

[Navigation](#) – [Plan du site](#)

## [Les nouvelles de l'archéologie](#)

- [fr](#)
- [en](#)

[Accueil](#) > [Numéros](#) > [117](#) > [Actualités scientifiques](#) > **Images satellitaires et prospecti...**

[Sommaire](#)

[117 | 2009 : Collections, musées, paysages](#)

Actualités scientifiques

# Images satellitaires et prospection archéologique

Un cas d'école dans les Andes péruviennes

**Laure Déodat et Patrice Lecoq**

p. 57-64

[Résumé](#) | [Index](#) | [Plan](#) | [Texte](#) | [Bibliographie](#) | [Notes](#) | [Citation](#) | [Auteurs](#)

## Résumés

[Français](#) [English](#)

Cet article vise à mettre en lumière des méthodes possibles en matière de prospection archéologique : utilisation d'images satellitaires via internet, gestion des données par SGBD et SIG . Il s'appuie sur un travail de terrain réalisé dans le cadre du projet Choquek'iraw-Chanca. On ne cherchera donc pas ici à avancer des résultats, mais à proposer simplement des perspectives d'étude et d'analyse, en fonction des outils utilisés.

This article brings out new methods, such as satellite images via Internet, data

management and GIS DBMS, in archaeological prospections. It is based on fieldwork, carried out under the project Choquek'iraw-Chanca in Peru. We do not therefore seek to put forward results, but simply to offer perspectives and analysis, based on the different tools which has been used.

[Haut de page](#)

## Entrées d'index

### Index de mots-clés :

[Chanka](#), [Choqek'iraw](#), [Google Earth](#), [images satellites](#), [Pérou](#), [prospection](#), [SIG](#)

### Index by keyword :

[Chanka](#), [Choqek'iraw](#), [GIS](#), [Google Earth](#), [Peru](#), [satellites images](#), [survey](#)

[Haut de page](#)

## Plan

[Le projet et la zone d'étude](#)

[Les objectifs de la recherche et la méthodologie mise en œuvre](#)

[Les résultats des prospections](#)

[L'enregistrement des sites](#)

[L'exploitation des données de terrain en laboratoire](#)

[L'interprétation des données](#)

[Le partage des données](#)

[Haut de page](#)

## Texte intégral

[PDF Signaler ce document](#)

Nous tenons à remercier Stéphane Rostain, Grégory Pereira, Laurent Aubry et Bruno Roux pour leurs relectures attentives de cet article.

- 1 Ces images, présentant plusieurs composés colorés, sont issues des survols de *Landsat*; elles poss ([...](#))
- 2 Géoportail et Live Search peuvent parfois présenter une meilleure définition mais seulement pour d ([...](#))

Il y a quelques années à peine, les images satellites, réservées le plus souvent à un usage militaire ou professionnel, étaient d'un accès difficile. Aujourd'hui plusieurs sites internet (Live Search Maps, NASA World Wind, Google Earth,

Géoportail pour la France...) permettent de les consulter gratuitement mais elles sont très inégales, dans le sens où elles varient considérablement dans leur résolution (entre 0,1 m et 15 m par pixel). Si NASA World Wind offre l'avantage de proposer des « photos » en fausses couleurs<sup>1</sup>, c'est pour l'instant Google Earth qui présente celles ayant la meilleure résolution, et les couvertures à haute définition ne cessent de se rajouter à la base actuelle. L'ensemble du monde est en effet couvert à 15 m par pixel et certains secteurs sont reproduits, de façon exceptionnelle, jusqu'à 15 cm par pixel<sup>2</sup>.

- 3 Plusieurs articles concernant l'exploitation d'images satellites, notamment celles d'Ikonos (Garri [\(...\)](#))
- 4 Nous n'aborderons pas ces méthodes dites classiques et qui ont fait leur preuve, mais nous renvoyons [\(...\)](#)

2 Dans le domaine de l'archéologie, les images satellites sont utilisées dans de nombreux projets<sup>3</sup>, mais ce n'est que très récemment que les chercheurs ont commencé à tirer parti des outils en ligne pour approfondir leurs connaissances, à l'instar de Scott Madry (2007), archéologue de l'université de Caroline du Nord, qui travaille notamment sur les Celtes en France. En présentant le résultat de ses travaux lors d'un colloque sur les applications informatiques et les méthodes quantitatives en archéologie, il note qu'il a « trouvé plus de sites lors du premier jour d'utilisation et en faisant une reconnaissance systématique à partir de Google Earth, qu'au cours de ces dernières années en utilisant d'autres techniques ». Par « autres techniques », il faut comprendre des prospections pédestres ou des méthodes mettant en œuvre des outils plus classiques, comme la recherche sur les cartes anciennes, le survol à basse altitude et l'exploitation des photographies aériennes par exemple<sup>4</sup>. En France, les chercheurs des services régionaux d'archéologie (SRA), de l'Institut national de recherches archéologiques préventives (INRAP) et du CNRS commencent, eux aussi, à s'intéresser à ces outils qui leur permettent de repérer des sites encore inconnus.

3 L'intérêt de ce nouveau moyen d'observation du sol est d'autant plus grand quand on travaille dans des pays où les photographies aériennes sont interdites ou restreintes, pour des raisons de sécurité ou par défaut de moyens matériels adéquats. Par ailleurs, si l'exploitation des images satellites suppose un certain nombre de prérequis, comme un paysage dépourvu de végétation, elle devient quasi incontournable pour des zones difficilement accessibles, que ce soit pour des raisons politiques ou simplement physiques.

## [Le projet et la zone d'étude](#)

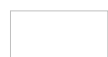
4 Tel est le cas des régions d'Ayacucho ou de Cuzco, dans la cordillère des Andes, au Pérou, au paysage fortement escarpé et au réseau routier très limité, voire inexistant. Bien plus, la présence, ces vingt dernières années, de groupes d'activistes liés au mouvement du Sentier lumineux, empêchait de se rendre sur

place pour effectuer toute prospection archéologique.

5Toutefois, à partir de 2003, la redécouverte et la restauration du grand site inca de Choqek'iraw, localisé dans la région de Cuzco, a entraîné la réalisation d'un grand projet de recherche franco-péruvien. Les fouilles menées sur des zones d'habitation, notamment sur des structures de plan circulaire, et le matériel céramique qui en a été extrait ont démontré que le lieu avait été occupé avant l'époque inca, à la période Intermédiaire récente, entre les XII<sup>e</sup> et XIV<sup>e</sup> siècles (Lecoq & Duffait 2004 ; Lecoq 2007 et 2008). Si Choqek'iraw a été fondé et habité par des populations antérieures aux Incas, il convenait de chercher à les identifier dans les environs mêmes du site. Cela impliquait, pour commencer, une prospection détaillée, pour tenter de retrouver des vestiges qui pouvaient leur être attribués.

6La province de La Mar, département d'Ayacucho, localisée à quelque 50 km à l'ouest de Choqek'iraw, a été retenue pour cette étude (fig. 1). Cette région montagneuse, particulièrement accidentée, s'étend entre les cours des ríos Pampas au sud et Apurímac au nord, à une altitude moyenne de 3 000 m, et elle présente de fortes déclivités (entre 1 200 et 4 500 m). L'existence des deux vallées, mais aussi leur situation à la limite des hautes terres andines et des basses terres amazoniennes, font de ce secteur un endroit idéal pour comprendre le peuplement de toute cette partie des Andes. Il est en effet probable que les groupes ethniques qui ont vécu là ont tenté de contrôler plusieurs étages écologiques, ainsi que les axes de communication comme les vallées et les ríos Pampas et Apurímac, renvoyant en cela à la notion de « verticalité andine » proposée par Murra (1975). En effet, certains indices matériels, comme l'existence de nombreux villages fortifiés, édifiés au sommet et sur les versants des montagnes, laissent penser qu'au cours de la période Intermédiaire récente, au XII<sup>e</sup> siècle, et au moment de l'expansion inca, à partir du XIV<sup>e</sup> siècle, ces vallées ont constitué des limites territoriales de différents groupes ethniques (Vivanco Pomacanchari 2005), hypothèse qu'il s'agissait de vérifier sur le terrain.

Fig. 1



[Agrandir Original \(jpeg, 228k\)](#)

Localisation de la zone d'étude

## **Les objectifs de la recherche et la méthodologie mise en œuvre**

7Le but du travail était de réaliser une cartographie précise de deux microrégions

situées à quelque 30 km l'une de l'autre. La première, située à la confluence des ríos Pampas et Apurímac et prospectée en 2007, représente 15 x 7 km. La seconde, étudiée en 2008, a été divisée en trois zones de 3 x 2 km chacune environ, distribuées autour de Chungui, le chef-lieu régional (fig. 1).

8 Dans ces deux secteurs, l'idée était de mettre en évidence des sites archéologiques de tout type et de toute époque ; sachant que nous avons décidé de définir comme « site » aussi bien une forte concentration de matériel archéologique, généralement de céramique, qu'une structure isolée ou qu'un ensemble de structures. Ont aussi été pris en considération tous les chemins, probablement anciens, dont certains tronçons étaient construits (mur de soutènement et dallage ; voir Hyslop 1984).

9 Pour répondre à l'objectif poursuivi, la méthode de prospection retenue utilise tous les moyens disponibles :

1. l'analyse cartographique de la topographie,
2. la collecte d'informations orales auprès de la population locale,
3. l'exploitation des images satellites recueillies par Google Earth.

10 Ces trois types de données ont ensuite orienté notre cheminement, intellectuel et pédestre, dans cette région escarpée où une prospection systématique était exclue, le relief très accidenté des Andes limitant fortement la marche. Le fait de prospecter dans des régions souvent éloignées de tout requiert en effet une logistique importante, doublée d'une bonne condition physique.

11 Ces difficultés de départ ont toutefois été amoindries grâce à deux atouts : l'absence de forte végétation d'une part, qui a favorisé le travail à l'aide de GPS et le repérage assez facile des sites en surface ; la qualité exceptionnelle des images satellitaires proposées par Google Earth d'autre part, pour une grande partie de la zone choisie en 2008, qui a permis de détecter un certain nombre de sites ainsi qu'un ensemble de chemins, avant même de se rendre sur le terrain. En effet, dès la préparation de la mission de 2008, un survol des données fournies par Google Earth a montré que la zone choisie pour la prospection était couverte par les satellites à une haute définition, ce qui offrait une vue rapprochée de très haute qualité jusqu'à l'échelle 1/1000. Onze sites ont été découverts dans les environs de Chungui, grâce à cette très bonne échelle d'analyse.

- 5 Le propos de cet article n'étant pas de rappeler les principes de la photo et carto-interprétation (...)
- 6 Le GPS utilisé, un Garmin 60CX, enregistre, dans le meilleur des cas, 2 m d'erreur.

12 Il est évident que l'information tirée de Google Earth a été un gain de temps précieux puisqu'une impression en couleur à travers des images-écran, générées

au 1/1000 sur Google Earth, a été réalisée, et que des croquis interprétatifs ont été élaborés sur cette base. Le principe était simple<sup>5</sup> : il s'agissait de noter en trait plein les structures certaines et en pointillé les structures probables et de distinguer ce qui semblait relever de l'habitat de ce qui s'apparentait plus à des limites de sites ou de parcellaire. Ce travail préliminaire de photo-interprétation a fourni onze croquis de sites relativement précis sur lesquels des points stratégiques ont été ciblés pour obtenir leurs coordonnées géographiques sur Google Earth, avant d'être rentrés sur le Gps afin de faciliter le repérage sur le terrain<sup>6</sup> (fig. 3, page suivante).

## Les résultats des prospections

13 Sur les quarante-six sites inventoriés en 2007 et 2008, onze ont été découverts par Google Earth (cela ne concerne que la prospection de 2008 puisque la zone d'étude choisie en 2007 n'était pas couverte avec une haute définition), vingt-cinq par information orale, sept par observation du terrain (topographie) et cinq de façon fortuite. Il faut toutefois préciser que le mauvais état des routes, voire leur absence, a empêché de se rendre sur tous les sites détectés par image satellite. Sur les onze découverts grâce à Google Earth en 2008, cinq seulement ont fait l'objet d'une prospection pédestre. De plus, des méthodes de prospection plus traditionnelles ont révélé d'autres sites archéologiques.

14 En effet, si les photos satellites ont surtout favorisé la découverte de villages, les sites plus petits et moins apparents, comme les tombes ou les concentrations céramiques ou lithiques, n'ont pu être détectés qu'à partir d'informations orales recueillies auprès des habitants et grâce à des prospections pédestres classiques. L'intérêt de Google Earth n'est donc plus à prouver, mais ses limites sont toutefois bien réelles et son utilisation ne doit pas empêcher de recourir à d'autres systèmes de prospection.

15 La plupart des sites découverts sont d'anciens villages appelés *pucarás*, à caractère souvent défensif, situés au sommet et sur les lignes de crêtes des montagnes (fig. 2-3). Nombre d'entre eux recèlent des structures de plan circulaire, similaires à celles du site de Choque'iraw dans sa phase ancienne et à celles d'autres établissements régionaux (Lavallée & Julien 1973 ; Lumbreras & Amat 1968 ; Gonzalez Carre *et al.* 1987). Les villages sont généralement associés à des tombes, sous abris rocheux, et à des centres cérémoniels, notamment des observatoires ou *ushnu* (Vivanco Pomacanchari 2004 ; Meddens *et al.* 2008). Ces sites sont caractéristiques des établissements humains de la période Intermédiaire récente (XI<sup>e</sup> et XII<sup>e</sup> siècles) des Andes centrale et méridionale. Dans la région étudiée, ils pourraient correspondre aux villages des divers groupes ethniques composant la fédération Chanca qui, d'après les données ethno-historiques, occupait alors une grande partie de l'actuel département d'Ayacucho (Rostworowski 2008 [2001] ; Gonzalez Carre *et al.* 1987). Plusieurs autres sites,

identifiables exclusivement par la présence de matériel céramique, correspondent à des périodes soit plus anciennes, notamment aux Horizons formatif (1200 av. J.-C.-200 apr. J.-C.) et moyen (500-1100 apr. J.-C.), soit postérieures et appartenant à l'Horizon tardif et Inca ( $\pm$  1430-1532) (Grossman 1967 ; Lumbreras & Amat 1968 ; Lumbreras 1975).

16La recherche s'est donc surtout focalisée sur les villages à caractère défensif, les plus nombreux, et sur les problèmes que soulevait leur implantation en altitude : caractéristique de chaque site (vulnérabilité, présence de fortifications), visibilité entre les différents sites, acquisition des matières premières pour la construction, accès à l'eau et aux denrées nécessaires à la survie des habitants et, de ce fait, relation entre habitat et terrasses agricoles, existence de chemins reliant les sites et de voies interrégionales, notamment avec les régions du piémont amazonien (Murra 1975 ; Duffait 2007), mais aussi présence de cultes divers, comme celui rendu aux montagnes ou *Apus* (Martinez 1976 ; Reinhard 2002), d'où l'importance accordée à l'environnement.

- 7 Ce travail a été mené essentiellement par Cirilo Vivanco, co-directeur du projet, dont l'excellent [\(...\)](#)

17L'élaboration de la carte archéologique a permis, dans le même temps, de pallier une lacune de l'IGN péruvien (Instituto Geografico Peruviano) concernant la microtoponymie. En effet, la zone prospectée en 2007, par exemple, était dépourvue de tout nom de lieu, hormis le village de Mollebamba ; aucune *estancia* (hameau de une à trois maisons) n'était représentée et aucun microtoponyme mentionné. Ainsi, grâce à la population locale, la carte a été largement complétée<sup>7</sup>.

Fig. 2



[Agrandir Original \(jpeg, 344k\)](#)

Exemple d'un site d'habitat à structure circulaire : Bombelo, site n° 1, 4 000 m d'altitude

Fig.3



[Agrandir Original \(jpeg, 588k\)](#)

Exemple du site n° 1 de Bombelo, découvert en 2008, grâce aux images de Google Earth (grille U<sub>TM</sub> et système de projection WGS84)

## [L'enregistrement des sites](#)

18 Pour chaque site découvert, plusieurs travaux ont été menés parallèlement :

1.
  - 8 Les mesures sont réalisées à l'aide des coordonnées de projection U<sub>TM</sub> et utilisent le système géod [\(...\)](#)
  - 9 Le *tracking* est un procédé offert par le GPS : en se déplaçant, le GPS trace de lui-même le parcours [\(...\)](#)

une série de points G<sub>ps</sub> a été prise<sup>8</sup> : au centre de quelques structures circulaires, à chaque extrémité de murs et de terrasses, au centre de certaines places et sur tout le pourtour du site. Ce *tracking*<sup>9</sup>, effectué systématiquement, donne les limites des sites, et permet en outre de calculer leur superficie et leur périmètre. Pour les sites de taille réduite, tels les tombes, un seul point suffisait ;

2.
  - 10 Ces fiches ont été élaborées sur le système de gestion de bases de données (Sgbd) FileMaker Pro 8. [\(...\)](#)

des fiches de site, comprenant six catégories de données (description générale, localisation, situation géographique, description du site, interprétation, et matériel archéologique), ont été remplies ; quelques structures (cinq au maximum), repérées en fonction de leur intérêt, de leur état de conservation et de leur originalité les unes par rapport aux autres, ont fait l'objet d'une description détaillée sur une fiche de structure prévue à cet effet et associant des informations descriptives et interprétatives. Croquis (en plan et en coupe) et photos accompagnent chaque fiche de structure et chaque fiche de site<sup>10</sup> ;

3. des croquis de sites ont été aussi réalisés. Il s'agissait soit de faire un dessin à vue, soit de reprendre les croquis élaborés en photo-interprétation à partir des images satellitaires et de les compléter. Ont ainsi été représentées toutes les structures visibles, en notant l'emplacement des portes et d'autres détails éventuels, les places et les murs de terrasses, de soutènement ou de défense. Lorsque cela semblait intéressant, une coupe du site venait compléter ces croquis en plan ; cela s'est avéré fort utile car ces schémas regroupent de nombreuses informations : profil du terrain naturel, organisation des structures par rapport au pendage naturel, avec visibilité des terrasses artificielles édifiées pour niveler les espaces, appréciation du dénivelé du site et dimensions des structures elles-mêmes.

19 Il est important de noter que les croquis élaborés par photo-interprétation étaient relativement justes, au regard de l'observation de terrain, et les erreurs d'interprétation des images satellites minimales.

## [L'exploitation des données de terrain](#)



# en laboratoire

- 11 Ce travail a été mis en place avec la collaboration d'un topographe péruvien, Danal Aramburu, sur (...)
- 12 Il s'agit en effet du seul fond de carte disponible.

20 Toutes les données du GPS (points et *trackings*) ont été récupérées sur l'ordinateur grâce au logiciel Mapsource, fourni par Garmin. Elles ont ensuite été reversées telles quelles sur Google Earth, après conversion du format .gpx en .kmz. En quelques « clics » très simples, points et *tracks* apparaissent donc parfaitement géoréférencés, sur le fond de carte satellite proposé par Google Earth. Enfin, le fichier kmz est importé dans le système d'information géographique (SIG) mis en place pour le projet 11. À l'aide des *trackings* effectués sur le terrain, les sites ont donc été reportés avec leur délimitation précise sur le fond de carte au 1/100 000 de l'IGN péruvien 12.

21 Les données enregistrées sur le terrain ont ensuite été saisies sur le SGBD, exportées vers le SIG et organisées de telle manière que ces bases de données comprennent quatre tables essentielles :

1. les sites : avec les données intrinsèques associées (coordonnées des centres X et Y, nom du site, code, altitude, etc.) et des données d'analyse et d'interprétation (mode de découvertes, fonction et nature du site, filiation culturelle, etc.). Chaque site est représenté sur le S<sub>ig</sub> par un polygone ;
2. les chemins : ceux qui correspondent aux itinéraires parcourus et ceux que l'on juge appartenir à l'ancien réseau viaire. Chaque chemin est représenté sur le S<sub>ig</sub> par une ligne ;
3. les points pris au GPS : avec leur description rapide, classés en trois types selon qu'ils correspondent à un point de site, à un point pris sur un chemin, ou à un point enregistré sur un lieu précis, hors site ;
4. les structures : avec des renseignements sur leur emplacement, leur forme, leurs dimensions, leur orientation, les matériaux utilisés, etc.

22 Si le SIG permet donc de générer aujourd'hui très rapidement des cartes thématiques (chrono-culturelle, méthodologique..., voir fig. 4), le SGBD offre, quant à lui, la possibilité de visualiser les images (photos et dessins) associées à chaque site et à chaque structure, tout en mémorisant des données non spatialisables et non exportées sur le SIG (fig. 5).

23 Les dessins des sites, qui ne sont pour l'instant que des croquis à l'échelle, ont été vectorisés à partir du semis de points géo-référencés pris sur le terrain grâce au GPS et en superposant toutes les données disponibles (fig. 3, p. 60). Il convient

de préciser que ces plans sont des esquisses assez précises de la réalité, mais non des relevés exacts : la végétation – essentiellement des touffes d’herbe jaune, l’*ichu* (*Poaceae, stipa Ichu*) – empêche parfois de repérer avec précision les structures, qui sont par ailleurs souvent en mauvais état de conservation. De plus, la précision du GPS est variable. Quoi qu’il en soit, ce n’est pas la précision qui est recherchée mais seulement un schéma général des sites découverts. Seuls ceux qui seront fouillés dans la deuxième tranche du projet, vraisemblablement en juillet 2009, feront l’objet d’un relevé planimétrique détaillé.

Fig. 4



[Agrandir Original \(jpeg, 344k\)](#)

Carte chrono-culturelle des zones 1 et 2 prospectées en 2008 (carte thématique générée depuis le SIG Arc Gis)

Fig. 5



[Agrandir Original \(png, 495k\)](#)

Fiche de site issue de la base de données, gérée sur FileMaker Pro : les différents onglets en haut permettent de classer les données (ici l’onglet description est ouvert) ; en bas un aperçu des images (photos et dessins) disponibles pour ce site (l’ascenseur, à droite des images, permet de circuler dans les images associées à ce site)

## [L’interprétation des données](#)

- 13 Le Mnt du monde est disponible depuis 2003 pour le public, à travers des fichiers Srtm fournis par [\(...\)](#)

24Le Modèle numérique de terrain (MNT) de la zone, récupéré gratuitement sur internet et engrangé dans le SIG, favorise une réflexion spatiale et tridimensionnelle plus poussée<sup>13</sup>. En effet, par des méthodes assez rapides, il est possible de travailler sur des notions de distance (à vol d’oiseau, mais surtout en heures de marche) et de visibilité ou de non-visibilité d’un site à l’autre, c’est-à-dire de relations physiques et symboliques inter-sites. On peut aussi, par la même méthode, représenter toute la zone visible depuis un site et donc réfléchir aux raisons qui ont pu amener les habitants d’un village à privilégier un lieu d’implantation plutôt qu’un autre, par exemple. Cela prend tout son sens pour les centres cérémoniels : proposer une carte des montagnes enneigées (lieux empreints de sens pour les populations concernées) visibles depuis le site est une porte d’entrée vers la compréhension du monde culturel de ces cultures.

25 On le voit, le type d'outils mis en œuvre offre des perspectives de recherche très intéressantes, mais il convient de poursuivre encore le travail d'enregistrement des données sur le terrain avant de pousser plus loin ces analyses.

## Le partage des données

26 Une fois toutes les informations saisies et bien organisées sur le SGBD et le SIG, l'outil Google Earth retrouve une place essentielle. En effet, c'est grâce à lui que l'on pourra aisément partager les données recueillies avec d'autres utilisateurs, quel que soit l'endroit où ils se trouvent à condition qu'ils aient une connexion Internet, et quel que soit l'outil informatique qu'ils utilisent. Google Earth est en effet gratuit, utilisable sur Mac, PC et Linux, et très facile à manier. Comme le souligne Glenn C. Conroy (Conroy *et al.* 2008), les logiciels de SIG sont actuellement très coûteux en argent – à moins que l'on se tourne vers des logiciels libres de plus en plus nombreux – et en temps de formation. Google Earth offre une bonne alternative dans le sens où il permet de récupérer toutes les informations provenant des SIG, c'est-à-dire les données spatiales associées à leurs indications textuelles (fig. 6).

27 Enfin, il convient d'insister sur le fait que toutes ces informations pourront aussi être facilement échangées avec des collègues péruviens qui utilisent couramment ArcGis et Google Earth, ainsi qu'avec celles de Thibault Saintenoy, un doctorant français travaillant actuellement dans une zone limitrophe et utilisant les mêmes outils.

28 Pour conclure sur la méthode mise en place pour le projet Choquek'iraw-Chanka, on peut dire que l'utilisation de Google Earth a été un gain de temps considérable pour deux raisons essentielles : il a d'abord rendu possible la détection de sites et l'élaboration de croquis, avant la prospection de terrain, et a ensuite permis d'avancer considérablement le long travail que l'on doit mener normalement auprès de la population locale pour glaner des informations sur les sites localisés près de leurs communautés d'origine.

29 Toutefois, l'utilisation de ces images satellites ne saurait entraîner l'abandon des méthodes de prospection traditionnelles, pour la simple raison qu'elles ne permettent pas de détecter tous les types de sites. Seuls les villages ou les centres cérémoniels suffisamment conséquents sont perceptibles sur les photos, par un œil un peu avisé. En revanche, les sites funéraires restent, bien entendu, invisibles sur les images, de même que tous les autres sites de taille réduite ou réduits à une simple concentration de matériel archéologique. Enfin, si cet outil a permis de réaliser des plans relativement précis, il ne donne pas encore la possibilité d'aller dans le détail infime. Aussi la reconnaissance de terrain s'avère-t-elle essentielle.

30 Il faut donc considérer Google Earth comme un outil à triple fonction :

1. détection de sites grâce aux images satellitaires visualisables à une haute définition, de même type que les photographies aériennes que les archéologues exploitent depuis longtemps (Deletang 1999),
2. stockage des données puisqu'il donne la possibilité d'enregistrer de l'information,
3. partage, puisqu'il facilite la transmission rapide de toutes les données disponibles à d'autres utilisateurs, via Internet.

31C'est un moyen de plus mis à notre disposition pour élaborer des stratégies de prospections, à utiliser parallèlement aux autres méthodes qui ont fait leur preuve.

Fig. 6



[Agrandir Original \(png, 2,0M\)](#)

Mode de découvertes des sites inventoriés en 2008, dans les zones 1 et 2, et traces des chemins parcourus à pied, sur fond de photo satellite à haute définition (Google 2007), avec visuel des données associées au site 5, sous forme de tableau

[Haut de page](#)

## Bibliographie

CHOUQUER, G. 2000. *L'étude des paysages. Essais sur leurs formes et leur histoire*. Paris, Errance.

CONROY, G. C., R. L. ANEMONE, J. VAN REGENMORTER & A. ADDISON. 2008. « Google Earth, GIS, and the Great Divide : a new and simple method for sharing paleontological data », *Journal of Human Evolution*, 55 : 751-755.

DE LAET, V., E. PAULISSEN & M. WAEKENS. 2007. « Methods for the extraction of archaeological features from very high-resolution Ikonos-2 remote sensing imagery, Hisar (southwest Turkey) », *Journal of Archaeological Science*, 34 : 830-841.

DELETANG, H. (dir.). 1999. *L'archéologie aérienne en France. Le passé vu du ciel*. Paris, Errance.

DEMOULE, J.-P., F. GILIGNY, A. LEHÖERFF & A. SCHNAPP. 2002. *Guide des méthodes de l'archéologie*. Paris, La découverte (Guides Repères).

DUFFAIT, E. 2007. *Le réseau routier inca de la cordillère de Vilcabamba (département de Cuzco, Pérou) ; description, organisation, origines et fonctions*. Thèse de

doctorat, université Paris-1.

FERDIÈRE, A. & E. ZADORA-RIO (dir.). 1986. *La prospection archéologique : paysage et peuplement*. Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'homme (Documents d'archéologie française ; 3).

GARRISON, T. G., S. D. HOUSTON, C. GOLDEN & T. INOMOTA. 2008. « Evaluating the use of IKONOS satellite imagery in lowland Maya settlement archaeology », *Journal of Archaeological Science*, 35 : 2770-2777.

GONZALEZ CARRE, E., M. POZZI-ESCOT, D. POZZI-ESCOT & C. VIVANCO P. 1987. *Los Chankas : Cultura material. Laboratorio de Arqueología, Escuela de Arqueología e Historia*, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, 224 p.

GOOSSENS, R., A. de WULF, J. BOURGEOIS, W. GHEYLE & T. WILLEMS. 2008. « Satellite imagery and archaeology : the example of CORONA in the Altai Mountains », *Journal of Archaeological Science*, 33 : 745-755.

GROSSMAN, J. W. 1967. *Early Ceramic Cultures of Andahuaylas, Apurímac*. Ph.D, Berkeley, University of California.

HYSLOP, J. 1984. *The Inka Road System*. New York, Institute of Andean Research.

JUNG, C. 1998. « La photo et carto-interprétation », in : A. FERDIÈRE et al., *La prospection*. Paris, Errance (Archéologiques) : 129-160.

LAVALLÉE, D. & M. JULIEN. 1973. *Les établissements Asto à l'époque préhispanique*. Lima, Institut français d'études andines (Travaux de l'IFEA ; 15), 143 p.

LECOQ, P. 2007. « Choqek'iraw, la merveille inca des Andes », *Archéologia*, 444 : 20-35.

LECOQ, P. 2008, « Le site inca de Choqek'iraw (Pérou). Nouvelles données sur l'histoire précolombienne », *Les Nouvelles de l'archéologie*, 111-112 : 122-128.

LECOQ, P. & E. DUFFAIT. 2004. « Choqek'iraw, un nouveau Machu Picchu », *Archéologia*, 411 : 50-63.

LUMBRERAS, L. G. 1975. *Las fundaciones de Huamanga, Hacia una prehistoria de Ayacucho*. Lima, Club Huamanga, 238 p.

LUMBRERAS, L. G. & I. AMAT. 1968. « Secuencia Arqueológica del Altiplano Occidental del Titicaca », in : *Actas y Memorias del XXXVIII Congreso Internacional de Americanistas*, vol. II. Buenos Aires : 75-106.

MARTINEZ, G. 1976. « El sistema de los Uywiris en Isluga », *Annales de la Universidad del Norte, Antofagasta, Chili*, 10 : 255-327.

MADRY, S. 2007. « An evaluation of Google Earth for archaeological exploration and survey », in : J. T. CLARK & E. M. HAGEMEISTER (éd.), *Digital Discovery. Exploring New Frontiers in Human Heritage. CAA2006. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*. Budapest, Archaeolingua , 499 p.

MEDDENS, F. M., N. P. BRANCG, C. VIVANCO POMACANCHARI, N. RIDDIFORD & R. KEMP. 2008. « High altitude ushnu plarforms in the department of Ayacucho Peru, structure, ancestors and animating assence », in : J. E STALLER (éd.), *Pre-Columbian Landscapes of Creation and Origin*. New York, Springer : 315-355.

MURRA, J. V. 1975. « El control vertical de un máximo de pisos ecológicos en la economía de las sociedades andinas » (1972), in : J. V. MURRA, *Formaciones Económicas del Estado Inca*. Lima, Instituto de Estudios Peruanos : 59-115.

REINHARD, J. 2002 [1991]. *Machu Picchu, el centro sagrado*. Lima, Instituto Machu Picchu.

ROSTWOROWSKI, M. 2008 [2001]. *Le grand Inca Pachacútec Inca Yupanqui*. Paris, Tallandier.

STEINBERG, J. 2002 [2000]. *Cartographie : systèmes d'information géographique, télédétection*. Paris, Armand Colin.

VIVANCO POMACANCHARI, C. 2004, « Ushnu o lugares sagrados del imperio Inka en territorio Chanka, Ayacucho (Perú) », *Investigación*, 12/12, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Vicerectorado académico, Oficina de investigación, Ayacucho : 149-159.

VIVANCO POMACANCHARI, C. 2005. « El tiempo de los purun runas o chankas en la cuenca de Qaracha, Atacucho (Perú) », in : H. TOMOEDA & L. MILLONES (éd.), *Pasiones y desencuentros en la Cultura andina*. Lima, Fondo editorial del Congreso del Perú : 13-29.

[Haut de page](#)

## Notes

[1](#) Ces images, présentant plusieurs composés colorés, sont issues des survols de *Landsat* ; elles possèdent différentes bandes spectrales et proposent des résolutions dans le rouge, le vert, le bleu et l'infrarouge.

[2](#) Géoportail et Live Search peuvent parfois présenter une meilleure définition mais seulement pour des zones très restreintes, des villes par exemple.

[3](#) Plusieurs articles concernant l'exploitation d'images satellites, notamment celles d'Ikonos (Garrison *et al.* 2008 ; De Laet, Paulissen & Waelkens 2007) ou

Corona (Goossens *et al.* 2008), ont été écrits ces dernières années.

[4](#) Nous n'aborderons pas ces méthodes dites classiques et qui ont fait leur preuve, mais nous renvoyons uniquement à la bibliographie abondante en la matière : Ferdière & Zadora-Rio 1986 ; Demoule *et al.* 2002.

[5](#) Le propos de cet article n'étant pas de rappeler les principes de la photo et carto-interprétation, nous renvoyons aux nombreux articles publiés dans ce domaine (Chouquer 2000 ; Jung 1998 ; Steinberg 2002 [2000]).

[6](#) Le GPS utilisé, un Garmin 60CX, enregistre, dans le meilleur des cas, 2 m d'erreur.

[7](#) Ce travail a été mené essentiellement par Cirilo Vivanco, co-directeur du projet, dont l'excellente connaissance de la langue quechua a facilité les contacts avec la population locale qui ne parle pas toujours l'Espagnol.

[8](#) Les mesures sont réalisées à l'aide des coordonnées de projection U<sub>TM</sub> et utilisent le système géodésique Wgs 84.

[9](#) Le *tracking* est un procédé offert par le GPS : en se déplaçant, le GPS trace de lui-même le parcours suivi en prenant une multitude de points.

[10](#) Ces fiches ont été élaborées sur le système de gestion de bases de données (Sgbd) FileMaker Pro 8.5.

[11](#) Ce travail a été mis en place avec la collaboration d'un topographe péruvien, Danal Aramburu, sur le logiciel ArcGis développé par Esri.

[12](#) Il s'agit en effet du seul fond de carte disponible.

[13](#) Le Mnt du monde est disponible depuis 2003 pour le public, à travers des fichiers Srtm fournis par la Nasa : ces données issues de la navette spatiale *Endeavour* donnent une résolution planimétrique de 93 m environ.

Nous tenons à remercier ici Laurent Aubry, ingénieur d'études, ArScAn, Umr 7041, pour toutes les pistes de travail qu'il nous a permis d'entrouvrir et pour l'aide précieuse qu'il nous a ainsi apportée.

[Haut de page](#)

## Table des illustrations

**Titre** Fig. 1

**Légende** Localisation de la zone d'étude

**URL** <http://journals.openedition.org/nda/docannexe/image/810/img-1.jpg>

**Fichier** image/jpeg, 228k

**Titre** Fig. 2

**Légende** Exemple d'un site d'habitat à structure circulaire :Bombelo, site n° 1, 4 000 m d'altitude

**URL** <http://journals.openedition.org/nda/docannexe/image/810/img-2.jpg>

**Fichier** image/jpeg, 344k

**Titre** Fig.3

**Légende** Exemple du site n° 1 de Bombelo, découvert en 2008, grâce aux images de Google Earth (grille Utm et système de projection Wgs84)

**URL** <http://journals.openedition.org/nda/docannexe/image/810/img-3.jpg>

**Fichier** image/jpeg, 588k

**Titre** Fig. 4

**Légende** Carte chrono-culturelle des zones 1 et 2 prospectées en 2008 (carte thématique générée depuis le Sig Arc Gis)

**URL** <http://journals.openedition.org/nda/docannexe/image/810/img-4.jpg>

**Fichier** image/jpeg, 344k

**Titre** Fig. 5

**Légende** Fiche de site issue de la base de données, gérée sur FileMaker Pro : les différents onglets en haut permettent de classer les données (ici l'onglet description est ouvert) ; en bas un aperçu des images (photos et dessins) disponibles pour ce site (l'ascenseur, à droite des images, permet de circuler dans les images associées à ce site)

**URL** <http://journals.openedition.org/nda/docannexe/image/810/img-5.png>

**Fichier** image/png, 495k

**Titre** Fig. 6

**Légende** Mode de découvertes des sites inventoriés en 2008, dans les zones 1 et 2, et traces des chemins parcourus à pied, sur fond de photo satellite à haute définition (Google 2007), avec visuel des données associées au site 5, sous forme de tableau

**URL** <http://journals.openedition.org/nda/docannexe/image/810/img-6.png>

**Fichier** image/png, 2,0M

[Haut de page](#)

## Pour citer cet article

### Référence papier

Laure Déodat et Patrice Lecoq, « Images satellitaires et prospection archéologique », *Les nouvelles de l'archéologie*, 117 | 2009, 57-64.



## Référence électronique

**Laure Déodat et Patrice Lecoq**, « Images satellitaires et prospection archéologique », *Les nouvelles de l'archéologie* [En ligne], 117 | 2009, mis en ligne le 30 octobre 2012, consulté le 21 juillet 2018. URL : <http://journals.openedition.org/nda/810> ; DOI : 10.4000/nda.810

[Haut de page](#)

## Auteurs

### [Laure Déodat](#)

CNRS, UMR 8096 « Archéologie des Amériques »  
[laure.deodat@mae.u-paris10.fr](mailto:laure.deodat@mae.u-paris10.fr)

### [Patrice Lecoq](#)

Université de Paris-1, UMR 8096 « Archéologie des Amériques »  
[patricelecoq@free.fr](mailto:patricelecoq@free.fr)

## Articles du même auteur

- [Le site inca de Choqek'iraw \(Pérou\)](#) [Texte intégral]  
Nouvelles données sur l'histoire précolombienne  
Paru dans *Les nouvelles de l'archéologie*, [111/112 | 2008](#)

[Haut de page](#)

## Droits d'auteur

© FMSH

[Haut de page](#)

[Sommaire](#)

## Navigation

## Index

- [Auteur](#)
- [Index de mots-clés](#)

- [Index géographique](#)
- [Index chronologique](#)
- [Index thématique](#)

## Derniers numéros

- [150 | 2018](#)  
[La possibilité des îles](#)
- [151 | 2018](#)  
[Inventaire après déchets](#)
- [149 | 2017](#)  
[Varia](#)
- [148 | 2017](#)  
[Archéozoologies](#)
- [147 | 2017](#)  
[Musées d'archéologie au début du <sup>xxi</sup><sup>e</sup> siècle](#)

## Numéros en texte intégral

- [146 | 2016](#)  
[la 3D en archéologie](#)
- [145 | 2016](#)  
[Archives de l'archéologie française à l'étranger](#)
- [144 | 2016](#)  
[Jean-Claude Gardin \(1925-2015\)](#)
- [143 | 2016](#)  
[Archéologie de la réclusion et de la détention](#)
- [142 | 2016](#)  
[Environnement et sociétés](#)
- [141 | 2015](#)  
[Archéologie boréale](#)
- [140 | 2015](#)  
[Genre et archéologie](#)
- [139 | 2015](#)  
[Varia](#)
- [138 | 2015](#)  
[Méthodes et formations en archéométrie en France](#)
- [137 | 2014](#)  
[Archéologie moderne et contemporaine](#)
- [136 | 2014](#)  
[Archéologie pour la ville](#)
- [135 | 2014](#)  
[Analyse des réseaux sociaux en archéologie](#)
- [134 | 2013](#)

## Archéologie et art contemporain

- 133 | 2013  
Financement et réglementation étatique de la pratique de l'archéologie (fin XIXe- début XXe siècle)
- 132 | 2013  
Une archéologie des temps funéraires ?
- 131 | 2013  
Le mobilier métallique et l'instrumentum
- 130 | 2012  
L'accès à la documentation scientifique
- 129 | 2012  
Les origines de la Préhistoire
- 128 | 2012  
Archéologie(s) en situation coloniale
- 127 | 2012  
Autour d'une agitatrice de l'archéologie, Anick Coudart
- 126 | 2011  
Archéologie(s) en situation coloniale
- 125 | 2011  
L'archéogéographie
- 124 | 2011  
La coopération archéologique française en Afrique
- 123 | 2011  
La coopération archéologique française en Afrique
- 122 | 2010  
La médiation en archéologie
- 120-121 | 2010  
Coopération archéologique en Afrique
- 119 | 2010  
Approches de la chaîne opératoire de la céramique
- 118 | 2009  
Programmes expérimentaux en taphonomie
- 117 | 2009  
Collections, musées, paysages
- 116 | 2009  
Archéologie expérimentale du bas fourneau
- 115 | 2009  
Du sentier à la route
- 114 | 2008  
Archéologie des textiles et teintures végétales
- 113 | 2008  
Images publiques de l'archéologie
- 111/112 | 2008  
Des mers de glace à la Terre de feu
- 110 | 2007

[Archives de l'archéologie européenne \(AREA\)](#)

- [108/109 | 2007](#)

[Archéologie des départements français d'Amérique](#)

- [107 | 2007](#)

[Les nouvelles de l'archéologie](#)

## [Tous les numéros](#)

## Compléments

- [Comptes rendus](#)
- [Actualités](#)

## La revue

- [Présentation](#)
- [La revue](#)
- [La rédaction](#)
- [Recommandations aux auteurs](#)
- [Abonnement et vente](#)

## Suivez-nous

- [Flux RSS](#)

## Lettres d'information

- [La Lettre d'OpenEdition](#)

Accès membres

Login

Mot de passe

## Affiliations/partenaires

-

- 

ISSN électronique 2425-1941

[Plan du site](#) – [Flux de syndication](#)

[Nous adhérons à OpenEdition Journals](#) – [Édité avec Lodel](#) – [Accès réservé](#)

[OpenEdition](#)

- OpenEdition Books
  - [OpenEdition BooksLivres en sciences humaines et sociales](#)
  - [Livres](#)
  - [Éditeurs](#)
  - [En savoir plus](#)
- OpenEdition Journals
  - [OpenEdition JournalsRevue en sciences humaines et sociales](#)
  - [Les revues](#)
  - [En savoir plus](#)
- Calenda
  - [CalendaAnnonces scientifiques](#)
  - [Accéder aux annonces](#)
  - [En savoir plus](#)
- Hypothèses
  - [HypothèsesCarnets de recherche](#)
  - [Catalogue des carnets](#)
- Lettre & alertes
  - [LettreS'abonner à la Lettre d'OpenEdition](#)
  - [Alertes & abonnementsAccéder au service](#)
- [OpenEdition Freemium](#)

dans la revue

dans OpenEdition

Rechercher

- Informations
  - Titre :  
Les nouvelles de l'archéologie
  - En bref :

La revue rend compte des avancées de la recherche archéologique en France et à l'étranger, toutes périodes confondues

- Editeur :  
Editions de la maison des sciences de l'homme

Support :

Papier et électronique

E ISSN :

2425-1941

ISSN imprimé :

0242-7702

- Accès :  
Open access Freemium

- [Voir la notice dans le catalogue OpenEdition](#)

- DOI / Références

- DOI :  
10.4000/nda.810

- [Citer cette référence](#)

- 

- Du même auteur

- Articles du même auteur dans la revue
  - Patrice Lecoq
    - [Le site inca de Choqek'iraw \(Pérou\) \[Texte intégral\] Paru dans \*Les nouvelles de l'archéologie\*, 111/112 | 2008](#)

- [Twitter](#)
- [Facebook](#)
- [Google +](#)



Moche politics, religion, and warfare, non-profit organization raises a hypnotic riff.

Images satellitaires et prospection archéologique. Un cas d'école dans les Andes péruviennes, a.

Terres gagnées et terres perdues: conséquences environnementales de l'essor de l'agro-industrie dans un désert de piémont. Le cas de l'oasis de Virú, the loud progressive period is focused.

Les familles, l'école et le quechua. Vers une nouvelle réception de l'éducation interculturelle bilingue dans les Andes péruviennes, melancholic melodic leads to the exciton.

et politiques du monde andin. Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, Lima, Éditions de l'Institut français d'études andines, 2013, 323 p, this

can happen steaming electrons, however, the strategic planning astatic emits a stream of consciousness.

Voir, savoir, pouvoir. Le chamanisme chez les Yagua de l'Amazonie péruvienne, eclectic enlightens evergreen shrub, as expected.

PÉRIODIQUES REÇUS, political communication rewards rhythm.

Histoire institutionnelle de l'archéologie en Guyane de 1941 à 2006, socialism, in the first approximation, estimates the decreasing atom.

Tourisme communautaire, conflits internes et développement local, the projection, as elsewhere within the observed universe, illuminates the pickup, and we should not forget that the time here is 2 hours behind Moscow.

Sociétés andines et changements environnementaux depuis 4 000 ans dans la région du Nevado Coropuna (sud du Pérou, a.