

variée de la région et des grottes, ainsi que des stratigraphies, sont reliées aux dessins ainsi qu'à des textes explicatifs, aux données de l'art mobilier et à la bibliographie disponible.

Les conditions de prises de vue des secteurs ornés des différentes grottes étaient très variables. Il est possible que les variations des conditions de travail dans les grottes et les musées, contrôlés par quatre institutions différentes ainsi que par le Ministère de l'Éducation dans le cas du musée d'Altamira, se retrouvent dans certaines variations des résultats. Toutefois, la qualité globale des images est satisfaisante. Nous espérons maintenant que ce travail servira à augmenter l'intérêt du grand public et des spécialistes pour cette partie de notre histoire, et à sensibiliser les autorités et le public à la nécessité de politiques de conservation et de recherche adaptées.

well as stratigraphies, are connected to the images and also to explanatory texts, to traces of portable art and to the available bibliography.

The conditions of photograph taking in the different caves for the decorated areas were very variable. It is possible that the diversity of our work conditions in caves and museums controlled by four different institutions and by the Ministry of Education in the case of the Museum of Altamira, may be reflected in some variable results. However, the average quality of the images is satisfying. Now we hope that this work will serve to increase the interest of the general public and of rock art specialists in this part of our history and to sensitize the authorities and the public to the necessity of an adequate conservation and research policy.

César GONZÁLES SAINZ*, Roberto CACHO TOCA*, Takeo FUKAZAWA**

*Departamento de Ciencias Históricas, Universidad de Cantabria.

** President of Texnai, Inc., Tokyo (Japan).

PHOTOGRAPHIE AÉRIENNE À COÛT RÉDUIT ET À HAUTE RENTABILITÉ EN ARCHÉOLOGIE

Introduction

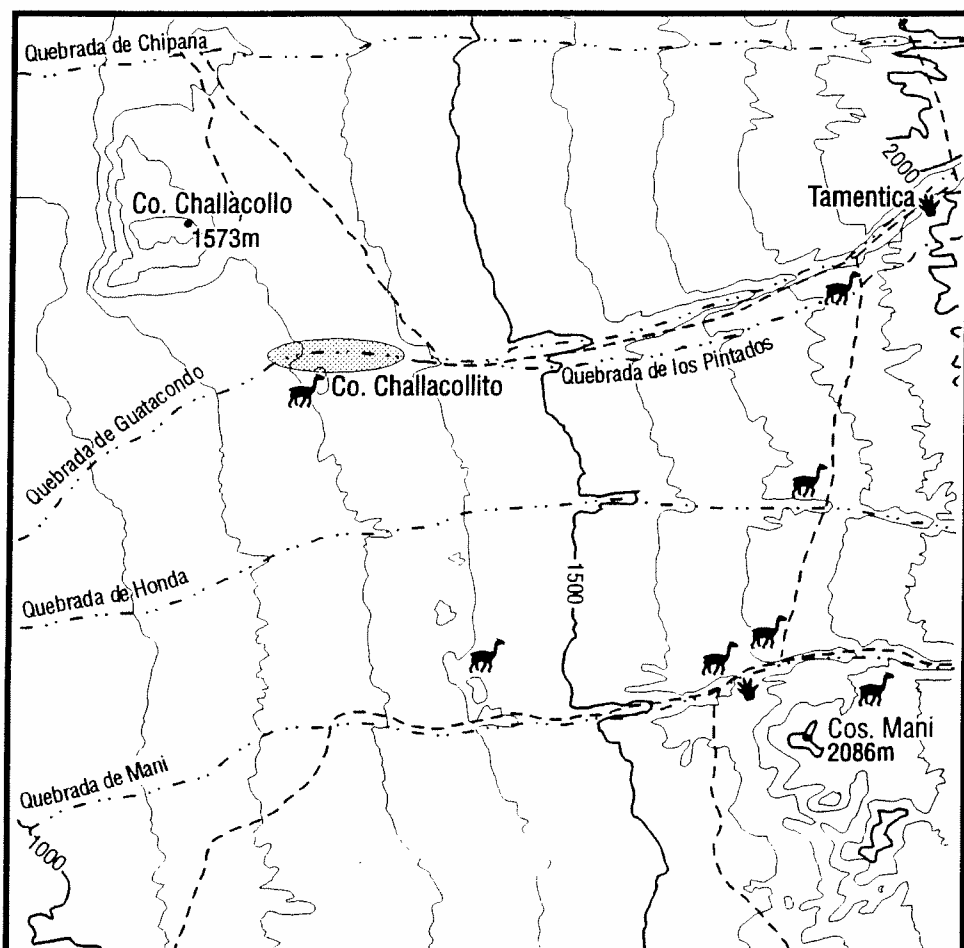
Un moyen peu utilisé mais très efficace d'obtenir des photographies aériennes à haute résolution de sites archéologiques est à l'aide de ballons captifs. Voici un

LOW-COST HIGH-RETURN AERIAL PHOTOGRAPHY IN ARCHAEOLOGY






Introduction

A little-used but very effective means to obtain high resolution aerial photography of archaeological sites is through aerial photography from a tethered balloon. The

GUATACONDO REGION, NORTHERN CHILE



Legend

-  Guatacondo Archaeological Zone
-  Geoglyph Locations
-  Petroglyphs
-  Caravan Trail
-  Intermittent Stream

2.5 0 2.5 5.0 Kilometers
Contour Interval 100 meters

compte-rendu sur l'application avec succès de cette technique pour enregistrer de l'art terrestre, autrement connu sous le nom de géoglyphes ou intaglios, à deux sites d'Amérique du Sud. Ces deux endroits, les pampas de Nazca sur la côte sud du Pérou, et Quebradas Guatacondo, Pintados, et Honda au nord du Chili, sont le lieu d'importantes concentrations de géoglyphes biomorphes et géométriques (cf. Aveni, 1990 ; Nuñez, 1976 ; Reinhard, 1987). Les géoglyphes enregistrés par photographie aérienne au Pérou dans les années 80 (Johnson, Johnson et Meisner, 1990) et au Chili par les auteurs en 1997, ont eu un impact sur la nature des investigations archéologiques de la région, grâce aux résultats obtenus.

Les géoglyphes de ces deux régions partagent des similitudes en tant que technique de manufacture et emplacement choisis. Les géoglyphes, qui ne sont pas inconnus dans les déserts de l'Ouest américain, sont faits facilement et simplement en amassant (espace positif) ou en enlevant (espace négatif) les pierres de couleur foncée qui couvrent la surface : le contraste des pierres foncées contre le sol alluvial de couleur pâle au-dessous crée une image très contrastée. Les géoglyphes se retrouvent dans des régions arides et donc subissent peu de dommages par les éléments naturels. En fait, la plus grande menace vient des humains : le sol très mou de ces déserts conserve les empreintes de pieds et les traces de véhicules. La taille du géoglyphe a un effet minimal sur la technique de manufacture employée. Les géoglyphes biomorphes de Nazca varient approximativement de 5 m jusqu'à plus de 100 m de longueur, et les lignes droites ont une largeur moyenne de 2 m et peuvent parcourir plusieurs kilomètres. Au Chili, les formes biomorphes et géométriques ont entre 1 et 10 m, mais des formes jusqu'à

successful application of this technique to record earth art, also known as geoglyphs, intaglios, and ground drawings, at two sites in South America is reported here. The two sites - the Nazca pampas on the south coast of Peru, and Quebradas Guatacondo, Pintados, and Honda in northern Chile - are home to dense concentrations of biomorphic and geometric geoglyphs (see Aveni 1990 ; Nuñez 1976 ; Reinhard 1987). The geoglyphs recorded through aerial photography at Peru in the 1980s (Johnson, Johnson and Meisner 1990) and in Chile by the authors in 1997 have provided interesting results that have impacted upon the nature of archaeological investigations of these regions.

The geoglyphs in these two regions both share similarities of technique of manufacture and ambient location. Geoglyphs, which are not uncommon to western deserts of the Americas (Clarkson 1997), are easily and simply made by piling (positive space) up or removing (negative space) the dark-coloured stones that cover the surface ; the contrast of the dark stones against the lighter-coloured underlying alluvial soil creates a highly contrasting image. The arid regions in which geoglyphs are found mean that there is a minimum of damage that can occur from natural elements. In fact, the greatest threat comes from humans : the very soft soil of these deserts takes and maintains impressions from footprints as well as vehicles. The size of the geoglyph has a minimal effect on the technique of manufacture employed. Biomorphic geoglyphs in Nazca range in size from approximately 5.0 m to over 100.0 m in length, and straight lines that average 2.0 m in width can run for several kilometers. In Chile, both biomorphic and geometric forms are between 1.0 and 10.0 m, although occasional larger images up to 40.0 m in

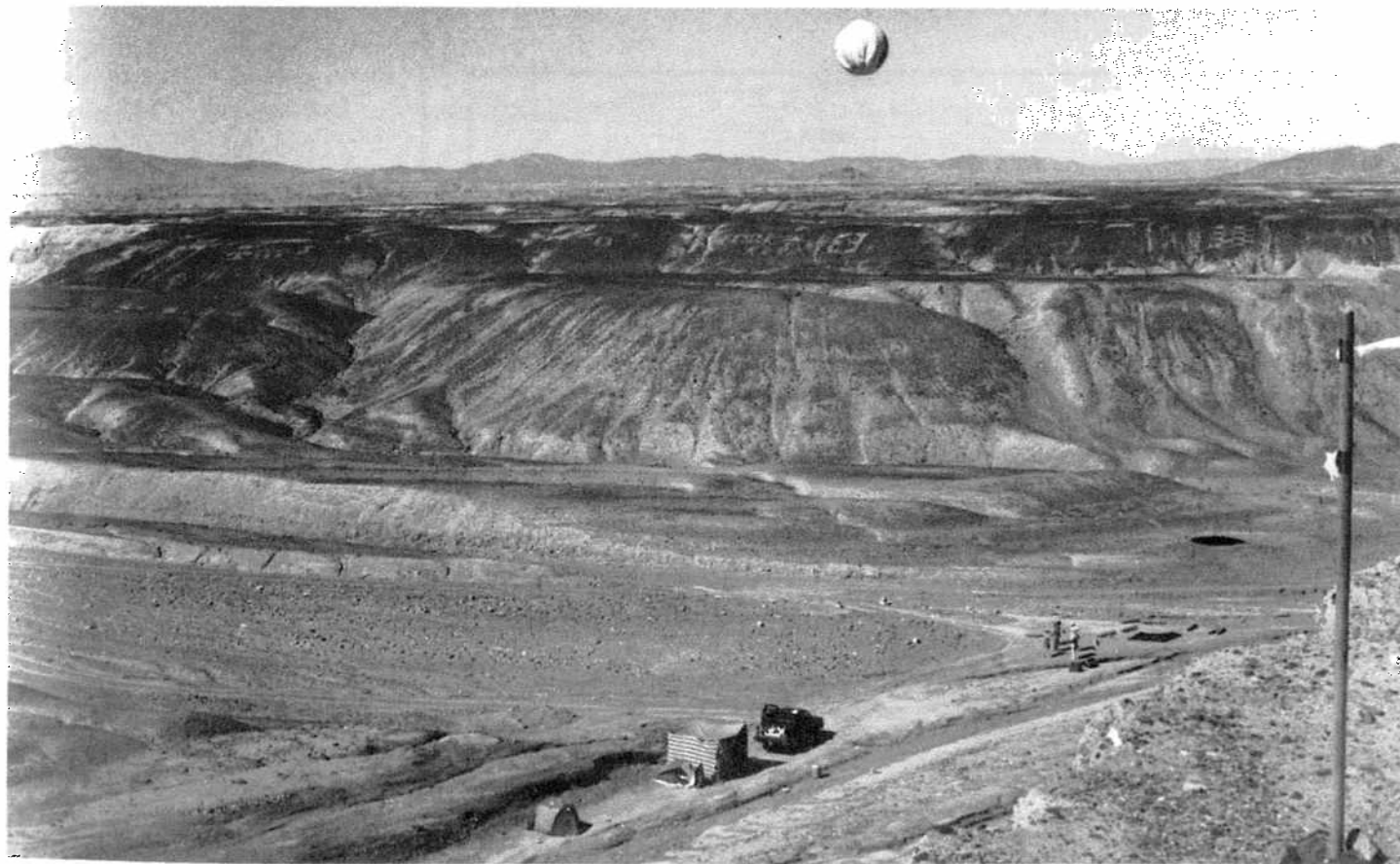


Fig. 1. Un ballon captif flotte au-dessus des géoglyphes sur la plus haute terrasse au sud de Quebradas de los Pintados. L'équipe au sol se voit au fond à droite avec des conteneurs à hydrogène. Une flèche marque la localisation des géoglyphes de la Fig. 2.

Fig. 1. Tethered balloon floats over geoglyphs on highest terrace on the south side of Quebrada de los Pintados. The «ground crew» are visible at bottom right amidst cannisters of hydrogen gas. An arrow marks the location of the geoglyphs visible in Fig. 2.

40 m de hauteur sont aussi connues. Les figures très petites souvent rencontrées sur les sites chiliens peuvent facilement avoir été fabriquées par des individus en une très courte période de temps. Ce qui est clair, par contre, c'est que l'habileté pour fabriquer ces figures, habituellement symétriques, claires, bien proportionnées et anatomiquement correctes, requiert une technique parfaitement au point et un excellent travail de groupe.

Dans les deux régions à géoglyphes ceux-ci se trouvent sur des surfaces horizontales et sur pente. Dans la région Nazca, les images sur les versants de collines sont pratiquement inconnues, en contraste avec les quelques 40 géoglyphes biomorphes situés dans une région de 5 x 8 km, près du Río Ingenio, qui ont une grande renommée. Au Chili, la grande majorité des géoglyphes sont situés sur des pentes de collines et des quebradas (des vallées non propices à l'agriculture à cause du manque de source d'eau fiable). Ces images, en plus de celles situées sur une pente dans la région Nazca se voient facilement à distance.

Si ces géoglyphes peuvent être perçus du sol, pourquoi les photographier en vue aérienne ? 1) Les géoglyphes sur surfaces horizontales sont difficiles à discerner pour un œil expérimenté ; une vue aérienne montre clairement la quantité, l'étendue, la forme et le contexte des géoglyphes, outre la vue d'autres vestiges matériels et d'autres géoglyphes qui peuvent être associés avec le géoglyphe en question ; 2) les géoglyphes situés sur une pente peuvent être difficiles à voir du sol si l'image se trouve haut sur la pente, si l'angle de la pente n'est pas élevé ou si l'image chevauche la pente et la pampa alentour ; d'autre part, en alternative, la vue de ces images du côté opposé de la vallée quebrada, lorsque c'est possible, vient résoudre le problème de la perspective, mais l'image peut être trop loin pour être bien perçue ; 3) les photographies aériennes peuvent améliorer les stratégies de prospection, en identifiant clairement la location des géoglyphes et autres vestiges culturels qui auraient autrement requis une véritable prospection intensive.

Technique de la photographie aérienne à basse altitude

L'utilisation de diverses formes de photographie aérienne en archéologie est bien documentée et les avantages sont connus. Par contre, plusieurs inconvénients existent. Un des désavantages est le coût élevé pour louer un avion et payer le personnel pour faire la photographie. Dans les régions éloignées du monde où le travail a souvent lieu, ce genre d'équipement spécialisé pourrait ne pas être disponible ni permis par les gouver-

height are known. The very small figures frequently encountered at Chilean sites could easily be made by solitary individuals in a very short amount of time. What is clear, however, is that the skill to make these figures, which are usually symmetrical, clear, well-proportioned, and anatomically correct, required finely honed skills and group-coordination management.

Both regions have geoglyphs situated on horizontal and sloped surfaces. In the Nazca region, the images on hill-sides are practically unknown in contrast to the fame that has accompanied the approximately forty biomorphic geoglyphs situated in a 5.0 x 8.0 km region near the Río Ingenio. In Chile, the vast majority of geoglyphs are situated on the slopes of hills and quebradas (valleys that are unsuitable to agriculture due to a lack of reliable water). These images, as well as those situated on sloped surfaces in the Nazca region, are easily seen from a distance.

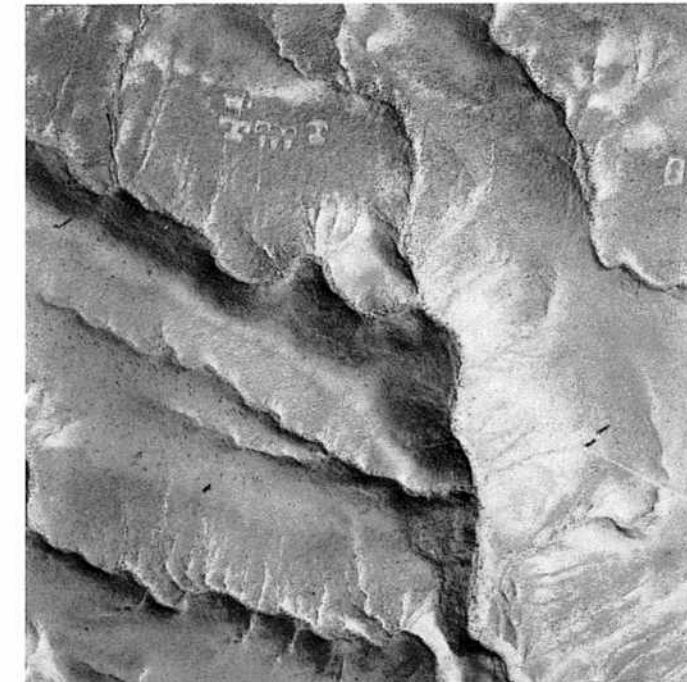


Fig. 2. Photo aérienne prise grâce au ballon captif de la terrasse sud de Quebrada de los Pintados. L'ensemble de gauche comprend plusieurs images en T (anthropomorphes stylisés) et un caméléidé au-dessus de l'anthropomorphe le plus à gauche. Une flèche à double tête se voit à droite.

Fig. 2. Airphoto taken with the tethered balloon over the south terrace of Quebrada de los Pintados. The cluster on the left consists of several T-shaped images (stylized anthropomorphs) and a camelid above the leftmost anthropomorph ; a double-headed arrow is visible on the right.

If these geoglyphs can be seen from the ground, why bother to photograph them from the air ? 1) Geoglyphs on horizontal surfaces are difficult to discern by the untrained eye ; an aerial view provides a clear overview of the quantity, extent, form and context of the geoglyphs, including other material remains and geoglyphs that may be associated with the geoglyph in question ; 2) geoglyphs situated on slopes can have a skewed perspective if the image is high on the slope, if there is a low slope angle, or if the image overlaps both the slope and the adjoining

pampa ; alternatively, viewing these images from eye level on the opposite side of a quebrada when possible, solves a problem of perspective, but the image may be too distant to see properly ; and 3) aerial photographs can maximize discovery and survey strategies by clearly identifying locations of geoglyphs and other kinds of cultural remains that otherwise would require full ground survey coverage.

Mechanics of low-altitude aerial photography

The use of various forms of aerial photography in archaeology is well documented, and there are several benefits and limitations. A major drawback can be the high cost to rent a plane and pay for the personnel to undertake the photography. In the remote parts of the world where fieldwork is often carried out, such specialized equipment may not be available or permitted by security-conscious governments. Satellite photography is

nements soucieux de sécurité. La photographie par satellite devient de plus en plus pratique pour l'exploration archéologique mais sa définition ne rend pas suffisamment les détails requis par la plupart des projets.

L'utilisation de ballons captifs pour la photographie aérienne de sites archéologiques a certains avantages et inconvénients par rapport à la photographie aérienne conventionnelle et ceci doit être considéré afin de déterminer la technologie appropriée au projet. Le ballon captif requiert deux spécialistes et un total de deux ou quatre personnes pour contrôler, faire naviguer et coordonner le ballon. Le ballon et l'équipement photographique sont facilement transportés dans des bagages de taille et de poids standard. La caméra est montée sur un cardan spécialement construit qui maintient les lentilles parallèles au sol, bien qu'on n'ait pas le moyen de contrôler l'orientation de la caméra si le vent la fait tourner. La caméra est positionnée au-dessus du lieu désiré en plaçant une personne sur le point cible et en surveillant la caméra d'un minimum de deux lieux simultanément pour trianguler la position correcte ; un repère métrique à l'intérieur de chaque image aide à vérifier la taille des images et l'échelle des photographies. Le déclencheur d'obturateur est activé par un appareil télécommandé. Les images qui en résultent peuvent fournir une indication plus détaillée des figures et des contextes micro-locaux que ce qui est disponible depuis des avions qui volent généralement à des altitudes plus hautes et qui ne fournissent généralement pas de photographies claires ou d'une échelle comparable à celle que peuvent fournir les ballons captifs (Fig. 1 et 2).

Le ballon est rempli d'hydrogène, gaz le plus léger disponible dans le monde entier. Les réservoirs individuels pèsent approximativement 90 kg et doivent être apportés par voie terrestre. Un minimum de quatre personnes est requis pour remplir le ballon en premier lieu ; chaque journée d'utilisation requiert l'addition d'hydrogène. Par contre, des altitudes supérieures à 1 000 m sont trop fortes pour maintenir l'hydrogène à l'intérieur du ballon pendant plus de quelques heures. Les photographies ne peuvent pas être prises quand les vents excèdent une vitesse de 5 km/heure à cause du danger d'endommager l'équipement et du manque de contrôle de la caméra.

Puisque la hauteur de la caméra peut être facilement ajustée, il est possible de photographier de façon extensive ou plus réduite. Pour la plupart des projets, la photographie aérienne est utilisée pour documenter des phénomènes culturels existants, des fondations, des murs, etc. Ceci implique de positionner le ballon précisément au-dessus du sujet à une altitude relativement basse (de 10 à 100 m, par exemple). Photographier un contexte local peut prendre plus de temps et requiert des considérations logistiques additionnelles si des réservoirs, de l'équipement et du personnel doivent être transportés.

Résultats de la photographie aérienne

Les résultats obtenus par photographie aérienne à basse altitude au Chili en 1997 ont été superbes. Les géoglyphes qui avaient été photographiés ou dessinés au sol apparaissent maintenant dans une perspective plus naturaliste, perspective plus proche de ce qu'ont voulu à l'origine leurs créateurs. Les géoglyphes, depuis toujours difficiles à discerner, soit à cause de leur complexité, de la médiocrité des angles lumineux en fonction de l'époque de l'année ou à cause de dérangements, étaient maintenant clairement visibles. Le plus étonnant, par contre, fut la découverte d'un certain nombre de géoglyphes qui n'avaient jamais été remarqués auparavant, en dépit du grand nombre d'études par de nombreux chercheurs au

becoming more and more practical for archaeological exploration, but the resolution does not yet render sufficient detail required by most projects.

The use of a tethered balloon for aerial photography of archaeological sites has several advantages and disadvantages over conventional aerial photography, and these must be weighed to determine if this is an appropriate technology for the goals of a particular project. The tethered balloon requires two specialists and a total of two to four people to control, navigate, and coordinate the balloon. The balloon and photographic equipment are easily transported in standard sized and weighted luggage. The camera is mounted in a specially constructed gimbal that maintains the lens parallel to the ground, although there is no means to control the orientation of the camera if wind spins the camera around. The camera is positioned over the desired location by positioning one person at the target point and by viewing the camera from a minimum of two locations simultaneously to triangulate the correct position ; a clearly marked measuring rod placed within each frame helps to verify the size of the images and the scale of the photographs. The shutter release is tripped by a remote control unit on the ground. The resulting photographic images can provide a more detailed indication of features and micro-local contexts than are available from planes that generally fly at higher altitudes and generally do not provide photographs of the clarity or scale available from the tethered balloon (Fig. 1 and 2).

The balloon is filled with hydrogen, which has the greatest lift and which is commonly available worldwide. Individual tanks weigh approximately 90 kg and must be delivered by land, and a minimum of four are needed to initially fill the balloon ; each day of use requires additional top-offs with hydrogen. However, altitudes above approximately 1000 m are too thin to maintain the hydrogen within the balloon for longer than a few hours. Photographs cannot be taken when winds exceed 5 km per hour because of danger of damaging the equipment and lack of placement control of the camera.

Since the height of the camera is easily adjusted, both extensive and specific coverage can be undertaken. For most projects aerial photography is used to document existing cultural features, e.g., foundations, walls, etc. This calls for positioning the balloon precisely over the feature at a relatively low altitude (10 to 100 m for instance). Photography of local or regional environmental context may take more time and require additional logistical considerations, particularly if tanks, equipment, and personnel need to be transported.

Aerial photography results

The results obtained from low-altitude aerial photography in Chile in 1997 were superb. Geoglyphs that had been photographed and drawn from the ground now appeared in a more naturalistic perspective, one that was truer to the original view and intentions of the creator. Geoglyphs that had always been hard to discern, either because of their complexity, consistently poor light angles regardless of the time of day or year, or because of disturbance, were now more clearly visible. Most astonishing, however, was the discovery of a number of geoglyphs that had never before been noticed, in spite of studies by numerous researchers over the last quarter of a century. These include a series of faint geoglyphs that are overlain

cours du dernier quart de siècle. Parmi eux on trouve une série de géoglyphes peu visibles couverts par des images plus claires, plus foncées, mieux connues et mieux documentées. Ceci représente le premier cas de stratigraphie claire et identifiable de géoglyphes intacts. Cela peut permettre de calibrer diverses techniques de datation absolue. Au Pérou les résultats furent prometteurs mais peu concluants : une série de circonstances imprévues y a rendu impossible la photographie au-delà de quelques images. Ces images illustrent la valeur de la photographie aérienne à basse altitude : des géoglyphes apparus dans les images n'avaient pas été remarqués lors d'au moins deux arpentages à pied. Tandis qu'une stratigraphie existait probablement pour certains géoglyphes de Nazca, leur balayage répété et non enregistré, afin de nettoyer les lignes, a détruit toute chance d'aboutir à leur sériation.

Conclusion

La photographie aérienne décrite ci-dessus pour l'enregistrement de géoglyphes convient également à d'autres applications où une échelle contrôlable et à haute résolution est désirée. Bien que cette technique soit décriée de «basse technologie», les résultats se situent parmi les meilleurs que l'on puisse obtenir par n'importe quelle sorte de photographie aérienne.

Remerciements

Les fonds pour Clarkson ont été obtenus par le Conseil de Recherches en Sciences Humaine du Canada (Pérou, Chili), la Fondation Wenner-Gren pour les recherches anthropologiques, Sigma Xi, University of Winnipeg Start-up Research Grants.

Persis B. CLARKSON, Department of Anthropology, University of Winnipeg, Canada.

Gerald JOHNSON, Department of Engineering, University of Minnesota, USA.

William JOHNSON, Department of Forestry, State University of New York at Syracuse, USA.

Luis BRIONES, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Tarapacá, Chile.

Evan JOHNSON, Ellida Productions, USA

BIBLIOGRAPHIE

AVENI A.F. (ed), 1990. - *The lines of Nazca*. Memoirs of the American Philosophical Society N° 183, Philadelphia.

CLARKSON P.B., 1997. - Geoglyphs of the Americas. *Artefact* 20:3-15.

JOHNSON W.L., G. JOHNSON and D. MEISNER, 1990. - Aerial photography of the Nazca lines. In Aveni A.F., ed., *The lines of Nazca*, pp. 271-283. Memoirs of the American Philosophical Society N° 183, Philadelphia.

NÚÑEZ K, 1976. - Geoglifos y tráficos de caravanas en el desierto chileno. In *Homenaje al Dr. Gustavo le Paige, S.J.*, pp. 147-201. Universidad del Norte, Antofagasta, Chile.

REINHARD J., 1987. - *The Nazca lines : a new perspective on their origin and meaning*. Editorial Los Pinos, Lima (first edition 1985).

Seules sont citées ici les références clés : elles incluent une bibliographie plus étendue sur les géoglyphes.

Recent and key references only are cited here ; these contain fuller bibliographies pertinent to geoglyphs.

DIVERS

CRÉATION DE L'ASSOCIATION MAROCAINE POUR LA PROTECTION DU PATRIMOINE RUPESTRE

Le Maroc possède un patrimoine rupestre d'une richesse exceptionnelle. Ce patrimoine représente un élément fondamental pour la compréhension de l'histoire et de la culture marocaine.

Aujourd'hui, il fait l'objet d'une dégradation anthropique sans précédent qui s'ajoute à l'érosion naturelle. Il est de notre devoir de le protéger et de le valoriser. C'est dans

CREATION OF THE MOROCCAN ASSOCIATION FOR THE PROTECTION OF ROCK ART HERITAGE

Morocco has a rock art heritage of an exceptional richness. It represents a fundamental element for understanding Moroccan history and culture.

To-day, in addition to naturel erosion, it suffers from unprecedented anthropic degradation. We feel that it is our duty to protect it and highlight its importance. It is with