Fonction et signification.....	18
7.1. Visibilité.....	18
7.2. Stèles, pierres mémorielles et sépultures	18
8. Discussion.....	20
Remerciements	21
Bibliographie	22

1. Introduction

Les géoglyphes (du grec *gê*, terre, et *gluphein*, graver) sont des réalisations humaines édifiées à la surface de la terre et considérés par les archéologues comme un type d'art rupestre. Leurs dessins généralement abstraits et géométriques représentent plus rarement des figures anthropomorphes et zoomorphes. Ce terme générique est employé pour des créations aux apparences, techniques de construction et fonctions très diverses. Leurs dimensions plurimétriques constituent un critère commun permettant de les distinguer d'autres formes d'art sur roche tels que les pétroglyphes. Selon les cas, des expressions plus explicites ont été forgées en langue anglaise : *earthworks*, *ground drawings*, *stone arrangements*, *mounds*, *geometric ditches*, etc.

Les plus anciens datent de la fin du paléolithique supérieur (Mailland, 2012), tandis que d'autres comme le Marree Man en Australie ont été créés à l'époque contemporaine. Les récentes découvertes en Russie, au Kazakhstan et en Inde (cet article), montrent qu'ils sont présents dans la plupart des régions du globe. Une majorité cependant, se trouve en Amérique et plus spécialement en Amérique du Sud. C'est en milieu aride qu'ils sont les plus nombreux, où les conditions de leur préservation et de leur observation sont optimales. Ceux de la région de Nasca au Pérou, dans le désert homonyme, sont de loin les plus renommés et étudiés (Aveni, 1990). D'importantes découvertes ont également été faites dans les écosystèmes forestiers du Brésil et de Bolivie, où plus de 450 « earthworks » font l'objet d'intéressantes investigations (Pärssinen et al., 2009 ; Erickson, 2010 ; Schaan et al., 2012 ; Watling et al., 2017).

Deux techniques d'édification parfois combinées sont généralement attestées. La plus répandue en milieu désertique consiste à faire affleurer les matériaux clairs en exportant les débris patinés qui les recouvrent (technique négative). La seconde, dite technique positive ou additive procède par accumulation de débris ou arrangements de blocs.

Certains géoglyphes envisagés d'un point de vue esthétique, relèvent de formes d'expression artistique particulières. Outre cette qualité subjective, les fonctions et significations exposées par les universitaires, bien que souvent reliées à la sphère religieuse, sont extrêmement variées. Les principales interprétations suggèrent des sites de rituels et de cérémonies, des lieux de mémoire collective et rites de passage, des structures défensives, des points repères, et des fonctions astronomiques (Valenzuela & Clarkson, 2014).

La présente étude décrit un complexe de lignes géométriques détecté en 2014 grâce au logiciel Google Earth (GE) dans le désert du Thar au Rajasthan occidental. Cet écosystème également connu sous le nom de Grand Désert de sable indien, s'étend sur env. 285 000 km² à

l'extrémité orientale de la ceinture aride Arabo-Saharienne. Les singularités iconographiques et dimensionnelles de ces géoglyphes sont présentées ici pour la première fois en partant d'une reproduction cartographique méticuleuse des lignes, que complètent les données collectées sur le terrain. Cet ensemble d'expressions graphiques aux signes anthropiques uniques, possède des implications cognitives très intéressantes.

2. Documentation et méthodologie

La définition des écrans d'ordinateurs en termes de résolution spatiale et pas de masque, a fait ces dernières années des progrès considérables. Parallèlement, le développement d'Internet et d'applications telles que Apple Plans et surtout Google Earth ont mis à la disposition des chercheurs des assemblages d'images satellitaires permettant d'observer la surface du globe à des résolutions comprises entre 15 mètres et 15 cm. En archéologie, l'exploitation de ces images, a ouvert de nouvelles perspectives en matière de prospection, d'étude de sites et de lutte contre le pillage (De Laet et al., 2007 ; Parcak, 2015 ; Parcak et al., 2016, Parcak & Tuttle, 2016). Dans le sillage de la photographie aérienne, l'imagerie satellitaire est devenue un outil de prédilection pour prospecter et étudier les géoglyphes. Google Earth a permis de découvrir un agencement de blocs zoomorphes au sud de l'Oural (Grigoriev & Menshenin, 2012), une soixantaine de signes géométriques monumentaux au Kazakhstan (Motuzaitė Matuzeviciute et al., 2015), et env. 3 000 structures circulaires dans le désert du Harrat en Jordanie (Kempe & Al-Malabeh, 2012 et 2017). Le protocole décrit par Bikoulis et al. (2016) a été adapté à notre cas particulier (v. Fig. 1).

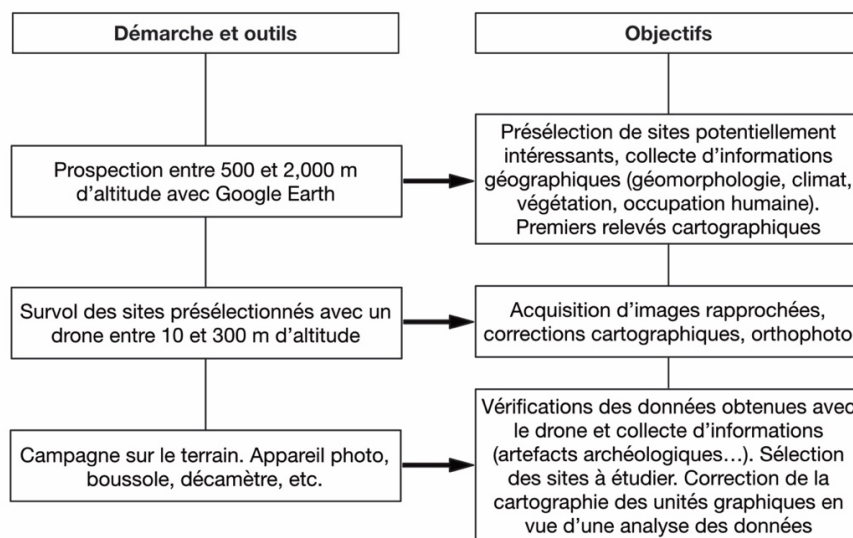


Fig. 1 Approche méthodologique en trois étapes.

Le survol méthodique du Thar en 2014 avec Google Earth a été conduit sur un territoire de 280 km², compris entre 150 et 300 m d'altitude. Ce travail de prospection a permis de localiser plusieurs secteurs présentant des lignes claires de dimensions kilométriques, pouvant s'apparenter à des géoglyphes (Fig. 2).

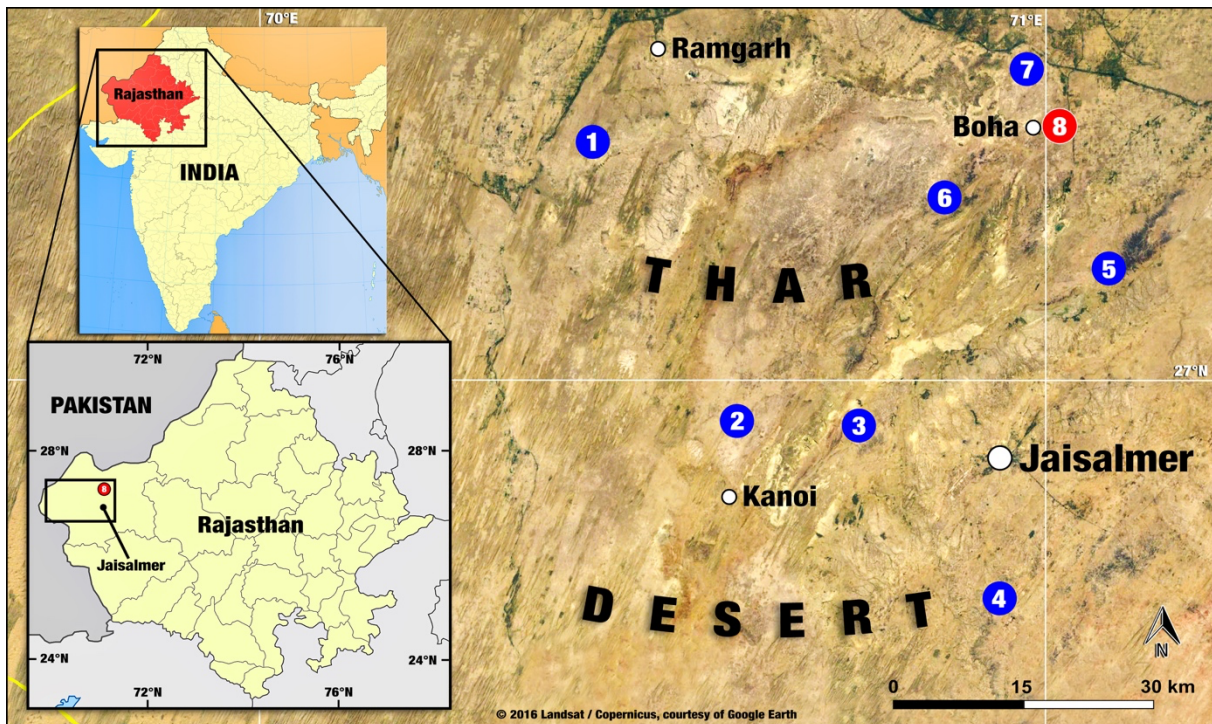


Fig. 2 Région prospectée avec la localisation des concentrations de lignes géométriques et du site n° 8 objet de cette étude (Altitude de la photo : 130 km).

Les champs de dunes ont été évités afin de focaliser les recherches sur les pavages désertiques ; deux dépôts aisés à distinguer par leur texture et couleur spécifiques (v. parag. 3 et fig. 5). L'altitude optimale d'observation a été fixée au fil des visites entre 700-1850 m au-dessus du sol (altitudes Google Earth : 1000-2000 m). Cette fourchette satisfait un compromis entre une superficie assez vaste et une bonne perception des détails. Sur un écran 15 pouces d'une résolution de 2880 × 1800 pixels, ces images couvrent respectivement 850 × 520 m et 2130 × 1300 m. L'examen d'indices intéressants exige de descendre vers 350 m au-dessus du sol. Ici, 1 cm sur l'écran correspond à environ 12 m au sol. Sous cette altitude, l'utilisation d'un drone devient indispensable, car à moins de 200 m du sol, la pixélisation sur Google Earth donne une image floue.

Au début de nos prospections virtuelles, Google Earth présentait une couverture qualitative et quantitative satisfaisante du Thar avec dix dates, entre 2004 et 2013, offrant des images exploitables. Avant cette période, la résolution insuffisante.

Huit secteurs, regroupant vingt-quatre sites furent localisés dans le district de Jaisalmer (Fig. 2). La campagne d'étude sur le terrain de décembre 2016 a permis de vérifier les données satellitaires pour quinze sites. Ceux-ci ont été survolés au-dessous de 300 m avec un drone DJI Phantom 4, photographiant avec un objectif de 12.4 Mégapixels (Mark & Billo, 2016 ; Pavelka et al., 2018). L'extrapolation des informations recueillies nous a dispensé de visiter les concentrations 1 et 6, identiques aux concentrations 4 et 7. Toutes correspondent à des sillons creusés en vue de plantations d'arbres ayant généralement échoué. Les groupements 2, 3 et 5, présentent des lignes parallèles, des cercles concentriques et quelques spirales très similaires aux plantations. Ils semblent pour la plupart de création récente mais aucun arbre n'a été détecté sur ces lignes énigmatiques.

Notre intérêt s'est porté sur les lignes proches du village de Boha (concentration n° 8), à 41 km à vol d'oiseau au nord de Jaisalmer (Fig. 2). Elles se distinguent des précédentes par l'originalité et la monumentalité des deux principaux motifs ; l'absence de nombreuses portions de lignes comme indicateur d'ancienneté et l'absence de traces de plantations. Quelques artefacts archéologiques remarquables (bornes, stèles et sépultures) présents à proximité des lignes ont aussi été pris en considération.

3. Cadre géographique

Les géoglyphes de Boha s'étirent sur un petit territoire de 3,5 km de long et 1,7 km de large, entre la route de Jaisalmer et une ramification du canal Indira Ghandi aménagée en 1988. Les terres à l'est de cette ramification, furent mises en culture fin des années 90. Le village de Boha se situe à 3 km à l'ouest des principaux motifs (Voir n° 1, 2, 3 et 4, Fig. 3). Il avait une population de 904 habitants selon le recensement de 2011. Des successions de lignes parallèles se trouvent au nord et au sud-est de cet ensemble. Sont également reportées deux unités qui s'apparentent à des tentatives de plantations par leurs dessins et leurs limites géométriques (Fig. 3b et 3c).

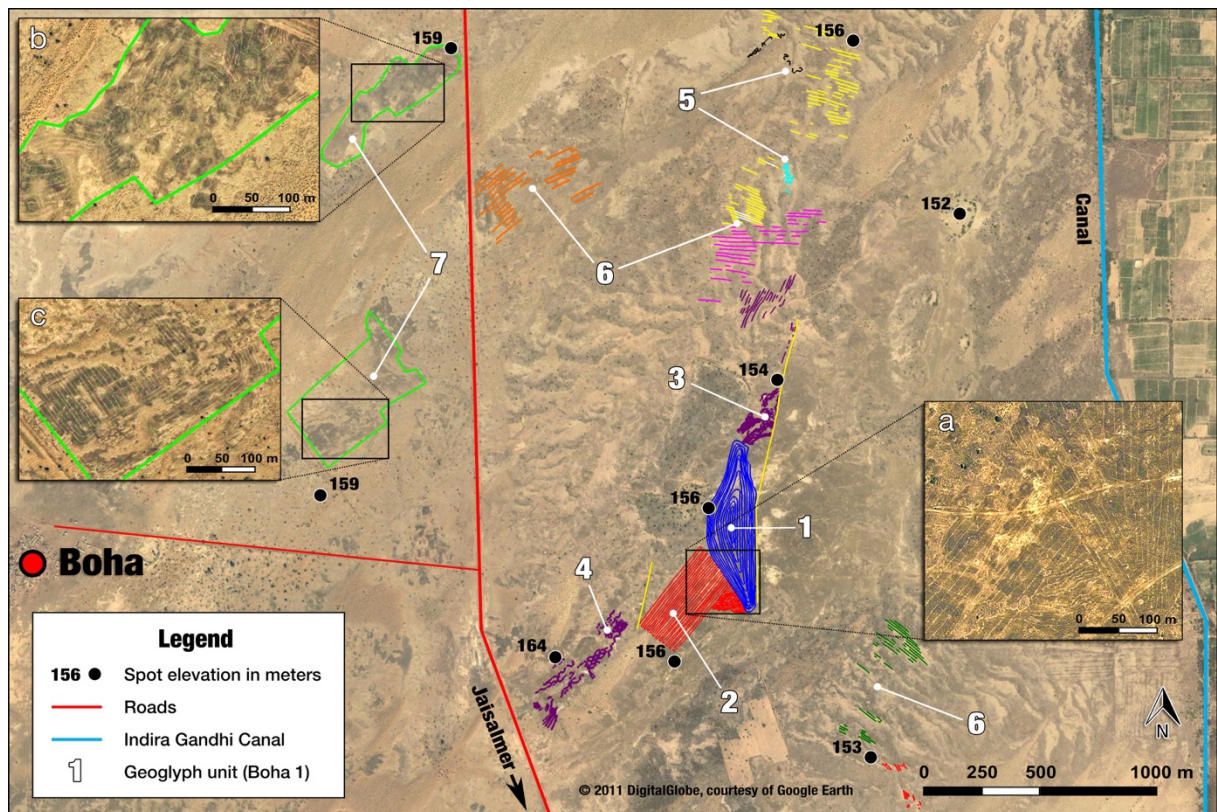


Fig. 3 Environnement géographique des géoglyphes de Boha (altitude de la photo : 4,6 km). Unités principales : n° 1, 2, 3 et 4. Autres lignes courbes : n° 5. Lignes parallèles : n° 6. Lignes exclues de cette étude : n° 7.

À l'exception d'un relief isolé qui culmine à 164 m, la topographie est plane avec de modestes ondulations. Les lignes des principales unités se situent entre 153 et 159 m d'altitude, sur un pavage désertique composé de plaquettes hétérométriques sub-anguleuses à matrice de sables, limons et silt. Sa teinte violacée ou grise sur les vues aériennes fait ressortir par contraste les lignes plus claires (Figs. 3a, 5). Ces clastes, composés de grès ferrugineux et de concrétions à nodules, proviennent du substratum fortement altéré dont les petits affleurements forment çà et là des micros-reliefs (Figs. 6b, 7). Des nappes de sables de faible épaisseur constituent le troisième dépôt, qui à l'instar de la matrice, du pavage présente une fine couche légèrement indurée en surface. Ce support plus propice à la vie végétale, est partiellement colonisé par une steppe (*Lasiurus indicus*, *Cenchrus biflorus*, *Panicum* sp.), quelques buissons et arbres isolés (*Prosopis cineraria*, *Capparis decidua*). Sa teinte blanche ou beige clair ne permet pas de voir les lignes sur les images satellitaires, alors que celles-ci sont parfois encore perceptibles avec les images du drone.

Le climat est aride comme l'indique la moyenne de 134 mm de précipitations annuelles pour la période 1957-2012 à Ramgarh (Singh, S. S. et al., 2014). Elles adviennent à 90% au

cours de la mousson fin juin à septembre, parfois sous forme de pluie intense. La saison sèche d'octobre à juin succède à ce bref épisode pluvieux. Les températures dépassent alors souvent 47°C, tandis qu'en hiver elles peuvent descendre sous 0°C. Le vent, principal agent morphogénique, connaît son intensité maximale en mai et juin avec une moyenne de 25 kmph (A. Kar *et al.*, 1998). Ce territoire inculte est dédié au pâturage des chèvres et moutons, responsables de la dégradation de la steppe et dont les nombreux parcours sillonnent les glyphes.

4. Description des unités graphiques

Les lignes de Boha se présentent sous forme de bandes de 0 à 10 cm de profondeur et larges de 20 à 50 cm, dont les matériaux de surface ont été déplacés (Fig. 4).

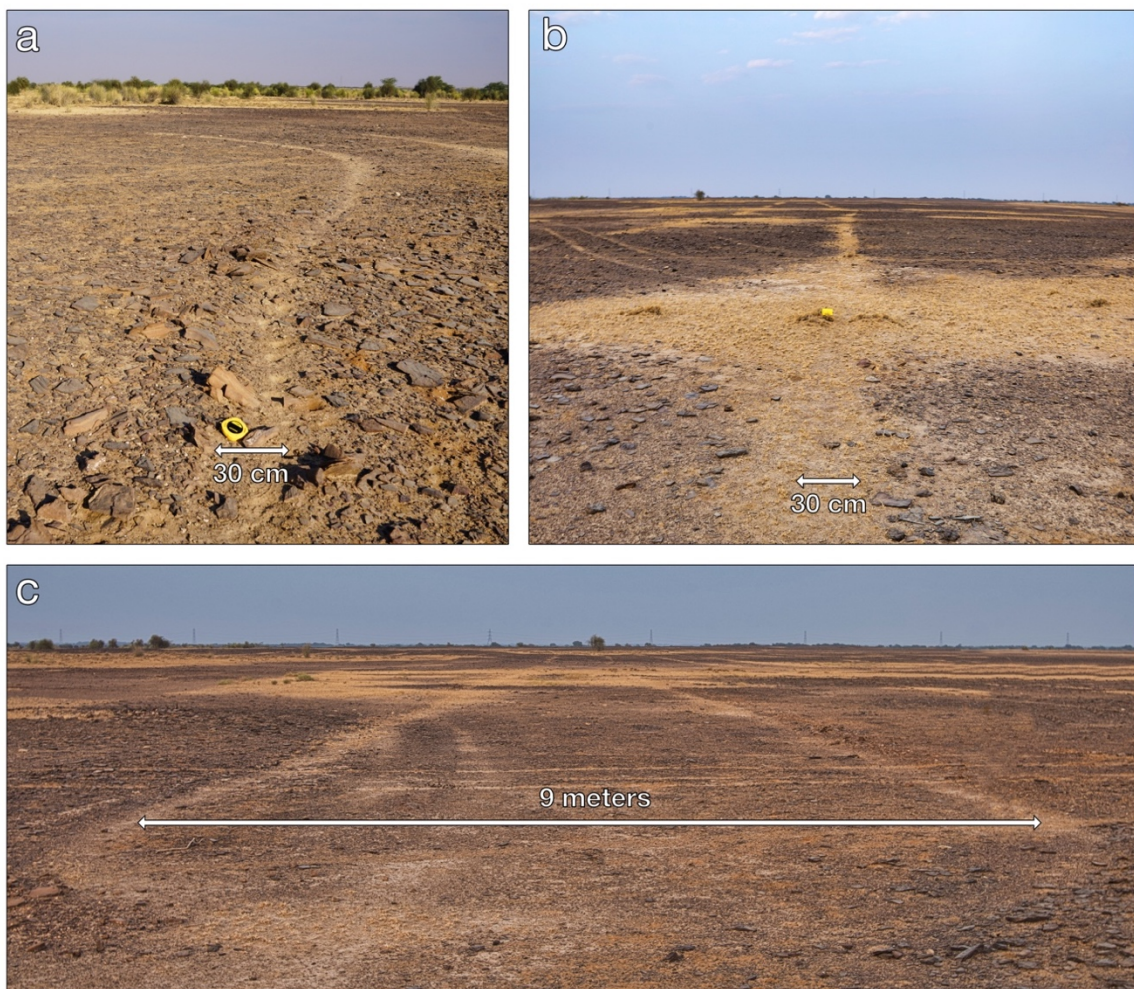


Fig. 4 Vues rapprochées des lignes (v. Fig. 5 pour localiser les photos). (a) Ligne en creux sur le pavage désertique. (b) Ligne végétalisée avec matrice de sables et silts. (c) Courbe en U avec matériaux principalement déplacés du côté convexe.

On peut déduire de ces modestes dimensions que leur visibilité sur les images satellitaires dépend de leur extension kilométrique autant que de leur teinte claire. Forme, largeur, couleur et texture, sont les principaux critères d'identification de ces lignes. Les pistes du petit bétail s'en distinguent par les signatures suivantes : présence de croisements, absence de courbes, absence d'espacements réguliers, largeur constante et tracés aléatoires (Fig. 6).

La première cartographie établie avant notre campagne fin 2016 et basée sur les seules images de Google Earth, a été entièrement révisée grâce aux clichés du drone. L'unité Boha 1 par exemple, interprétée comme une série de 12 ellipses excentriques, s'est avérée être une immense spirale. Les films en perspective zénithale et oblique associés aux 66 clichés de l'orthophoto pris à 100 m d'altitude, ont changé l'échelle des observations et révélé quantité de détails centimétriques.

L'image satellitaire du 24 février 2011, a été retenue pour sa clarté, afin de lui superposer une réplique en couleur des lignes en utilisant l'outil « trajet » de Google Earth. Ce logiciel a permis de suivre l'évolution du site sur 10 ans et ses fonctions ont été exploitées pour déterminer les coordonnées géographiques, les altitudes, les longueurs et la superficie des géoglyphes². Les principaux motifs cartographiés Fig. 3, ont été subdivisés en quatre unités iconographiques dont les caractéristiques méritent une description détaillée.

4.1. Boha 1 : une spirale géante atypique

La plus vaste des unités dessine sur 10 ha une immense spirale asymétrique, dont la ligne continue mesure pratiquement 12 km. Ses dimensions maximales, respectivement 724 m de long et 201 m de large, donnent une idée de sa monumentalité. Deux kilomètres de sections à peine visible ou absentes ont fait l'objet d'une reconstitution soignée (Tableau 1, Fig. 5).

² Les mesures-tests sur le terrain ont donné des longueurs identiques à celles de la règle Google Earth qui s'avère fiable en région peu accidentée.

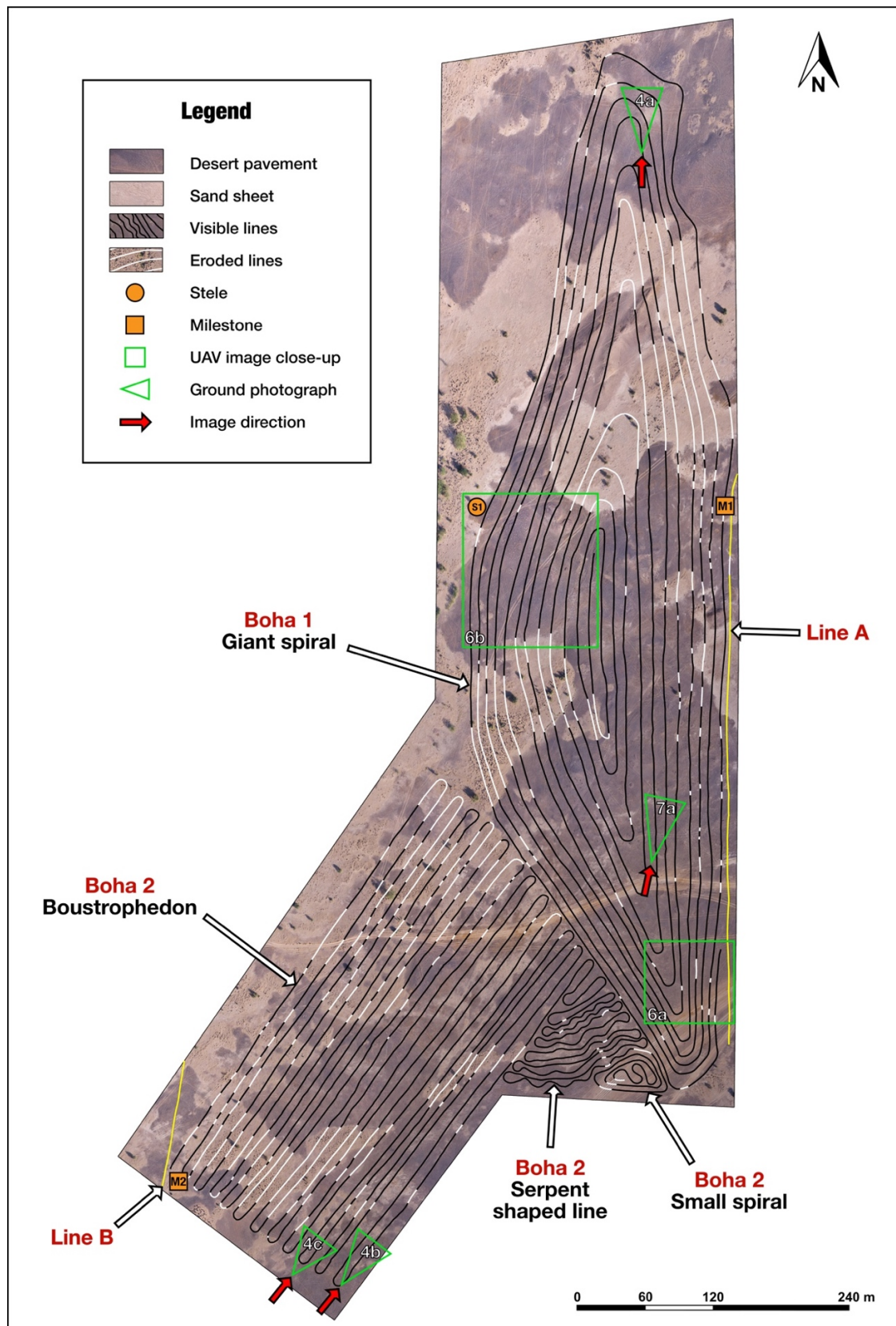


Fig. 5 Orthophoto des unités graphiques Boha 1 et 2 composée d'images prises avec le drone à 100 m d'altitude. Sont reportées, les lignes visibles sur le pavage désertique (en noir), les lignes reconstituées en blanc sur les nappes de sable et la localisation des vues rapprochées des Figs. 4, 6 et 7 (encadrés verts).

Nom de L'unité	Coordonnées ^a Latitude N Longitude E	Altitude (m)	Longueur de la ligne (m)	Longueur reconstituée (m)	Longueur reconstituée (%)	Longueur du géoglyphe ^b (m)	Largeur du géoglyphe ^c (m)	Périmètre (m)	Superficie (m ²) [ha]
Boha 1	27°16'35.17" 70°59'19.49"	154 - 158	11 976	1 995	16,7%	724	201	1 590	99 167 m ² [9,9]
Boha 2	27°16'24.97" 70°59'13.18"	159 - 155	11 000	2 552	23,2%	439	335	1 343	87 748 m ² [8,8]
Total	–	–	22 976	4 557	–	–	–	–	186 915 m ² [18,7]

Tableau 1 Dimensions du couple iconographique Boha 1 et 2. (^a) Relevées au centre du motif. (^b) Longueur maximum. (^c) Largeur maximum.

En partant de son centre, la spirale débute par une ligne d'orientation N-S légèrement convexe vers l'ouest, qui opère après 132 m une courbe difficilement lisible de 180° en direction du nord. Les spires suivantes reproduisent cette forme simple à double changement d'orientation nord-sud. La ligne totalise pratiquement 12 révolutions antihoraires qui se métamorphosent progressivement. Avec la neuvième spire, le tracé se complexifie. Le côté ouest est caractérisé par une série de douze arcs équidistants du centre, alors qu'à l'est les lignes ont des sections pratiquement droites et pour certaines une orientation nord-sud parfaite. La bande de terrain entre ces lignes varie de 3.6 m à 18 m ; tandis qu'à l'emplacement des demi-tours elle fluctue entre 5.7 m et 80 (Fig. 6a, b).

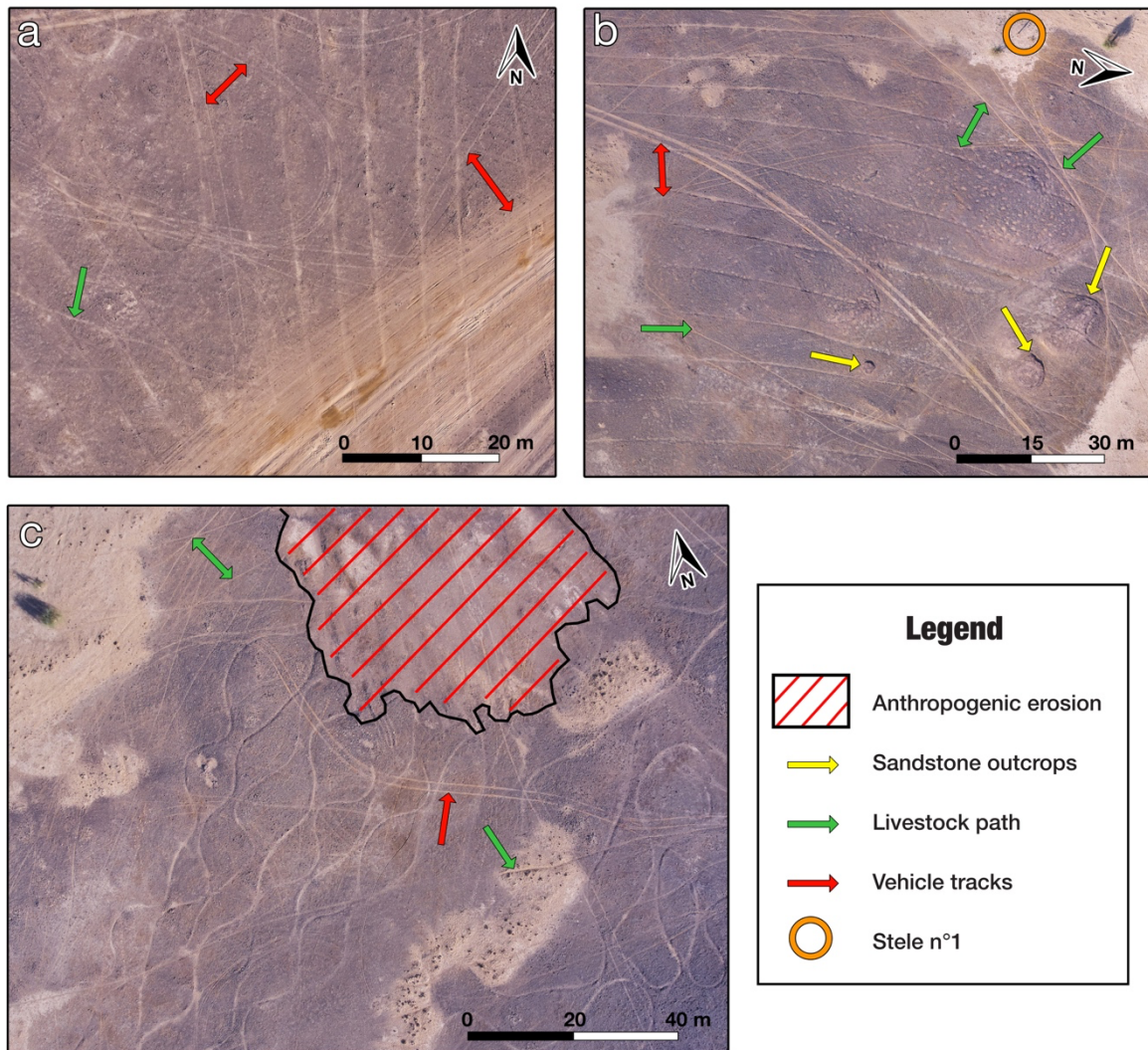


Fig. 6 Images prises par le drone à 100 m d'altitude. (a) Secteur sud de Boha 1. Noter la visibilité des lignes sur la piste malgré l'érosion des véhicules. (b) Partie centrale de Boha 1 avec affleurements rocheux (flèches jaunes). (c) Lignes méandriformes de Boha 3 avec secteur détruit par l'enlèvement de la couche superficielle.

4.2. Boha 2 : un motif serpentiforme composite

La seconde unité en termes de surface et longueur, forme une ligne unique d'environ 11 km, dont les contours dessinent un polygone à cinq côtés. Elle est positionnée à quelques mètres de la spirale sur son flanc SW et couvre 8,8 ha. Au total 2,5 km de sections érodées ou difficilement visibles ont fait l'objet d'une reconstitution (V. Tableau 1). Tantôt linéaire, tantôt courbe, cette ligne singulière peut être décomposé en trois sous-unités iconographiques de longueur décroissante (Fig. 5).

4.2.1. Un boustrophédon de 9 250 m

En partant de l'extrémité SW, à l'emplacement de la borne M2, ce motif forme une séquence de 23 lignes droites subparallèles que relie 22 demi-tours en U, soit 11 vas-et-viens (Fig. 4c). Les courbes dirigées alternativement en sens contraire répliquent par analogie un boustrophédon. Ce terme d'origine grecque (du grec *bous* « bœuf » et *strophein* « tourner ») désigne certaines écritures primitives dont les lignes se lisent de gauche à droite puis de droite à gauche, comme le cheminement d'une charrue dans un champ. Les inflexions du tracé font varier l'espace entre lignes de 4.7 à 14 m. Ces 23 segments ont des longueurs décroissantes (412 à 360 m) et des azimuts compris entre 38.12° et 40.66°.

4.2.2. Motifs serpentiformes sur 1 450 m

Tout en poursuivant ses va-et-vient, le tracé se métamorphose avec une courte ligne droite de 47 m parallèle au boustrophédon. Le second retour de 65 m épouse une légère courbure et amorce un changement d'orientation. Après la quatrième courbe, la ligne devient nettement sinueuse et adopte un tracé serpentiforme. Les demi-tours forment à ce point des épingles aux rayons de courbures variés, sept jouxtent Boha 1 et autant le boustrophédon. Sans que le parallélisme soit parfait, les ondulations sont répliquées parfois d'une ligne à l'autre. Ainsi, les sixième et septième ligne reproduisent de façon assez fidèle les ondulations de la cinquième.

4.2.3. Spirale ovoïde de 300 m

La ligne s'achève par une petite spirale oblongue, formant un peu plus de deux tours complets. Dans son espace central, elle opère une suite de quatre boucles méandriques. Sa terminaison a été détruite par les véhicules qui transitent sur ce secteur. En partant du centre de la spirale, le sens de rotation de la ligne est dextrogyre, comme pour Boha 1.

4.3. Boha 3 et 4

Ces deux unités iconographiques adjacentes aux précédentes, dessinent 80 lignes serpentiformes de longueurs comprises entre 40 et 200 m (Fig. 3, Tableau 2). Boha 3 forme, immédiatement à l'apex de la spirale géante, un faisceau de lignes orienté vers le NE. Boha 4 en revanche, est détaché d'une cinquantaine de mètres au SW du boustrophédon. Leur restitution cartographique, parfois moins précise, s'explique par l'altération importante des traces dont les parties potentiellement manquantes n'ont pas été reconstituées. Les sinuosités,

généralement aléatoires, adoptent dans deux secteurs, l'un au sud et l'autre au nord, des ondulations rythmiques semblables à des tresses qui cependant ne se croisent jamais. (Fig. 6c).

Nom	Coordonnées ^a	Altitude (m)	Longueur totale ^b (m)
Ligne A Deux sections rectilignes	–	153 - 158	1 215 (183)
Ligne B	–	159 - 157	290 (117)
Boha n° 3 32 lignes serpentiformes	27°16'50.38"N 70°59'24.06"E	155 - 154	2 796
Boha n° 4 48 lignes serpentiformes	27°16'16.10"N 70°58'55.20"E	163 - 157	3,226
Autres lignes serpentiformes (n° 5)	–	154 - 153	850
Lignes subparallèles (n°6)	–	152 - 155	17 055
Total	–	–	25 432

Tableau 2 Lignes connexes au complexe Boha 1, 2 et 3. Voir Fig. 3 pour leur localisation.

(^a) Coordonnées relevées au centre du motif. (^b) Longueurs reconstituées entre parenthèses.

4.4. Lignes périphériques

Des séries de courtes lignes parallèles à espacements réguliers et quelques vestiges de sections sinueuses ont été découvertes au nord et au sud-est des principales unités (v. Unité n° 6, Fig. 3). Ces traces indiquent que les lignes de Boha avaient une extension majeure avant d'être érodées. La présence de demi-tours analogues à ceux du boustrophédon sont rares et insuffisants pour affirmer que ces segments étaient primitivement reliés. Aucun motif élaboré n'a été décelé dans ces secteurs.

Deux lignes notées A et B méritent une attention particulière (Figs. 3, 5, 8 et Tableau 2). La première possède plusieurs sections absentes et longe sur 420 mètres le côté oriental de la spirale géante selon une orientation S-N presque parfaite (azimut 359,31°). Elle infléchit sa course de 13° vers l'est à proximité de la borne M1, puis rejoint l'unité Boha 3. A 200 m de sa

terminaison, quelques sections de lignes parallèles la longent et permettent de créer un pont entre les quatre unités principales et les séquences de lignes que l'on trouve plus au nord (Fig. 3). La ligne B partage deux caractéristiques avec la ligne A : un azimut quasi identique de $13,13^\circ$ et la présence d'une borne à son extrémité sud (M2) plantée au commencement du boustrophédon. Ces indices remarquables révèlent, avec les lignes orientées N-S de la spirale, une conception fondée sur des azimuts intentionnellement choisis.

5. Mode opératoire

Les géoglyphes de Boha totalisent 48 km de lignes encore visibles, concentrées sur un petit territoire de $2,5 \text{ km}^2$. Nous estimons que leur extension initiale atteignait environ 80 km. Le couple spirale géante-figure serpentiforme connecté à Boha 3, en constitue le centre d'intérêt majeur. Vus sous l'angle de leur contiguïté spatiale, les motifs 1, 2 et 3, peuvent être perçus comme un projet séquentiel basé sur des relations sémantiques, dont les codes de déchiffrement nous échappent. Une reconstitution des étapes de réalisation de cette triade, peut être envisagée en tenant compte de leur disposition et du principe de simplicité.

La borne repère M1 a probablement été positionnée en premier, à la même latitude et altitude que la stèle n°1. Cette dernière existait avant les géoglyphes ou a été positionnée lors de leur création pour faire office de point de mire (v. partie 6). Le segment imaginaire de 201 m reliant ces deux monolithes, a une parfaite orientation EW (azimut $89,43^\circ$). La ligne A édifiée dans un second temps, perpendiculairement à ce segment, représente une limite à l'est de laquelle ne se trouve aucune ligne. Son azimut proche de 0° a pu servir de repère pour édifier la spirale géante, probablement en partant de son centre. Le boustrophédon a été ajouté sur sa marge SW, avec comme point de départ la borne M2 (Fig. 5). Boha 3 complète cette triade avec deux faisceaux de lignes serpentiformes qui semblent jaillir du sommet septentrional de la spirale. L'unité 4, outre sa proximité, partage des similarités iconographiques avec Boha 3 ce qui permet de l'associer à ce complexe.

Plusieurs observations apportent des indications sur les techniques potentiellement employées pour édifier ces géoglyphes. Sur le pavage désertique, les fragments de roche et la matrice sableuse ont été déplacés et forment par endroits de petites protubérances, tantôt d'un seul côté des sillons, tantôt de part et d'autre (Fig. 4a, c). Ajoutons que les courbes présentent un arrondi souvent parfait et une accumulation des débris de préférence du côté convexe. Ailleurs, la ligne n'est pas matérialisée par un creux mais par une différence de composition des constituants et souvent un contraste chromatique entre sables clairs et fragments rocheux

sombres (Fig. 4b). Nos observations suggèrent qu'un outil de type araire, tiré par un chameau a pu être employé sur les dépôts meubles. Ce procédé, qui n'exclut pas une finition manuelle, expliquerait les nombreuses inflexions du tracé. Notons qu'une entaille de la roche a été pratiquée au passage d'un affleurement rocheux, marquant un souci de préserver la continuité de la ligne (Fig. 7). L'idée d'incision d'une matière résistante qu'évoque le suffixe « glyphe » dans le terme géoglyphe est adapté à ce cas particulier. Ces observations nous autorisent à penser que la création des géoglyphes de Boha, n'a pas représenté un travail considérable en termes de temps et d'énergie.

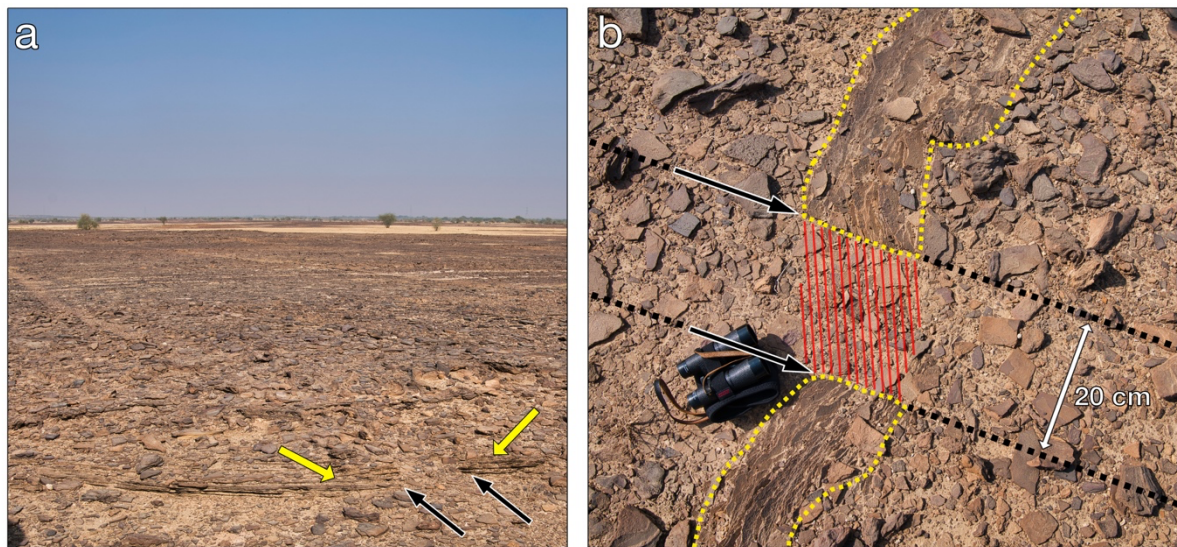


Fig. 7 (a) Entaille d'un affleurement de gré (flèches jaunes). (b) Vue verticale rapprochée. Pointillés jaunes : limite des affleurements. Hachures rouges : surface entaillée. Flèches et pointillés noirs : passage de la ligne.

6. Hypothèses de datation

Les géoglyphes de Boha ne présentent pas de croisement et donc de superposition de ligne, ce qui indique avec un haut degré de probabilité, qu'ils appartiennent à un unique projet exécuté dans un laps de temps restreint. Concernant leur âge, plusieurs indices permettent d'affirmer qu'ils ne sont pas de facture récente. La végétation herbacée, présente sur certaines portions de lignes est un premier indicateur d'ancienneté, car la conquête végétale très lente en milieu aride est ici contrariée par le surpâturage³. Deux cas de figures selon le type de dépôt ont été observés. Sur le pavage abiotique, les lignes ont favorisé l'implantation de graminées,

³ Le Thar est le plus peuplé de tous les déserts avec 83 habitants au km². Sa population a quadruplé et le bétail a doublé en cinquante ans, générant une pression anthropique exponentielle (Kar, 2014).

notamment sur certaines sections du boustrophédon (v. image satellitaire Google Earth d'après mousson du 2 octobre 2011). Leur édification a localement amélioré les conditions édaphiques par destruction de la croûte de surface, exportation des débris grossiers et formation d'une dépression faisant office de réceptacle des rares précipitations (Fig. 4b). En revanche, sur les nappes de sable, la couverture végétale présente un stade d'évolution similaire, tant sur les lignes que sur les surfaces adjacentes. Signalons qu'une trentaine d'arbres de taille modeste poussent sur ces surfaces, mais aucun d'eux n'est implanté au passage d'une ligne. Ce constat écarte la possibilité de fixer un *terminus ante quem* pour leur création par une datation dendrochronologique.

Un second indice concerne la croûte évoquée ci-dessus qui a bénéficié d'assez de temps pour se reformer après avoir été détruite. Nous ne disposons pas d'estimation de durée pour la formation de cette induration qui par ailleurs a pour effet de freiner l'érosion des lignes.

Le degré d'altération d'une surface dépend, en partie, de son temps d'exposition aux agents morphogéniques. Trois observations illustrent cet indice d'ancienneté :

- D'une manière générale, le ruissellement diffus et plus encore l'érosion éolienne ont oblitéré les lignes sur les nappes de sable et fortement atténué leur visibilité sur le pavage ;
- L'entaille pratiquée sur un affleurement rocheux est à présent colmatée de débris compactes (Fig.7b) ;
- L'impressionnante éolisation de la borne M2 (Fig. 8c), atteste une abrasion prolongée par les sables des nappes qui l'entourent⁴.

Une estimation de l'âge des lignes de Boha faite de datation absolue reste délicate. Les indices précités suggèrent, selon une hypothèse prudente, qu'elles pourraient avoir au moins 150 ans. Une édification au début de la période coloniale britannique, au milieu du XIX^{ème} siècle est envisageable. Dans cette perspective, les lignes pourraient être contemporaines des stèles voisines⁵.

⁴ La borne M1 ne présente pas un tel degré d'usure, ce que peut expliquer l'absence de sables à proximité et une résistance majeure de son lithofaciès (Fig. 8b).

⁵ Les stèles avec sculptures semblent avoir été érigées au XIX^{ème} ou au XX^{ème} siècle, car leurs représentations sont très frustes et reflètent le style de la période tardive (Z. A. Kalhor, communication personnelle, 7 juillet 2019).

7. Fonction et signification

Il est délicat d'interpréter la fonction des géoglyphes de Boha en l'absence de datation fiable et d'affiliation culturelle. Fonction et signification sont des thématiques qui s'interpénètrent et tant que la seconde ne sera pas élucidée, la première restera sujette à caution. Certaines observations permettent néanmoins d'avancer quelques hypothèses et d'en exclure d'autres.

7.1. *Visibilité*

Une bonne visibilité était un critère important pour le choix de l'emplacement des géoglyphes du plateau de Palpa (Lambers & Sauerbier, 2006 et 2007). Les données recueillies sur le terrain combinées à une analyse statistiques des sites ont permis de conclure que ces lieux de rassemblements et de cérémonies devaient impliquer des personnes pouvant les observer de loin. Ces études établissent une relation étroite entre localisation, visibilité et fonction que l'on retrouve dans les interprétations de Briones au Chili (2006). Or, il n'est pas possible de transposer cette hypothèse aux lignes de Boha, car l'unique relief du territoire, trop distant des principaux motifs, manque par ailleurs d'élévation pour en faire un point d'observation. Les dénivelées insignifiantes limitent le champ de vision et excluent une perception d'ensembles des motifs. Seule une vue aérienne à plus de 300 mètres d'altitude permet de les apprécier dans leur globalité. Selon cette supposition, comment les émetteurs de ces signes équivoques pouvaient s'assurer qu'ils étaient correctement vus et interprétés ? La question de leur signification se pose à nouveau, entendu que « quelque chose n'est un signe que parce qu'il est interprété comme le signe de quelque chose par un interprète » (Morris, 1938, p. 4). Quoi qu'il en soit, l'absence de visibilité exclu l'hypothèse d'expressions artistiques destinées à être contemplées du sol et invite à envisager une fonction religieuse et/ou astronomique. Cette dernière perspective peut inclure un événement cosmique exceptionnel observé localement et ayant fait l'objet d'une vaste représentation commémorative.

7.2. *Stèles, pierres mémorielles et sépultures*

Divers artefacts archéologiques se trouvent sur le territoire même des géoglyphes. Neuf monolithes d'architecture variée ont été recensés en 2016. Le plus imposant est un pilier conique tronqué mesurant environ 1,60 m. Il est composé d'un socle encore en place, d'une colonne massive et d'une partie sommitale effondrées (Fig. 8a).

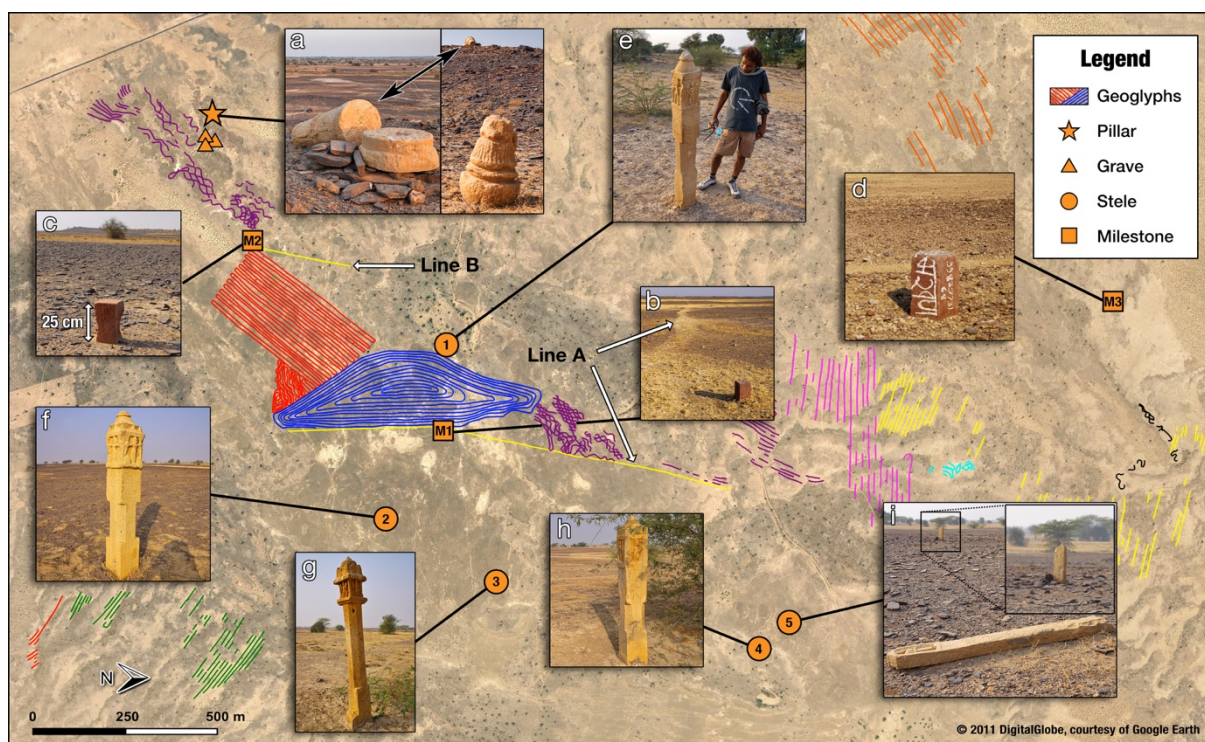


Fig. 8 Artefacts archéologiques à proximité des géoglyphes et localisation des lignes A et B.

Sommairement sculpté de dessins géométriques, il est couvert d'inscriptions marquées à la peinture blanche que l'on retrouve sur d'autres monolithes et qui témoignent d'une dévotion encore vivace des autochtones (8d). Ce pilier a été érigé sur la seule protubérance topographique déjà mentionnée permettant une vue panoramique à 360°. Trois amas de pierres se trouvent à une quarantaine de mètres en contrebas. Ils s'apparentent à des sépultures très dégradées qui pourraient attester des activités funéraires. Outre ce pilier, quatre stèles ont été localisées dont certaines présentent des sculptures de divinités hindoues et deux possèdent des inscriptions également sculptées (Fig. 8e, f, g, h). La stèle n°1 est implantée à seulement 5 m de la grande spirale tandis que la plus distante se trouve à 500 m des lignes (Stèle n° 4). Une cinquième, brisée à la base (Fig. 8i), s'apparente à une pierre mémorielle, en anglais *Sati stone* (Settar and Sontheimer, 1982 ; Kalhoro, 2010, 2015). A ces monolithes s'ajoutent les deux bornes M1 et M2 déjà décrites et une troisième située au nord notée M3. Cet inventaire d'artefacts archéologiques ne prétend pas être exhaustif et devra être complété.

Ces stèles et sépultures témoignent d'activités culturelles qui confèrent à ce site une dimension sacrée. Aucun indice ne permet cependant d'établir une relation entre monolithes et géoglyphes, excepté pour la stèle n°1 qui a probablement été utilisée comme repère pour la création de la spirale (v. parag. 5). Stèles, pierres mémorielles et cimetières abandonnés n'ont rien d'exceptionnel dans le désert du Thar. Un contexte similaire à Boha, a été observé au sein

de la concentration de géoglyphes n° 3 à l'est de Jaisalmer (Fig. 2), cependant en l'absence d'éléments probants, notamment chronologiques, les géoglyphes de Boha ne peuvent être contextualisés à une échelle régionale.

8. Discussion

Les géoglyphes du Thar ont un nombre limité de motifs tracés sur un petit territoire. Ils constituent néanmoins une découverte exceptionnelle pour les quatre raisons suivantes.

Les unités graphiques baptisées Boha 1 et 2 frappent avant tout par leur gigantisme. La spirale de 724 m de long est constituée d'une ligne spectaculaire de 12 km qui s'enroule harmonieusement sur une surface de 10 ha. Elle suppose avec le boustrophédon attendant un mode de pensée élaboré en matière de conception et de réalisation. Des connaissances en mathématique et planimétrie ont nécessairement été utilisées pour restituer les proportions de ces objets, possiblement conçus en projection horizontale à grande échelle. Ceci est confirmé par les bornes M1, M2 et la stèle n° 1, disposées à des points clés, et probablement utilisées comme repères pour édifier cet ensemble ordonné. Reste à comprendre le pourquoi de ce gigantisme, question éminemment liée à celle de leur fonction. Ces dimensions n'ont pas d'équivalent dans le monde. Par exemple, la Grande Croix d'Ashutasty, le plus grand motif de Turgay, a une longueur maximale de 436 m (Motuzaitė Matuzėviciūtė et al., 2015 ; Logvin et al., 2018), toutes les 15 spirales de Nazca que nous avons mesurées sur Google Earth ont un diamètre inférieur à 85 m, et la ligne de Nazca de 4405 m de long, interprétée comme un labyrinthe, est 2,7 fois plus petite (Ruggles et Saunders, 2012). Nous les considérons, après une recherche approfondie, comme étant les plus grandes figures géométriques abstraites et organiquement agencées, faites de main d'homme.

A propos des motifs représentés, outre leur juxtaposition originale, spirale et figure serpentiforme, surprennent par leur formes complexes et singulières. Nos recherches n'ont pas permis de trouver de figures homothétiques, ce qui fait des géoglyphes de Boha un *unicum* iconographique dont les signes soulèvent de nombreuses questions. Parmi celles-ci : pourquoi les lignes ont toutes un commencement et une fin ? Pourquoi ne s'entrecroisent-elles jamais ? Comment interpréter l'orientation NS de Boha 1 et parmi d'autres l'azimut 13° des lignes A et B ? Quelles relations sémantiques existent entre la spirale, la figure serpentiforme et les faisceaux de lignes Boha 3 et 4 ?

Troisième point remarquable, ce sont les premiers géoglyphes découverts dans l'ensemble du sous-continent indien et à ce titre ils complètent nos connaissances sur ces

artefacts universels et polymorphes. Ce fait devrait attirer l'attention et inciter les décideurs indiens à prendre rapidement des mesures pour protéger ce patrimoine extrêmement fragile. La sensibilisation des habitants traversant ce terroir est une priorité, puisque les dégradations majeures sont principalement d'origine anthropique. La construction d'une digue a définitivement effacé 2,300 m² de lignes au détriment de Boha 3 (Fig. 6c) ; mais surtout, ce sont les véhicules roulant sur les géoglyphes qui ont depuis peu un impact désastreux (Fig. 6). L'image satellitaire du 14 mars 2004 montre que jusqu'à cette date, ils étaient rares à transiter. La piste méridionale qui opérait un détour pour éviter les lignes était alors la plus fréquentée.

La dernière particularité qui mérite d'être soulignée, concerne l'impossibilité d'observer ces figures étant au sol. De ce fait, et vu leurs dimensions démesurées, il est peu probable qu'elles aient été utilisées à des fins de cérémonies, comme attesté pour certaines des lignes de Nasca. Nous évitons cependant au terme de cette étude d'être catégoriques, car pour cerner l'intention des auteurs d'une œuvre aussi énigmatique, il est nécessaire de rassembler un faisceau d'indices probants. A cette fin, une enquête anthropologique auprès des autochtones et un essai de datation des lignes par thermoluminescence s'avèrent indispensables. De nouvelles observations sur le terrain et l'élaboration d'une cartographie exhaustive avec drone, permettront en outre une analyse géométrique, symbolique et archéoastronomique des signes principaux. A ce stade des recherches, nous avons cependant la conviction que ces géoglyphes uniques au monde sont étroitement rattachés à leur contexte géographique et culturel, et qu'ils recèlent un message universel en lien avec le Sacré et le cosmos.

Remerciements

Nous remercions chaleureusement Tingu qui nous a guidés tout au long de notre enquête sur le terrain, ainsi que Zulfiqar Ali Kalhor, qui nous a fourni des informations détaillées sur les pierres commémoratives. Nous sommes également reconnaissants envers Barbara Spohnholz, Luca et Alessandro Bezzi pour leur lecture critique et précieux commentaires, ainsi que toutes les personnes qui ont encouragé cette recherche autofinancée. Pour la révision du texte en anglais, nous remercions Timothy Avison.

Bibliographie

Aveni, A. F., (ed.). 1990. The Lines of Nazca. Memoirs Series Vol. 183. American Philosophical Society, Philadelphia, 343 pp.

Bikoulis, P., Gonzalez-Macqueen, F., Spence Morrow, G., Yépez Álvarez, W., Bautista, S. & Jennings, J. 2016. A new methodology for geoglyph research: Preliminary survey results and practical workflow from the Quilcapampa Geoglyph Survey (Sihuas Valley, Peru). *Journal of Archaeological Science: Reports*. 10. 119-129. 10.1016/j.jasrep.2016.09.002.

Briones -M., L. 2006. The geoglyphs of the north Chilean desert: An archaeological and artistic perspective. *Antiquity*, 80(307), 9-24. Doi :10.1017/S0003598X00093224

De Laet, V., Paulissen, E., Waelkens, M., 2007. Methods for the extraction of archaeological features from very high-resolution Ikonos-2 Remote sensing imagery, Hisar (Southwest Turkey). *J. Archaeol. Sci.* 34 (5), 830–841. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2006.09.013>.

Erickson, C.L. 2010. The transformation of environment into landscape: the historical ecology of monumental earthwork construction in the Bolivian Amazon. *Diversity* 2: 618–52.

Grigoriev, S.A., Menshenin, N.M. 2012. Discovery of a geoglyph on the Zjuratkul Ridge in the southern Urals. *Antiquity* 86, 331.

Kalhor, Z.A., 2010. Vanishing visual heritage: Sati and Hero- stones in Nagarparkar, Sindh. *J. Indian Soc. Orient. Art* XXVII, 231–239. https://www.academia.edu/4803305/VANISHING_VISUAL_HERITAGE_SATI_AND_HERO_STONES_IN_NAGAR_PARKAR_SINDH_ZULFIQAR_ALI_KALHORO_Introduction (accessed 3 March 2020).

Kalhor, Z.A., 2015. Memorial stones of Sindh, Pakistan: typology and iconography. *Puralokbarta* 1, 285–298. https://www.academia.edu/12524590/Memorial_Stones_of_Sindh_Pakistan_Typology_and_Iconography (accessed 3 March 2020).

Kar A., Felix C., Rajaguru S. N. & Singhvi A. K. 1998. Late Holocene growth and mobility of a transverse dune in the Thar Desert. *Journal of Arid Environments* (1998) 38: 175–185.

Kar, A. 2014. The Thar or the Great Indian Sand Desert. In, *Landscapes and Landforms of India* (Ed., V.S. Kale), pp.79-90. World Geomorphological Landscapes Series, Springer, Dordrecht.

Kempe, S. & Al-Malabeh, A. 2012. Distribution, sizes, function and heritage importance of the Harrat Al Shaam desert kites: the largest prehistoric stoneworks of mankind? 15th International Symposium on Vulcanospeleology, March 15-22, 2012, Zarka – Jordan. 58-66.

Kempe, S., Al-Malabeh, A. 2017. "Circular Paths" a New and Enigmatic, Ancient Geoglyph in the Jordanian Harrat. *Expression, Quarterly e-journal of atelier in cooperation with UISPP-CISENP, International Scientific Commission on the Intellectual and Spiritual Expressions of Non-Literate Peoples*. 18. 33-41.

Lambers, K. & Sauerbier, M. 2006. GIS-based visibility studies of the Nasca geoglyphs at Palpa, Peru. In: *Recording, Modeling and Visualization of Cultural Heritage*. Taylor & Francis Group, London. Baltsavias et al. (eds). pp 249-261. ISBN 0-415-39208-X

Lambers, K. & Sauerbier, M. 2007. A Fresh View on the Nasca Lines: Investigating Geoglyph Visibility in Palpa (Ica, Peru), in: Clark, J.T. and E.M. Hagemester (eds.), *Digital Discovery. Exploring New Frontiers in Human Heritage*. CAA2006. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Proceedings of the 34th Conference, Fargo, United States, April 2006. *Archaeolingua*, Budapest, pp. 215-225.

Logvin, A.V., Shevnina, I.V., Seitov, A.M., Neteta, A.V., 2018. Ritual complexes (“Geoglifs”) of the turgay deflection (preliminary message). *Archaeoastron. Ancient Technol.* 6 (1), 30–63. <https://doi.org/10.24411/2310-2144-2018-00004>.

Mailland, F. 2012. Geoglyphs: origin and meaning. In *The Intellectual and Spiritual Expressions of Non-Literate Peoples*. Colloquio UISPP-CISNEP, Capo di Ponte, Valcamonica, 22-24 June 2012, pp. 149-154.

Mark, R., Billo, E., 2016. Low altitude unmanned aerial photography to assist in rock art studies. *SAA Archaeol. Rec.* 16 (2), 14–16.

Moharana, P.C., Raja, P., 2016. Distribution, forms and spatial variability of desert pavements in arid western Rajasthan. *J. Geol. Soc. India* 87, 401–410. <https://doi.org/10.1007/s12594-016-0408-7>.

Morris, C. W. 1938. Foundations of the Theory of Signs. *International Encyclopedia of Unified Sciences*, Vol. 1, N° 2. The University of Chicago Press, p. 59.

Motuzaitė Matuzevičiūtė, G., et al. OSL dates for the ancient geometric earthworks of Kazakhstan. 2015. *Archaeological Research in Asia* (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ara.2015.12.001>

Parcak, S. 2015. Archaeological Looting in Egypt: A Geospatial View (Case Studies from Saqqara, Lisht, and el Hibeh). *Near Eastern Archaeology*, Vol. 78, N° 3, Special Issue: The Cultural Heritage Crisis in the Middle East, pp. 196-203.

Parcak, S. & Tuttle, C.A. 2016. Hiding in Plain Sight: The Discovery of a New Monumental Structure at Petra, Jordan, Using WorldView-1 and WorldView-2 Satellite Imagery. *American Schools of Oriental Research. BASOR*, 375 (2016): 35–51.

Parcak, S., Gathings, D., Childs, C., Mumford, G., & Cline, E. 2016. Satellite Evidence of Archaeological Site looting in Egypt. *Antiquity* : 2002–2013.

Pärssinen, M., Schaan, D., & Ranzi, A. 2009. Pre-Columbian geometric earthworks in the upper Purús: A complex society in western Amazonia. *Antiquity*, 83(322), 1084-1095. Doi :10.1017/S0003598X00099373

Pavelka, K., Sedina, J., Matoušková, E., 2018. High resolution drone surveying of the Pista geoglyph in Palpa, Peru. *Geosciences*. 8, 479. <https://doi.org/10.3390/geosciences8120479>.

Ross, J., Valenzuela, D., Llosas, M.I.H., Briones, L., Santoro, C.M., 2008. More than the motifs: the archaeological analysis of rock art in arid regions of the southern hemisphere. *Chungará (Arica)* 40, 273–294. <https://doi.org/10.4067/S0717-73562008000300005> (especial).

Ruggles, C., Saunders, N., 2012. Desert labyrinth: lines, landscape and meaning at Nazca, Peru. *Antiquity* 86 (334), 1126–1140. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00048298>.

Schaan, D., Pärssinen, M., Saunaluoma, S., Ranzi, A., Bueno, M. and Barbosa, A. 2012. New radiometric dates for precolumbian (2000-700 b.p.) earthworks in western Amazonia, Brazil. *Journal of Field Archaeology* 37: 132-142.

Singh, S. S., Chauhan M., & Narayan Kumawat R. 2014. Rainfall Structure of Thar - The great Indian desert. RMC New Delhi and Meteorological Centre, Jaipur. 84 p.
<http://amssdelhi.gov.in/Nigam/JAIPUR30/THAR%20%20FINAL.pdf>

Valenzuela D. & Clarkson P. B. 2014. Geoglyphs. *Encyclopedia of Global Archaeology*. pp 3017-3029. Claire Smith, ed. Springer New York.

Virtanen, P.K., Saunaluoma, S., 2017. Visualization and movement as configurations of human–nonhuman engagements: precolonial geometric earthwork landscapes of the upper Purus, Brazil. *Am. Anthropol.* 119 (4), 614–630. <https://doi.org/10.1111/aman.12923>.

Watling, J., Iriarte, J., E. Mayle, F., Schaan, D., Pessenda, L., J. Loader, N., Street-Perrott, F., E. Dickau, R., Damasceno, A., Ranzi, A. 2017. Impact of pre-Columbian “geoglyph” builders on Amazonian forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 114. 201614359. [10.1073/pnas.1614359114](https://doi.org/10.1073/pnas.1614359114).