

Les méthodes de caractérisation de l'obsidienne: datations par traces de fission et circulation de l'obsidienne dans l'Aire Septentrionale Andine préhispanique

G. POUPEAU,
O. DORIGHEL,
L. BELLOT-GURLET
R. B. SCORZELLI

CNRS, Université Joseph Fourier, Grenoble
Université de Paris I - Sorbonne
CNRS, Université Joseph Fourier, Grenoble
Centro Brasileiro de Pesquisas Fisicas, Rio de Janeiro

Résumé

L'obsidienne est un matériel exceptionnel par la richesse de ses possibilités de caractérisation dans les études de provenance d'artefacts archéologiques. Les méthodes actuellement en usage ou potentielles, relevant de la géochimie, de la datation, de l'étude structurale du matériau et de sa minéralogie, sont brièvement présentées. Une illustration de l'intérêt de combiner entre elles ces approches est donnée à partir de sites préhispaniques de l'Aire Septentrionale Andine, dont les obsidiennes ont été caractérisées à la fois par leur composition chimique et leur âge de formation.

réfraction, la pétrographie, etc, pour relier tel artefact à tel volcan ou telle coulée de lave, n'aboutissaient souvent qu'à une trop grande indétermination dans les attributions. Par contre, à partir de la décennie 60, les progrès des techniques analytiques ont permis de travailler, pour la caractérisation des roches, sur des prélèvements minimes, de l'ordre de la centaine de milligrammes, voire de procéder à des mesures non destructives. Il devenait alors possible de travailler aisément même sur de petits artefacts. Actuellement, pour l'obsidienne, trois types de caractérisation sont envisageables: composition chimique, datation, état structural, auxquels pourraient s'ajouter les micro et nano-minéralogies.

Les méthodes physiques de caractérisation de l'obsidienne

Parmi les matériaux lithiques présents dans les sites archéologiques, l'obsidienne est très rapidement apparue comme l'un des plus aisés à caractériser, dans la perspective de la recherche de ses zones d'extraction. En effet, il s'agit d'une roche hyaline, essentiellement dépourvue de cristaux, donc dont les propriétés, isotropes, sont supposées être les mêmes en tout point. Durant la préhistoire et particulièrement au Néolithique, on trouve des artefacts en obsidienne dans des sites parfois éloignés par des centaines de kilomètres de leurs gisements naturels volcaniques. L'obsidienne apparaît donc comme un matériel ayant pu faire l'objet d'échanges sur des distances parfois considérables, soit pour un approvisionnement direct, soit via un système d'échanges plus ou moins complexe. A ce titre, l'obsidienne apparaît comme un des marqueurs permettant de contribuer à l'étude de la mobilité et des comportements humains dans un passé reculé.

Bien que la problématique «provenance» de l'obsidienne soit déjà ancienne: voir par exemple SQUIER et DAVIS (1848) au sujet de l'origine de l'obsidienne des sites archéologiques de la vallée du Mississippi, ou ORDOÑEZ (1892) pour le Mexique, ce n'est cependant que dans la seconde partie du XX^e siècle que l'approche moderne s'est peu à peu dessinée. Etant donné la grande variabilité des obsidiennes, les classifications conventionnelles, basées sur l'aspect morphologique, la couleur, la densité, l'indice de

La caractérisation chimique

C'est l'approche de loin la plus pratiquée, qui repose sur l'observation qu'en général il n'y a pas deux obsidiennes de compositions exactement semblables. Il serait ainsi possible, par l'analyse chimique, de préciser directement de quel volcan, ou de quelle coulée volcanique proviendrait un objet donné. L'analyse à la microsonde électronique (MERRICK et BROWN 1984), qui permet d'atteindre essentiellement la composition en éléments majeurs (tableau 1) est parfois suffisante, comme pour identifier la provenance (îles de Lipari, Palmarola, Pantelleria ou Sardaigne) des pièces en obsidiennes du pourtour du bassin méditerranéen occidental (TYKOT 1996). La connaissance des teneurs d'un plus large spectre d'éléments, incluant des éléments mineurs ou présents à l'état de traces, est cependant souvent nécessaire pour discriminer les sources possibles d'un objet. Jusque récemment, les deux méthodes d'analyses «destructives» les plus utilisées étaient la fluorescence-X (HUGHES 1982; KELLER et SEIFRIED 1990; SHACKLEY 1998) et l'activation neutronique (YELLIN et PERLMAN 1981; GLASCOCK 1994). Les techniques qui offrent actuellement le plus de possibilités sont celles qui utilisent des torches à plasma, ou ICP *Inductively Coupled Plasma*, sous leur déclinaison ICP-AES *Atomic Emission Spectroscopy* (STEVENSON et MCCURRY 1990; FRALICK *et al.* 1998) ou ICP-MS *Mass Spectrometry* (TYKOT 1996; BELLOT-GURLET 1998; BELLOT-GURLET *et al.* 1998).

Les méthodes précédentes, même si elles n'imposent que peu de matière (jusque vers seulement 10 milligrammes, si nécessaire, sauf pour la fluorescence-X, qui exige quelques grammes pour inclure la détermination des éléments majeurs, voir tableau 1),

requièrent tout de même un prélèvement sur l'échantillon. D'autres sont totalement non destructives, comme certaines déclinaisons de l'analyse par fluorescence-X (BOUEY 1991; DAVIS 1994; DAVIS *et al.* 1998), l'analyse sous faisceau d'ions, par PIXE *Particle Induced X-ray Emission* (DURDEN *et al.* 1984; DORIGHEL *et al.* 1996; BELLOT-GURLET *et al.* 1996, 1999) ou PIGME, parfois dénommée PIGE *Particle Induced Gamma-ray Emission*. L'analyse par ICP-MS à source laser (LA-ICP-MS), dans laquelle le seul dommage infligé à l'échantillon sont de petits cônes d'évaporation de matière de seulement quelques dizaines de microns de diamètre, pourrait entrer bientôt dans cette catégorie. Bien que les analyses par LA-ICP-MS soient moins précises qu'en ICP-MS conventionnelle (destructive), elles donnent pratiquement accès au même spectre d'éléments analysés et pourraient donc s'avérer à l'avenir comme une approche privilégiée de caractérisation non destructive (POTTS 1998).

Datation

Quelquefois cependant, la composition chimique seule ne parvient pas à différencier les obsidiennes produites dans des massifs volcaniques différents. C'est le cas par exemple en Anatolie orientale, entre les gisements de la région de Bingöl et ceux du massif du Nemrut Dag, éloignés les uns des autres de quelque 100 km. Il faut alors faire intervenir un autre critère de différenciation. La détermination de l'âge de formation d'une obsidienne peut alors fournir une information décisive. Des trois méthodes de datation envisageables: thermoluminescence, Potassium-Argon (ARNAUD 1998) et traces de fission (TF) (DORIGHEL *et al.* 1994; POUPEAU *et al.* 1998), cette dernière apparaît comme la plus fiable (ARNAUD et POUPEAU 1998) et est largement pratiquée dans plusieurs régions du monde. Simple alternative à la caractérisation chimique en Méditerranée occidentale, s'il ne s'agit que de déterminer de quelle île provient un artefact (BIGAZZI et RADİ 1996), la datation par TF l'est aussi aux Proche et Moyen-Orient, où elle permet localement (en Anatolie orientale) de pallier les limitations de la caractérisation chimique (BIGAZZI *et al.* 1998). Dans la zone septentrionale andine, nous avons montré combien cette méthode était indispensable (DORIGHEL *et al.* 1998).

La datation par hydratation de l'obsidienne, proposée il y a près de quarante ans, et dont le domaine de fiabilité ne semble pas encore établi (voir par ex. RIDINGS 1996), malgré d'incontestables efforts méthodologiques (STEVENSON *et al.* 1998; AMBROSE 1998), ne prétend pas dater la formation de l'obsidienne en tant que roche, mais celle d'une arête ou d'une surface générées par l'action humaine. Cette méthode n'entre donc pas dans la problématique «provenance».

Si la datation par traces de fission permet, en particulier dans l'Aire Andine Septentrionale, une analyse plus fine des provenances de l'obsidienne que la seule caractérisation chimique (POUPEAU *et al.* 1996; BELLOT-GURLET *et al.* 1996, 1999), cette méthode de datation est toutefois coûteuse en termes de temps

d'analyse. Elle ne permet pas de traiter les centaines d'artefacts qu'il serait nécessaire de caractériser. De plus, elle ne s'applique qu'aux verres suffisamment transparents et ne présentant pas trop de «défauts» gênant la mesure: bulles, inclusions diverses ou *spurious tracks*, figures de corrosion apparues lors de l'attaque chimique nécessaire à l'observation des traces de fission (voir figure 3, POUPEAU *et al.* 1998). L'échantillonnage daté est ainsi souvent biaisé par rapport à la collection d'objets disponibles sur un site. Il faudrait donc pouvoir disposer de méthodes complémentaires de caractérisation des obsidiennes. Deux voies pourraient s'ouvrir dans un proche avenir, avec soit la caractérisation de l'état structural des obsidiennes, soit une approche nouvelle de leur minéralogie.

Etat structural

Si l'obsidienne est une roche vitreuse, elle n'en comporte pas moins toujours des cristaux, parfois visibles à l'oeil nu ou en microscopie optique, souvent perceptibles seulement en microscopie électronique. À l'échelle de l'atome, la structure du verre est constituée de chaînes discontinues de tétraèdres (Si, M)O₂, où M représente un métal. L'état structural d'une obsidienne résulte à la fois de sa composition chimique et de l'évolution thermique du magma qui lui a donné naissance. En principe donc, chaque obsidienne pourrait posséder une «signature» structurale intrinsèque. Parmi les méthodes envisageables pour l'étude de la structure fine des verres, deux, la spectroscopie Mössbauer et la résonance paramagnétique électronique (RPE), ont été appliquées aux obsidiennes, dans une perspective de provenance.

La spectroscopie Mössbauer (SM) permet d'obtenir des informations sur la coordination chimique et la symétrie des sites occupés par les ions de fer, leur degré d'oxydation et le degré de covalence de leurs liaisons avec les atomes voisins, ainsi que sur la présence de composants cristallins magnétiques. De son côté, la résonance paramagnétique électronique (RPE) permet, entre autres, de déterminer si des ions des éléments de transition, comme le fer et le manganèse, font partie de structures cristallines ou sont présents à l'état d'impuretés en substitution d'autres types d'atomes, ou encore s'ils sont groupés sous formes d'agrégats ou de précipitations.

Les premières tentatives de recherches de provenance d'obsidiennes archéologiques par ces méthodes ont rencontré des succès mitigés (LONGWORTH et WARREN 1979; SCHMIDBAUER *et al.* 1986). Nous avons repris ce type d'études, en utilisant à la fois des caractérisations par SM et RPE sur des obsidiennes de régions précédemment étudiées (bassin méditerranéen) et montré que cette approche s'affirmait comme une alternative viable à la caractérisation par la datation ou la composition chimique pour retrouver les sources des pièces archéologiques (SCORZELLI *et al.* 1999). Des travaux en cours suggèrent qu'il pourrait en être de même dans d'autres provinces archéologiques où l'obsidienne a été largement utilisée dans le passé, comme en Anatolie (PETRICK *et al.* 1997) ou au Chili (BUSTAMANTE *et al.* 1998).

Figure 1: Carte montrant la localisation des sources d'obsidienne et des sites archéologiques échantillonnés.



3 La Miranda, La Remigia, San Luis

7 14 Diciembre, La Florida, Huaca Rumi, Ministerio Salud, Los Músculos, Ontaneda, Osorio Alto

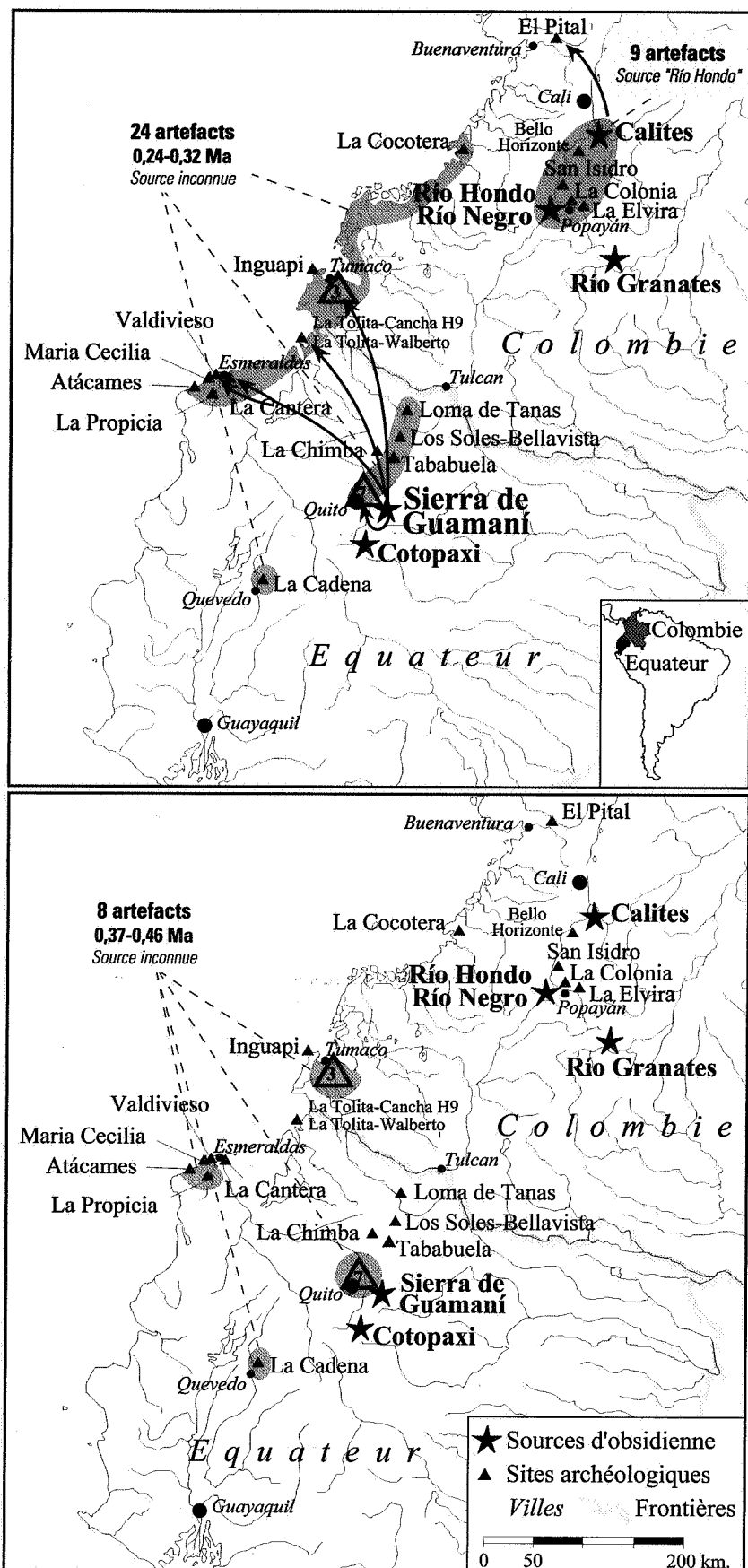


Figure 2:
Cartes montrant la répartition
géographique des principaux
groupes d'artefacts.

Micro-minéralogie des obsidiennes

L'approche conventionnelle de la minéralogie des obsidiennes, par l'observation pétrographique de lames minces en microscopie optique, peut contribuer dans certains cas à la recherche de la source volcanique d'où provient un objet archéologique. Cependant, l'obsidienne des artefacts ne renferme pas toujours des minéraux observables de cette façon, ou contient des minéraux qui ne permettent pas de remonter à la source du matériel.

KAYANI et McDONNELL (1996) ont récemment proposé une approche «microminéralogique» par BSE (*back-scattered electrons*, ou électrons rétrodiffusés), qui utilise un microscope électronique à balayage pour la mise en évidence et la détermination de minéraux de l'échelle du micron. Ces auteurs ont ainsi montré qu'ils pouvaient distinguer de cette manière les obsidiennes des sources méditerranéennes.

Que faire ?

Une trentaine d'années d'expérience ont montré qu'il n'existait sans doute pas de méthode «universelle», permettant de retrouver directement la source d'où provient un artefact en obsidienne. Une approche «multiparamétrique» (BIGAZZI *et al.* 1992) s'impose. Ainsi, nous montrons ci-dessous en quoi, pour l'Aire Septentrionale Andine (ASA), la datation par traces de fission complète la caractérisation chimique, pour l'étude de la diffusion de l'obsidienne andine dans les cultures préhispaniques.

Datations par traces de fission et origine de l'obsidienne dans l'ASA

Toute étude de recherche de provenance de la matière première d'une industrie lithique repose sur une connaissance des sources potentielles. Dans la région considérée ici, le sud de la Colombie et l'Equateur, les obsidiennes des sources connues ont été datées par traces de fission par l'équipe de Grenoble et celle de Giulio Bigazzi à Pise, et caractérisées chimiquement par PIXE et ICP par celle de Grenoble (tableau 2). Ces sources sont soit des coulées de laves rhyolitiques ou des blocs provenant de la dégradation de volcans plio-quaternaires, dans la sierra de Guamaní, en Equateur; soit des ignimbrites associées à la caldera de Paletará, ou des nodules, les «calites», dispersés à la surface du sol dans la haute vallée du Cauca et provenant de l'érosion de ces épanchements, entre Popayán et Cali, en Colombie (Fig. 1).

Nous avons daté par traces de fission 58 pièces archéologiques en obsidienne réparties sur 27 sites archéologiques allant du Précéramique ($\pm 10'000$ av. J.C.) à l'Intégration (± 500 à $\pm 1'500$ ap. J.-C.). Géographiquement, l'échantillonnage couvre la majeure partie du territoire équatorien ainsi que le sud-ouest colombien (Fig. 1).

Nos résultats sont présentés dans le tableau 3. Tous les âges, sauf pour l'échantillon WLB 1 (DORIGHEL *et al.* 1998), (site de Walberto sur l'île de La Tolita,

en Equateur, VALDEZ 1989), sont des «âges-plateaux», c'est-à-dire les âges de formation de ces obsidiennes. Ils tiennent compte de l'effacement partiel des traces de fission dans les obsidiennes résultant des conditions thermiques régnant à la surface de la terre (STORZER et POUPEAU 1973; POUPEAU *et al.* 1998). Ils sont donc directement comparables à ceux des sources connues. Tous ces échantillons ont aussi été analysés par PIXE.

Le spectre des âges-plateaux obtenus sur les pièces archéologiques est relativement étendu, puisque compris entre 0.17 Ma et 6.72 Ma. Il semble comporter un certain nombre de groupes discrets. Ainsi, se détachent les ensembles suivants, par ordre d'âges croissants.

Groupe «0.17-0.21 Ma»

Il se compose de huit échantillons provenant de sept sites, majoritairement équatoriens, situés soit dans le corridor inter-andin, principalement dans l'actuelle agglomération de Quito, avec les sites de Huaca Rumi, Ministerio Salud, Ontaneda et Osorio Alto (VILLALBA, comm. pers.), soit à proximité du littoral pacifique équatorien, avec La Cantera et Valdivieso (LÓPEZ *et al.* 1979; GUINEA 1989) ou, pour la Colombie, La Miranda (PATIÑO 1998) (Fig. 2).

Ces échantillons possèdent à la fois un âge TF compatible avec ceux des coulées de Callejones et de Mullumica, à proximité de Quito et une composition chimique du même type (CM). Leur origine est donc attribuée à cette source. La présence d'obsidienne de cette source dans des régions côtières éloignées parfois de quelques centaines de kilomètres de l'origine de la matière première, comme dans la zone d'Esmeraldas (sites de La Cantera, Valdivieso) ou de Tumaco (La Miranda), implique l'existence d'un système d'échanges entre sierra et côte, comportant probablement des intermédiaires, au regard des distances à parcourir.

De 0.24 à 0.67 Ma

Les objets de ce groupe proviennent essentiellement de sites archéologiques d'Equateur mais aussi de quelques sites du littoral colombien. Tous, sauf un, RMGa, du site de La Remigia, en Colombie (PATIÑO 1993), possèdent une composition chimique de type CM. Cependant, leurs âges TF excluent les coulées de Callejones et Mullumica comme origine de ces obsidiennes. On peut distinguer dans cet ensemble d'artefacts trois groupes d'âges:

- *Groupe «0.24-0.32 Ma»:* Il s'agit du groupe comportant le plus grand nombre d'objets, avec vingt-quatre pièces réparties dans seize sites. Dix-sept de ces obsidiennes proviennent de sites majoritairement de la période des Développements Régionaux localisés sur ou à proximité du littoral. Cinq autres sont dans le corridor inter-andin. Deux enfin, du secteur de La Cadena (GUILLAUME-GENTIL 1996), se trouvent dans une plaine alluviale, à l'extrémité septentrionale du bassin du Guayas, dominée à l'Est par la Cordillère occidentale (Fig. 2).

L'élément d'âge le plus élevé de ce groupe, de 0.32 Ma, fait partie d'un triplet d'artefacts prélevés dans trois sites de la région de Tumaco: La Esperanza, La Miranda et La Remigia, tous de la culture La Tolita-Tumaco (PATIÑO 1993), qui possèdent une composition chimique spécifique, différente de celles des sources connues de Colombie et d'Equateur (DORIGHEL *et al.* 1997, 1998).

Les âges des autres objets du groupe montrent une distribution régulière entre 0.24 et 0.30 Ma. Etant donné que leurs précisions (± 2) sont de l'ordre de 40'000 ans, il est envisageable qu'ils proviennent tous d'une même source d'environ 0.27 Ma.

On doit donc invoquer pour cet ensemble une source inconnue, qui a été utilisée, d'après les âges des sites archéologiques où elle est représentée, durant au moins 2'500 ans;

- *Groupe «0.37-0.46 Ma»*: Avec huit éléments, il est composé de pièces collectées dans quatre sites littoraux ou proches du littoral, (Atacames, La Propicia, María Cecilia, La Miranda) un seul dans le corridor inter-andin, Los Músculos (VILLALBA, comm. pers.), et trois autres à La Cadena (GUILLAUME-GENTIL 1996) (Fig. 2);
- *«Groupe 0.67 Ma»*: Il s'agit d'un singleton, avec une pièce collectée sur le site de La Cantera (GUINEA, comm. pers., LÓPEZ *et al.* 1979). Bien que son âge soit proche de celui de certaines obsidiennes du volcan Cotopaxi, relativement proche (Fig. 1), sa composition de type CM exclut cette origine.

Groupe «1.46-1.65 Ma»

Les trois objets de ce groupe ont été trouvés dans trois sites équatoriens, Huaca Rumi (VILLALBA, comm. pers.), La Florida (BOLAÑOS, comm. pers.) et La Tolita-Cancha H9 (BOUCHARD 1989). Ils présentent les caractéristiques d'âges et de composition des obsidiennes de la source de Quiscatola-Yanaurcu et sont donc supposés en provenir.

Groupe «2.58-2.77 Ma»

Ce groupe est constitué de trois objets. Deux échantillons (I1 et I2) du site d'Inguapi, sur la côte colombienne, (BOUCHARD 1984) possèdent une composition de type QY, mais un âge très différent de cette source.

Le troisième, du site de San Isidro, (GNECCO et MORA 1997) dans la vallée du Cauca (Colombie), possède une composition de type Río Hondo (RH). Bien que son âge soit quelque peu inférieur à ceux des sources colombiennes présentant cette composition, il pourrait cependant en provenir, le spectre d'âges de ces dernières étant encore mal connu, entre au moins 3.5 et 4.3 Ma (tableau 1).

Au-delà de 3.4 Ma

Les pièces d'âges >3.4 Ma ont toutes été collectées en Colombie, dans la vallée du Cauca, entre Cordillère occidentale et Cordillère centrale (Fig. 2).

Elles montrent une remarquable homogénéité de composition chimique, du type RH, typique des obsidiennes du NW de la caldera de Paletará, qui domine la haute vallée du Cauca, au SE de Popayán, et des calites rencontrées dans cette même vallée, entre Popayán et Cali. Leur spectre d'âges recoupe celui de ces obsidiennes. Il est donc probable que tous les artefacts de ce groupe proviennent de sources «locales» de la vallée du Cauca et de la caldera de Paletará.

Conclusion

Le nombre d'échantillons datés est modeste au regard du nombre de sites échantillonnés, du vaste territoire dont ils proviennent et des périodes culturelles qu'ils couvrent. Cependant, certaines tendances générales apparaissent.

Ainsi, en Colombie, dans la vallée du Cauca, seule l'obsidienne «locale», c'est-à-dire celle des calites et des obsidiennes du NW de la caldera de Paletará, semble avoir été exploitée. Tous les sites étudiés datant soit de la période précéramique, soit de la période formative, cette utilisation apparemment exclusive se serait poursuivie depuis environ 10'000 ans.

Les seuls autres artefacts attribuables à ces sources sont deux pièces d'un niveau d'occupation Yocoto du site beaucoup plus tardif (période d'intégration) d'El Pital, dans la cordillère occidentale. Ce site est le plus septentrional de notre échantillonnage.

Nous aurions ici, dans cette vallée du Cauca et son encaissant, un exemple d'utilisation très privilégiée de ressources locales. L'encaissement de la vallée, sa fermeture au sud par des massifs élevés, une cordillère occidentale difficile à franchir, pourraient rendre compte de l'absence d'obsidiennes «étrangères».

En Equateur, seules deux des sources connues semblent avoir été utilisées. Ce sont, dans la sierra de Guamaní, les coulées de Callejones et Mullumica d'une part, et d'autre part les blocs érodés du secteur Quiscatola-Yanaurcu. Ce sont aussi celles où l'obsidienne est la plus abondante et de meilleure qualité. La présence d'obsidiennes de la sierra de Guamaní sur la côte NW de l'Equateur dans des sites archéologiques de la fin du Formatif (site de La Cantera, 800-400 av. J.-C.; GUINEA, comm. pers.) démontrent l'existence de contacts sierra-littoral relativement précoces.

Enfin, les datations par traces de fission révèlent que d'autres sources que celles qui nous sont connues ont été exploitées par le passé. Ainsi, une source d'environ 0.27 Ma et de composition CM semble avoir été largement utilisée, en particulier pendant la période des développements régionaux, puisqu'on la trouve représentée dans des sites de cette période aussi bien sur la côte, par exemple dans l'aire géographique traditionnellement reconnue pour la culture de La Tolita-Tumaco, que dans l'intérieur des terres (Fig. 2). Cette variété d'obsidienne est aussi présente mais de façon moins marquée dans des sites du Formatif (14 de Diciembre, La Cantera) et de l'Intégration (Loma de Tanas, Atacames, Huaca Rumi). Bien que la localisation de cette source soit

inconnue, elle pourrait, en raison de son âge et de sa signature chimique, se situer également dans la sierra de Guamaní. Ce secteur demeure en effet encore imparfaitement étudié du point de vue géologique: c'est ainsi que la source d'obsidienne «volumiquement» la plus importante d'Equateur, celle de Mullumica, n'a été découverte qu'il n'y a guère plus d'une vingtaine d'années (SALAZAR 1980; MAYER-OAKES 1989). De nouvelles prospections s'imposent donc.

En conclusion, sur les 58 artefacts datés à Grenoble, près d'une vingtaine peuvent être attribués à une région-source. Nos résultats montrent que dès la période précéramique, les échanges d'obsidienne impliquaient des transports sur des distances considérables, atteignant depuis au moins la période formative, plusieurs centaines de kilomètres et des échanges entre sierras et côtes.

Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier leurs collègues archéologues ou archéomètres qui leur ont généreusement transmis des échantillons ou des informations: G. Bigazzi (Pise, Italie), M. Bolaños, M. Villalba, A. Yepez (Quito, Equateur), J.-F. Bouchard (Paris, France), J. Echeverría (Otavalo, Equateur), M. D. Glascock (Columbia, USA), C. Gnecco, M. Lahitte (†), M. Mendez, D. Patiño (Popayán, Colombie), N. Guillaume-Gentil (Neuchâtel, Suisse), M. Guinea (Madrid, Espagne), M. Reindel (Bonn, Allemagne), H. Salgado (Darien, Colombie).

L'un d'entre nous (O. D.) remercie l'Institut français d'études andines pour son soutien financier durant les missions de terrain de 1995 et 1997 en Colombie et en Equateur, ainsi que la mission IRD/ORSTOM de Quito pour son soutien logistique durant les échantillonnages de 1997 et 1998.

Bibliographie

AMBROSE W. R.

- 1998 «Obsidian hydration dating at a Recent Age obsidian mining site in Papua, New Guinea», in: M. S. SHACKLEY (éd), *Archaeological obsidian studies, methods and theory*, pp. 205-222.- New York/London: Plenum press.- 243 p.

ARNAUD N.

- 1998 «Les méthodes K-Ar et $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$: principes et application à la géochronologie archéologique», in: CAUVIN M.-C., A. GOURGAUD, B. GRATUZE [et al.] (éds.), *L'obsidienne au Proche et Moyen Orient: du volcan à l'outil*, pp. 91-103.- Oxford: Bar international series 738, Archaeopress.- 388 p.

ARNAUD N. et G. POUPEAU

- 1998 «La datation des obsidiennes», in: CAUVIN M.-C., A. GOURGAUD, B. GRATUZE [et al.] (éds.), *L'obsidienne au Proche et Moyen Orient: du volcan à l'outil*, pp. 49-51.- Oxford: Bar international series 738, Archaeopress.- 388 p.

BELLOT-GURLET L.

- 1998 *Caractérisation par analyse élémentaire (PIXE et ICP-MS/AES d'un verre naturel: l'obsidienne. Application à l'étude de provenance d'objets archéologiques*.- Grenoble: Université Joseph Fourier.- 290 p. [thèse]

BELLOT-GURLET L., G. POUPEAU et al.

- 1996 «On the coupling of PIXE and fission track dating for obsidian provenance studies».- *International association of obsidian studies bulletin* 16: 3-7.

BELLOT-GURLET L., O. DORIGHEL et al.

- 1998 «First characterization of obsidian from colombian and ecuadorian sources using ICP-AES and ICP-MS». *Proceedings of the 31th international symposium on archaeometry*.- Oxford: BAR international series. [Budapest, 27 avril-1^{er} mai; (sous presse)]

BELLOT-GURLET L., Th. CALLIGARO et al.

- 1999 «PIXE analysis and fission track dating of obsidian from South American prehispanic cultures: an insight over the circulation of a lithic industry raw material».- *Nuclear instruments and methods B* 150: 616-621.

BIGAZZI G. and G. RADI

- 1996 «Prehistoric exploitation of obsidian for tool making in the Italian peninsula: a picture from a rich fission-track data-set», in: *Proceedings of the XIIIth international congress of prehistoric and protohistoric sciences*, pp. 149-156. [Forlì, Italia, 8-14 septembre 1996; ABACO, volume 1]

BIGAZZI G., M. COLTELLI et al.

- 1992 «Obsidian-bearing lava flows and pre-Colombian artifacts from the ecuadorian Andes: first new multi-disciplinary data».- *Journal of south american earth sciences* 6: 21-32.
- 1997 *Provenance studies of obsidian artefacts using the fission-track analysis in South America: an overview*.- preprint, 19 p. [communication présentée au 49^e Congrès international des américanistes, Quito, 7-11 juillet 1997]

- BIGAZZI G., G. POUPÉAU *et al.*
- 1998 «Provenance studies of obsidian artefacts in Anatolia using the fission-track dating method: an overview», in: CAUVIN M.-C., A. GOURGAUD, B. GRATUZE (et al.) (éds.), *L'obsidienne au Proche et Moyen Orient: du volcan à l'outil*, pp. 68-89.- Oxford: Bar international series 738, Archaeopress.- 388 p.
- BOUCHARD J.-F.
- 1984 Recherches archéologiques dans la région de Tumaco, (Colombie).- *IFEA, édition Recherches sur les civilisations* (Paris) 34.-205 p.
- 1989 «Archéologie préhispanique du littoral Pacifique nord-équatorial».- *Bulletin de la Société préhistorique française* (Paris) 10-12: 393-396.
- BOUEY P.
- 1991 «Recognizing the limits of archaeological applications of non-destructive energy-dispersion X-ray fluorescence analysis of obsidians».- *Materials research society proceedings* 185: 309-320.
- BUSTAMANTE A. D., S. PETRICK *et al.*
- 1998 «Mössbauer and ESR studies of obsidian provenience in the northern Andes».- *J. hyperfine interactions* (C) 3: 360-363.
- DAVIS M. K.
- 1994 «Bremsstrahlung ratio technique applied to the non-destructive energy dispersive X-ray fluorescence analysis of obsidians».- *Intern. association for obsidian studies bull.* 11: 9-10.
- DAVIS M. K., T. L. JACKSON *et al.*
- 1998 «Factors affecting the energy-dispersive X-ray fluorescence (EXDRF) analysis of archaeological obsidian», in: SHACKLEY M. S. (éd.), *Archaeological obsidian studies, methods and theory*, pp. 159-180.- New York: Plenum press.- 243 p.
- DORIGHEL O., L. BELLOT-GURLET *et al.*
- 1996 «Premiers résultats sur la provenance des artefacts en obsidienne de quelques sites archéologiques côtiers de Colombie et d'Equateur».- *Revue d'archéométrie, supplément* pp. 59-64.
- DORIGHEL O., L. BELLOT-GURLET et G. POUPÉAU
- 1997 *Caracterización de artefactos en obsidiana mediante PIXE y trazas de fisión. Un enfoque sobre las fuentes de materia prima utilizada en Ecuador y Colombia entre 9000 a.C. y 1500 d.C.*- preprint, 19 p. [communication présentée au 49^e Congrès international des américanistes, Quito, 7-11 juillet 1997]
- DORIGHEL O., G. POUPÉAU *et al.*
- 1994 «Datation par traces de fission et étude de provenance d'artefacts en obsidienne des sites archéologiques de La Tolita (Equateur) et Inguapi (Colombie)».- *Bull. soc. préhist. fr.* 91: 133-144.
- 1998 «Fission track dating of obsidians and archaeological artefacts provenience studies in Colombia and Ecuador», in: VAN DEN HAUTE P. et F. DE CORTE (éds.), *Advances in fission track dating*, pp. 313-324.- Dordrecht: Kluwer academic publishers.- 331 p.
- DUERDEN P., J. R. BIRD *et al.*
- 1984 «Provenance studies of New Zealand obsidian artefacts».- *Nuclear instruments and methods in physics research B3*: 419-423.
- FRALICK P. W., J. D. STEWART and A. C. MACWILLIAMS
- 1998 «Geochemistry of west-central Chihuahua obsidian nodules and implications for the derivation of obsidian artefacts».- *J. archaeol. sci.* 25: 1023-1038.
- GLASCOCK M. D.
- 1994 «New world obsidian: recent investigations», in: SCOTT D. A. et P. MEYERS (éds.), *Archaeometry of pre-Columbian sites and artifacts*, pp. 113-114.- The Getty conservation institute.
- GNECCO C. et S. MORA
- 1997 «Late Pleistocene – Early Holocene tropical forest occupations at San Isidro and Peña Roja, Colombia».- *Antiquity* 77: 683-690.
- GUILLAUME-GENTIL N.
- 1996 «Patrones de asentamiento prehispanicos en la cuenca norte del Río Guyas, Ecuador».- *Beiträge zur allgemeinen und vergleichenden Archäologie*, (Mainz: Von Zabern) 16: 263-300.
- GUINEA M.
- 1989 «Valoración de las evidencias de intercambio en la desembocadura del río Esmeraldas: el problema cronológico», in: BOUCHARD J.-F. et M. GUINEA (éds.), *Relaciones interculturales en el área ecuatorial del Pacífico durante la época precolombina*, pp. 127-145.- Oxford: BAR international series 503.
- HUGHES R. E.
- 1982 «Age and exploitation of obsidian from the medicine Lake Highland, California».- *J. archaeol. sci.* 9: 173-185.
- KAYANI P. I. and G. McDONNELL
- 1996 «An assessment of back-scattered electron petrography as a method for distinguishing mediterranean obsidians».- *Archaeometry* 38: 43-58.
- KELLER J. and C. SEIFRIED
- 1990 «The present status of obsidian source identification in Anatolia and the Near East».- *PACT* 25: 57-87. [Journal of the european study group on physical, chemical, chemical and biological and mathematical techniques applied to archaeology]
- LONGWORTH G. and S. E. WARREN
- 1979 «The application of Mössbauer spectroscopy to the characterization of western mediterranean obsidians».- *J. Archaeol. Sci.* 6: 179-193.
- LÓPEZ, E. SEBASTIAN y C. CAILLAVET
- 1979 «La fase Tachina en el contexto cultural del Horizonte Chorrera», in: *Actes du XIII^e congrès international des américanistes*, pp. 199-215.- Paris.
- MAYER-OAKES W. J.
- 1989 «Obsidian studies in ecuadorian archaeology», in: CAIN ROPER B. (éd.), *In the light of past: papers in honor of Jack T. HUGHES*, pp. 337-358.- Panhandle archeological society publication n° 5.

- MERRICK H. V. and F. H. BROWN
1984 «Rapid chemical characterization of obsidian artifacts by electron microprobe analysis».- *Archaeometry* 26: 230-236.
- ORDÓÑEZ E.
1892 «Algunas obsidianas de Mexico».- *Memorias de la Sociedad científica Antonio Alzate* 6: 33-45.
- PATÍÑO D.
1993 «Investigaciones arqueológicas en la region de Tumaco 1995, Colombia».- *Boletín de arqueología, FIAN* (Bogota) 3: 3-39.
1998 «Sociedades complejas en Tumaco: asentamiento, subsistencia e intercambio», in: *El area septentrional andina, arqueología y etnohistoria*, pp. 43-66.- Quito: Abya-Yala / IFEA.- 359p.
- PETRICK C. S., R. B. SCORZELLI *et al.*
1997 «Mössbauer and ESR Characterization of obsidians from the Anatolian plateau for provenience studies», *Intern. conference on the applications of the Mössbauer effect - ICAME 97*. (Rio de Janeiro) [14-20 septembre; résumé]
- POTTS P. J.
1998 «A perspective on the evolution of geoanalytical techniques for silicate rocks».- *Geostandards newsletter: the Journal of geostandards and geoanalysis* 22: 57-68.
- POUPEAU G., L. BELLOT-GURLET *et al.*
1996 «PIXE et traces de fission: une approche des réseaux d'échanges de l'obsidienne dans l'aire andine préhispanique (Colombie, Equateur)».- *C. R. Acad. sci. Paris*, 312 (IIa): 443-450.
- POUPEAU G., G. BIGAZZI *et al.*
1998 «Fission-track dating of obsidians and archaeology», in: CAUVIN M.-C., A. GOURGAUD, B. GRATUZE [et al.] (éds.), *L'obsidienne au Proche et Moyen-Orient: du volcan à l'outil*, pp. 53-67.- Oxford: Bar international series 738, Archaeopress.- 388 p.
- RIDINGS R.
1996 «Where in the world does obsidian hydration dating works?».- *American antiquity* 61: 136-148.
- SALAZAR E.
1980 «Talleres prehistóricos en los Altos Andes del Ecuador».- *Publicaciones del Departamento de difusión cultural de la Universidad de Cuenca*- 132 p.
- SCHMIDBAUER E., E. MOSHEIM and N. SEMIOSCHKINA
1986 «Magnetization and ^{57}Fe Mössbauer study of obsidian».- *Physics and chemistry of minerals* 13: 256-261.
- SCORZELLI R. B., S. PETRICK *et al.*
1999 «Mössbauer spectroscopy and electron spin resonance of mediterranean obsidians for archaeological provenance identification», *Proceedings of the symposium on «Non-destructive testing and microanalysis for the diagnostic and conservation of the cultural and environmental heritage»*.- Rome. [17-20 mai; accepté]
- SHACKLEY S. M.
1998 «Geochemical differentiation and prehistoric procurement of obsidian in the Mount Taylor volcanic field, Northwest New Mexico».- *J. archaeol. sci.* 25: 1073-1082.
- SOLACROUP F.
1998 *Caractérisation par traces de fission de quelques obsidiennes du SW de la Colombie (Départements du Cauca et du Huila)*.- Université Bordeaux I.- 67 p. [Mémoire de DESS de Méthodes physiques en archéologie et muséographie]
- SQUIER E. G. and E. H. DAVIS
1848 *Ancient monuments of the Mississippi valley*.- Washington D.C.: Smithsonian contribution to knowledge (1).
- STEVENSON C. M. and M. O. MCCURRY
1990 «Chemical characterization and hydration rate development for New Mexican obsidian sources».- *Geoarchaeology* 5: 149-170.
- STEVENSON C. M., J. J. MAZER and B. E. SCHEETZ
1998 «Laboratory obsidian hydration rates: theory, method and application», in: SHACKLEY M.S. (éd.), *Archaeological obsidian studies, methods and theory*, pp. 181-204.- New-York/London: Plenum press.- 243 p.
- STORZER D. et G. POUPEAU
1973 «Ages-plateaux de verres et de minéraux par la méthode des traces de fission».- *C. R. acad. sci. Paris* 276D: 137-139.
- TYKOT R. H.
1996 «Obsidian procurement and distribution in the Central and Western Mediterranean».- *J. mediterranean archaeology* 9: 39-82.
- VALDEZ F.
1989 «La sociedad Tolita», in: ADOUM R. y F. VALDEZ (éds.), *Nuestro pasado: La Tolita*, pp. 5-14.- Quito: Museo del banco central.- 57 p.
- YELLIN J. and I. PERLMAN
1981 «Source obsidian rare earth patterns and obsidian artifact provenience».- *Revue d'archéométrie* 3: 325-330 [supplément]

Tableau 1: Méthodes d'analyse chimique citées dans le texte.

Méthode	Eléments analysés		Masse
<i>Analyses destructives</i>			
Microsonde électronique	Fragment de verre :	Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Ba	~10 mg
Fluorescence-X	Poudre :	Na, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ba	~3 à 5 g
Activation neutronique	Poudre :	Na, Cl, K, Sc, Mn, Fe, Co, Zn, Rb, Sr, Zr, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Dy, Yb, Lu, Hf, Ta, Th, U	~100 mg
ICP-AES / -MS	Mise en solution :	Na, Mg, Al, P, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Be, Co, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Cs, Ba, Ta, Hf, W, Pb, Th, U et TERRES RARES	~10-100 mg
<i>Analyses non destructives</i>			
Fluorescence-X		Ti, Mn, Fe, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ba	
PIXE/PIGME		F, Na, Al, Si, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Zn, Ga, Rb, Sr, Zr	
LA-ICP-MS	Potentiellement :	mêmes éléments qu'en ICP-MS conventionnelle	

Tableau 2: Age et type compositionnel des sources d'obsidienne de Colombie et d'Equateur.

Source	Localisation	Type de gisement	Age, Ma $t \pm 1\sigma$	Réf.	Type*
Equateur					
Sierra de Guamaní					
Mullumica	Cordillère orientale	Coulée rhyolitique	0.18 - 0.20	(a. b)	CM
Callejones	Cordillère orientale	Coulée rhyolitique	0.17 - 0.22	(a)	CM
Potrerrillos	Cordillère orientale	Dépôts bréchiques	0.19 ± 0.05	(a)	PO
Yurac Paccha	Cordillère orientale	Blocs	0.39 ± 0.06	(a)	YP
El Tablón	Cordillère orientale	Coulée rhyolitique	0.84 ± 0.08	(a)	TA
Loma Quiscatola	Cordillère orientale	Dépôts bréchiques	1.64 ± 0.07	(a)	QY
Cerro Yanaurcu	Cordillère orientale	Dépôts bréchiques	1.52 ± 0.08	(a)	QY
Rodeo Corrales	Cordillère orientale	Blocs dans un dépôt secondaire	1.38 ± 0.09	(a)	QY
Volcan Cotopaxi					
Cotopaxi	Cordillère orientale	Eruption plinienne	0.02 ± 0.01	(c)	
Cotopaxi	Cordillère orientale	Eruption plinienne	0.56 ± 0.04	(c)	
Cotopaxi	Cordillère orientale	Eruption plinienne	0.54 ± 0.05	(c)	
Colombie					
Río Hondo	NW caldeira Paletará	Ignimbrite	3.54 - 4.27	(d. e)	RH
Calites	Vallée du Cauca	Nodules isolés	4.12 - 6.52	(f. g)	RH
Río Granates	SE caldeira Paletará	Galets dans le lit du río	3.46 - 3.74	(h)	RG

* Les types compositionnels sont définis à partir de mesures par ICP et PIXE (BELLOT-GURLET, 1998; BELLOT-GURLET *et al.*, 1998).
CM: Callejones/Mullumica, PO: Potrerillos, YP: Yurac Paccha, TA: El Tablón, QY: Quiscatola-Yanaurcu, RH: Río Hondo, RG: Río Granates.

Références: (a) BIGAZZI *et al.* (1992), âges déterminés à Pise; (b) DORIGHEL, non publié; (c) BIGAZZI *et al.* (1997); (d) DORIGHEL *et al.* (1998); (e) LABRIN, non publié; (f) DORIGHEL *et al.* (1997); (g) STORZER et POUPEAU (1973); (h) SOLACROUP (1998).

Tableau 3: Ages traces de fission, groupes compositionnels et sources des artefacts datés.

Site archéologique	Artefact	Domaine géographique	Age, Ma $t \pm 1\sigma$	Attribution chrono-culturelle	Groupe chimique	Source
Groupe <0.05 Ma						
Equateur La Tolita - Walberto	WLB 1	Littoral pacifique	0.019	D.R., La Tolita-Tumaco	CM	?
Groupe 0.18 - 0.20 Ma						
Equateur Osorio Alto	P31a	Corridor inter-andin	0.17 $\pm$ 0.02	Intégration	CM	CM
Huaca Rumi	P156a	Corridor inter-andin	0.18 $\pm$ 0.02	Intégration	CM	CM
Valdivieso	EO-10	Littoral pacifique	0.18 $\pm$ 0.03	D.R.	CM	CM
Valdivieso	EO-7	Littoral pacifique	0.20 $\pm$ 0.02	D.R.	CM	CM
Ministerio Salud	P129a	Corridor inter-andin	0.19 $\pm$ 0.02	Formatif, Cotocollao	CM	CM
Ontaneda	P145a	Corridor inter-andin	0.21 $\pm$ 0.02	Formatif, Cotocollao	CM	CM
La Cantera	EO-1	Littoral pacifique	0.21 $\pm$ 0.02	Fin Formatif/D.R.	CM	CM
Colombie La Miranda	MIRb	Littoral pacifique	0.19 $\pm$ 0.01	D.R., La Tolita-Tumaco	CM	CM
Groupe 0.25 - 0.30 Ma						
Equateur La Tolita - Walberto	WLB 6	Littoral pacifique	0.24 $\pm$ 0.02	D.R., La Tolita-Tumaco	CM	?
La Tolita - Walberto	WLB 5	Littoral pacifique	0.29 $\pm$ 0.02	D.R., La Tolita-Tumaco	CM	?
14 de Diciembre	P122a	Corridor inter-andin	0.25 $\pm$ 0.02	Formatif, Cotocollao	CM	?
La Tolita - Cancha H9	LT 4	Littoral pacifique	0.25 $\pm$ 0.02	D.R., La Tolita-Tumaco	CM	?
La Tolita - Cancha H9	LT 3	Littoral pacifique	0.28 $\pm$ 0.02	D.R., La Tolita-Tumaco	CM	?
La Tolita - Cancha H9	LT 7	Littoral pacifique	0.28 $\pm$ 0.02	D.R., La Tolita-Tumaco	CM	?
La Tolita - Cancha H9	LT 1	Littoral pacifique	0.30 $\pm$ 0.03	D.R., La Tolita-Tumaco	CM	?
La Tolita - Cancha H9	LT 2	Littoral pacifique	0.30 $\pm$ 0.02	D.R., La Tolita-Tumaco	CM	?
La Tolita - Cancha H9	LT-8	Littoral pacifique	0.30 $\pm$ 0.02	D.R., La Tolita-Tumaco	CM	?
Loma de Tanas	LMT 3	Corridor inter-andin	0.26 $\pm$ 0.03	Intégration	CM	?
La Propicia	EO-12	Littoral pacifique	0.26 $\pm$ 0.02	D.R.	CM	?
Tababuela	TBB4	Corridor inter-andin	0.27 $\pm$ 0.02	D.R.	CM	?
Tababuela	TBB6	Corridor inter-andin	0.30 $\pm$ 0.03	D.R.	CM	?
Atacames	EO-15	Littoral pacifique	0.27 $\pm$ 0.03	Intégration	CM	?
La Cantera	EO-2	Littoral pacifique	0.28 $\pm$ 0.03	Fin Formatif / D.R.	CM	?
Valdivieso	EO-8	Littoral pacifique	0.28 $\pm$ 0.03	D.R.	CM	?
La Cadena	CDN1962c	Côte	0.29 $\pm$ 0.02	D.R.	CM	?
La Cadena	CDN5828	Côte	0.25 $\pm$ 0.01	D.R.	CM	?
Huaca Rumi	P156d	Corridor inter-andin	0.30 $\pm$ 0.03	Intégration	CM	?
Colombie La Miranda	MIRa	Littoral pacifique	0.28 $\pm$ 0.03	D.R., La Tolita-Tumaco	CM	?
Inguapi	I 1	Littoral pacifique	0.25 $\pm$ 0.03	D.R., La Tolita-Tumaco	CM	?
La Cocotera	COCO	Littoral pacifique	0.28 $\pm$ 0.02	D.R., La Tolita-Tumaco	CM	?
San Luis	SLS 1	Littoral pacifique	0.30 $\pm$ 0.02	D.R., La Tolita-Tumaco	CM	?
La Remigia	RMGa	Littoral pacifique	0.32 $\pm$ 0.02	D.R., La Tolita-Tumaco	"Tumaco"	?

Site archéologique	Artefact	Domaine géographique	Age, Ma $t \pm 1\sigma$	Attribution chrono-culturelle	Groupe chimique	Source
Groupe 0.40 - 0.45 Ma						
Equateur						
Atacames	EO-14	Littoral pacifique	0.37 ± 0.04	Intégration	CM	?
La Propicia	EO-13	Littoral pacifique	0.38 ± 0.06	D.R.	CM	?
La Miranda	MIRd	Littoral pacifique	0.39 ± 0.03	D.R.	CM	
La Tolita - Cancha H9	LT 6	Littoral pacifique	0.42 ± 0.04	D.R.	CM	?
La Cadena	CDN3073a	Côte	0.43 ± 0.03	D.R.	CM	?
La Cadena	CDN1667b	Côte	0.43 ± 0.03	D.R.	CM	?
La Cadena	CDN1662b	Côte	0.46 ± 0.03	D.R.	CM	?
Maria Cecilia	MCLa	Littoral pacifique	0.45 ± 0.06	Formatif, Chorerra	CM	?
Los Musculos	P104a	Corridor inter-andin	0.47 ± 0.05	Formatif, Cotocollao	CM	?
Groupe 0.67 Ma						
Equateur						
La Cantera	EO-4	Littoral pacifique	0.67 ± 0.06	Fin Formatif / D.R.		
Groupe 1.4 - 1.6 Ma						
Equateur						
Huaca Rumi	P156e	Corridor inter-andin	1.46 ± 0.07	Intégration	QY	QY
La Florida	FLO 2	Corridor inter-andin	1.57 ± 0.06	Intégration	QY	QY
La Tolita - Cancha H9	LT 5	Littoral pacifique	1.65 ± 0.16	D.R., La Tolita-Tumaco	QY	QY
Groupe 2.6 - 2.8 Ma						
Colombie						
Inguapi	I 2	Littoral pacifique	2.58 ± 0.12	D.R., La Tolita-Tumaco	QY	?
Inguapi	I 3	Littoral pacifique	2.60 ± 0.10	D.R., La Tolita-Tumaco	QY	?
San Isidro	ISI 3b	Vallée du Cauca	2.77 ± 0.12	Paléo-indien	RH	Paletará ?
Groupe 3.2 - 4.0 Ma						
Colombie						
Bello-Horizonte	BHO LI-4	Vallée du Cauca	3.21 ± 0.11	Formatif	RH	NW-Paletará
La Colonia	CLN 2	Vallée du Cauca	3.22 ± 0.11	Formatif	RH	NW-Paletará
La Elvira	ELV 5	Vallée du Cauca	3.63 ± 0.19	Paléo-indien/Formatif	RH	NW-Paletará
La Elvira	ELV 6	Vallée du Cauca	3.70 ± 0.17	Paléo-indien/Formatif	RH	NW-Paletará
San Isidro	ISI 3a	Vallée du Cauca	3.71 ± 0.17	Paléo-indien	RH	NW-Paletará
San Isidro	ISI 4	Vallée du Cauca	3.94 ± 0.20	Paléo-indien	RH	NW-Paletará
El Pital	ELPI 2	Vallée du Cauca	4.07 ± 0.12	Intégration, Yotoco	RH	NW-Paletará
Groupe >4 Ma						
Colombie						
San Isidro	ISI 3c	Vallée du Cauca	6.72 ± 0.31	Paléo-indien	RH	calites ?
El Pital	ELPI 1	Vallée du Cauca	4.76 ± 0.14	Intégration, Yotoco	RH	Paletará ?

D.R.: Développements Régionaux.

CM: Callejones/Mullumica, QY: Quiscatola-Yanaurcu, RH: Río Hondo.

Summary

Due to the richness of its characterization possibilities in studies coming from archeological artefacts, obsidian is an exceptional material. The methods actually used or to be used in future are briefly presented: these methods may come from geochemistry, datation, structural study of the material and its mineralogy. It is very relevant to combine these approaches: the interest of such a combination has been proved by the study of prehispanic sites of the Northern Andean area, whose obsidians have been characterized both by their chemical composition and their age of formation.

Resumen

La obsidiana es un material excepcional por la riqueza de sus posibilidades de caracterización por medio del estudio de procedencia de los artefactos arqueológicos. Los métodos en uso actualmente o a futuro, tales como la geoquímica, la datación, el estudio estructural del material y de su geoquímica, están brevemente presentados a continuación. Una visión del interés de combinar estas aproximaciones se realiza a partir de materiales procedentes de sitios prehispánicos del Área Septentrional Andina, donde las obsidianas han sido caracterizadas mediante su composición química y su edad de formación.