



« À coup d'éclats ! »

La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :

discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue

Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

Paris, Société préhistorique française, 2018

(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 283-310

www.prehistoire.org

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-74-1

L'emploi de la percussion directe diffuse et de la méthode de débitage par fracturation dans l'exploitation des coquilles

Exemples du Néolithique final et du Chalcolithique ancien de Sardaigne (Italie)

Laura MANCA

Résumé : Dans le cadre des études sur l'industrie sur coquille, les analyses technologiques sont de plus en plus nombreuses si bien, qu'à ce jour, l'on dispose d'une connaissance étendue de la variété des espèces exploitées et des schémas de transformation mis en œuvre pour la production des objets associés. Les données actuellement disponibles montrent que le schéma par façonnage direct est de loin le plus employé pour leur transformation, notamment pour la production d'objets de parure perforés. En revanche, le schéma de transformation par fracturation a été mis en œuvre de manière marginale pour la production de supports non standardisés utilisés pour la réalisation d'outils et d'objets de parure. Si l'intentionnalité strictement technique de cette fracturation ne peut être démontrée (un objectif alimentaire concomitant étant aussi possible), une sélection des supports, selon leur morphologie et leurs dimensions, a bien eu lieu, en fonction des objectifs économiques poursuivis. Notre recherche exploite la complémentarité de trois approches (expérimentale, technologique et fonctionnelle) pour apporter un nouveau regard, d'une part, sur les méthodes d'étude des industries sur coquille, et d'autre part, sur la place du débitage par fracturation dans l'exploitation de cette ressource au sein du système techno-économique des sociétés holocènes de Sardaigne. À partir des questionnements archéologiques issus de nos recherches sur les sites de Cuccuru s'Arriu (Cabras) et de Su Coddu (Selargius), nous avons mené des expérimentations visant à caractériser les pans de fracture selon différentes modalités de percussion directe diffuse sur des valves de *Glycymeris* sp : au percuteur dur en pierre et au percuteur tendre en bois végétal. Parallèlement, ces stigmates ont été confrontés à ceux produits accidentellement lors d'opérations de retouche par percussion, car les enlèvements occasionnés par ces deux opérations techniques (débitage et mise en forme) présentent des similitudes morphologiques importantes qui doivent être distinguées. Enfin, la confrontation de ces stigmates à ceux présents sur le matériel archéologique porte à réfléchir sur l'emploi de la percussion directe diffuse et sur son application au cours des phases de transformation de l'industrie sur coquille.

Mots-clés : industrie sur coquille, analyse technologique, percussion directe diffuse, fracturation, Néolithique final, Chalcolithique ancien.

Abstract: Because of their morphological characteristics and their mechanical, physical and aesthetic properties, shells have been widely collected and exploited throughout prehistory in many parts of the world. Yet, increasingly numerous technological studies carried out on this category of vestigial remains, as well as research into functional aspects, have provided a wide range of data about exploited species and transformation patterns for the production of objects. The data currently available show that the direct shaping scheme (*sensu* Averbouh, 2000) is by far the most used for shell processing, more particularly for the production of personal ornaments equipped with a perforation hole. On the other hand, the method of debitage by fracturing was used to a limited extent for the production of non-standardised blanks for the manufacturing of tools and ornaments. The objective of this research is to use the complementarity of three approaches (experimental, technological and functional) to provide a new perspective about the methodology used to study the shell industry of the Sardinian societies and more specifically to better identify the role of fracture debitage in their techno-economic system. Based on research that took place at Cuccuru s'Arriu (Cabras) and Su Coddu (Selargius), we carried out experiments

that aimed to characterise the fracture planes resulting from direct diffuse percussion implemented with a stone or a wooden hammer on *Glycymeris* sp. valves. This species, which is predominant in the series studied, has an interlaced lamellar structure that means that it has average resistance to fracture and an average hardness. The results of the experiment make it possible to characterise the fracture planes resulting from direct diffuse percussion. This made it possible not only to highlight the number and morphology of the fragments produced with the two hammer tools, but also to record the number of visible points of impact and their morphological characteristics. Experiments carried out on *Glycymeris* testify that the fracture planes have a very varied morphology independent of the type of hammer used (wood or stone). However, the points of impact are marked by a particular morphology (V-shaped, convex or plano-convex aspect) and sometimes accompanied by micro scars and by fissuring. The texture of the fracture planes is often smooth. The points of impact are located opposite the percussion face. As regards the difference in the results between the two hammer tools (wood or stone), it was possible to evidence trends but not exclusive forms of fracture planes or impact points. These stigmata were also compared with those produced accidentally by direct diffuse percussion during the retouching operations, because the last one have strong morphological similarities that have to be distinguished.

A comparison of these stigmata with those observed on archaeological material leads to reflection on the use of these techniques and on possible transformation patterns they may be associated with. The sites of Su Coddu and Cuccuru s'Arriu have yielded 397 shell objects for the final Neolithic and the early Chalcolithic periods. Among these a second selection was made including the parts likely to answer our questions about the use of blank production by the fracturing method. The choice was made for all the parts presenting stigmata potentially linked to fracturing: the fracture planes.

The corpus thus constituted is composed of 66 shell objects (15 of the final Neolithic, 46 of the early Chalcolithic and 5 related to the two phases). Five species are represented, including two gastropods (*Hexaplex trunculus* Linnaeus 1758, *Charonia lampas* Linnaeus 1758) and three bivalves (*Spondylus gaederopus* Linnaeus 1758, *Glycymeris pilosa / nummaria* (da Costa) 1778, *Ostrea edulis* Linnaeus 1758). The identification and description of the technical stigmata resulting from direct diffuse percussion make it possible to determine the use modalities of this technique on the archaeological artefacts (location of the points of impact, fissures and presence of micro scratches), thanks to the knowledge acquired during the experiments.

These data contribute to the definition of the role played by blank production by fracturing at both sites. In the case of oysters, direct diffuse percussion is used in blank production which aims at the production of flat blanks of triangular or rectangular morphology and on which an edge has been successively shaped to create a bevelled active part. In the case of *Glycymeris* sp. fracture planes were mostly implemented during a shaping phase (creation of scrapers), but some of them suggest the intention of breaking blocks into several parts (location of the points of impact and dimensions of the portions of valves). However, the absence of finished objects makes it impossible to identify the transformation objectives. During the *Spondylus* transformation sequence, direct diffuse percussion was used in the shaping and in the debitage process. Blank production by fracturing is evidenced on a unworked blank, that is to say a blank directly used after the debitage phase of production, obtained from a large *Charonia lampas* gastropod. While these initial techno-functional analyses made it possible to better characterise the transformation sequences of the various types of shell species, there is still a long way to go before we can identify the production goals and possibly the variants of the methods used for the debitage and shaping.

Keywords: shell industry, technological analysis, direct diffuse percussion, fracturing, Late Neolithic, Early Chalcolithic.

De par leurs caractéristiques morphologiques et leurs propriétés physiques, mécaniques et esthétiques, les coquilles⁽¹⁾ ont été largement collectées et exploitées tout au long de la Préhistoire, dans plusieurs parties du monde. Aliments, objets de parure destinés à orner un collier, un bracelet, un vêtement ou encore instruments simples ou complexes, les coquilles revêtent une grande importance dans l'économie des sociétés anciennes (par exemple : Bernabò Brea, 1946, pl. XXX, fig. 17 a–c; Vigié et Courtin, 1986 et 1987; Courtin et Vigié, 1987; Vigié, 1987 et 1995; Gruet, 1993; Dupont, 2006 et 2012; Taborin, 2004; Lammers-Keijsers, 2007; Pascual Benito, 2008; Zilhão *et al.*, 2010; Van Gijn et Lammers-Keijsers, 2010; Henshilwood *et al.*, 2011; Serrand, 2011; Serrand et Vigne, 2011; Manca, 2013; Gutiérrez-Zugasti et Cuenca-Solana, 2015; Girod, 2015; Mas, 2015; Allen, 2017). Les analyses technologiques de cette catégorie de vestiges, tout comme les recherches sur les aspects fonctionnels, sont de plus en plus nombreuses, si bien qu'à ce jour, l'on dispose d'un large éventail d'informations quant aux espèces exploitées et aux schémas de transformation mis en œuvre pour la production d'objets (voir entre autres : Cristiani *et al.*, 2005; Lucero et Donald, 2005; Choi et Driwantoro, 2007; Szabó *et al.*,

2007; Szabó, 2008; Bonomo et Aguirre, 2009; Mansur et Clemente-Conte, 2009; Cuenca-Solana *et al.*, 2010, 2011, 2013, 2014 et 2015; Clemente-Conte et Cuenca-Solana, 2011; Douka, 2011; Szabó et Koppel, 2015; Tumung *et al.*, 2015a et 2015b; Cuenca-Solana, 2013; Manca, 2010, 2014 et 2016; Romagnoli *et al.*, 2016 et 2017). Les données actuellement disponibles montrent que le schéma de transformation par façonnage direct (*sensu* Averbouh, 2000) est de loin le plus employé pour leur transformation, notamment pour la production d'objets de parure perforés. En revanche, le débitage par fracturation a été mis en œuvre de manière marginale pour la production de supports non standardisés. Cette méthode de débitage⁽²⁾ a été appliquée sur diverses espèces de coquille : les bivalves ont par exemple été exploités pour la production de racloirs au Moustérien (Douka et Spinapolice, 2012) ou encore pour des perles discoïdales au Néolithique et au Chalcolithique (Ricou et Esnard, 2000; Laporte *et al.*, 2009; Manca, 2010). Les gastéropodes de grandes et de petites dimensions, notamment *Charonia lampas* et *Lobatus galeatus*, ainsi que *Nucella lapillus* ont été également fracturés pour la production d'objets de parure (Borrello et Rossi, 2006, p. 88, fig. 8 et fig. 9; Laporte *et al.*, 2009; Mas, 2015). La fractu-

ration de certains gastéropodes, notamment les pourpres, est aussi pratiquée mais est plutôt liée à l'alimentation et à l'extraction des substances colorantes (Dupont, 2011 et 2013; Dupont et Doyen, 2017). Les fragments issus de cette fracturation sont d'un type spécifique (Dupont, 2011, fig. 6, p. 18) et doivent être distingués des autres séquences de production visant l'obtention de supports pour la création d'outils et d'objets de parure.

Le rôle joué par le débitage par fracturation au sein des systèmes techniques préhistoriques reste à ce jour très difficile d'accès, car les remontages physiques ne sont pas aisés à mettre en œuvre pour ce type de débitage. Le « remontage par défaut » (Averbouh, 2000; voir aussi Goutas et Christensen, ce volume) est en ce sens un moyen de dépasser cet obstacle. Il s'agit d'un outil méthodologique essentiel pour déterminer si les blocs ont été fracturés dans un but artisanal, et si oui de quelle(s) manière(s). Dans cet objectif, l'évaluation, en amont de toute étude, de l'état de conservation des vestiges, et plus particulièrement de l'intervention des phénomènes taphonomiques, est primordiale pour détecter cette intention technique. De plus, tout comme les autres matières dures animales, les coquilles souffrent de modifications *post mortem* aboutissant à leur fragmentation. Dès lors, il n'est pas possible d'exclure *a priori* la récupération de fragments naturels pour la fabrication d'objets. Face à cette incertitude, plusieurs éléments sont à prendre en considération. Pour cela, la reproduction expérimentale des stigmates techniques revêt une grande importance. Elle permet de mieux caractériser les éléments diagnostiques d'une modification anthropique des coquilles, à des fins artisanales.

Un certain nombre de travaux expérimentaux concernant la fracturation des coquilles a été publié à ce jour (Cristiani et Spinapolice, 2009; Douka et Spinapolice, 2012; Manca, 2014 et ce volume a; Mas, 2015; Szabó et Koppel, 2015). Leur principal objectif était de mettre en évidence le comportement de la coquille face à la percussion (Cristiani et Spinapolice, 2009; Manca, 2014; Mas, 2015) et, lorsque cela est possible, de caractériser les pans de fracture produits à travers leur morphologie et la description des cônes de percussion (ou points d'impact) ou de l'encoche de percussion (Manca, 2013 et 2014). Les espèces prises en considération par ces travaux appartiennent aux familles de bivalves (le vernis, *Callista chione* Linné 1758; l'huître, *Ostrea edulis* Linné 1758; le spondyle, *Spondylus calcifer* (Carpenter) 1857⁽³⁾; l'arche, *Anadara* sp.; la pintadine, *Pinctada mazatlanica* (Hanley) 1856) et de gastéropodes (le strombe, *Strombus galeatus* (Swainson) 1823⁽³⁾; la patelle, *Scutellastra flexuosa* (Quoy & Gaimard) 1834). Si ces contributions participent aux connaissances sur le comportement du matériau « coquille » lors d'une percussion directe diffuse, elles ne sont pas toujours suffisantes pour interpréter le matériel archéologique, car les caractéristiques des stigmates techniques peuvent varier selon l'espèce étudiée.

Le but de la présente étude est d'exploiter la complémentarité de trois approches (expérimentale, technologique et fonctionnelle) dans un objectif à la fois métho-

dologique et socio-économique afin de mieux cerner le rôle du débitage par fracturation dans le système technico-économique des sociétés de la fin du Néolithique et du Chalcolithique ancien de Sardaigne. À partir des questionnements archéologiques nés de nos recherches sur les sites de Cuccuru s'Arriu (Cabras) et de Su Coddu (Selargius), nous avons mené des expérimentations visant à caractériser les pans de fracture selon deux différentes modalités de mise en œuvre de la percussion directe diffuse sur des valves d'amandes de mer *Glycymeris* sp. : avec l'emploi d'un percuteur dur en pierre et d'un percuteur tendre en bois végétal. Les stigmates ainsi obtenus ont été confrontés à ceux produits accidentellement lors d'opérations de retouche par percussion directe, car les pans de fracture occasionnés par ces deux types d'action technique (débitage par percussion directe diffuse et mise en forme par percussion directe) présentent des similitudes morphologiques importantes qui doivent être distinguées. La confrontation de ces stigmates à ceux observables sur le matériel archéologique porte à réfléchir sur l'emploi de ces deux variantes de la technique de la percussion directe diffuse, et sur les schémas de transformation auxquels elles peuvent être potentiellement associées. Mais avant de présenter les données expérimentales et les résultats obtenus, il est important d'évoquer, même brièvement, les principes méthodologiques sur lesquels nous avons fondé notre démarche et le cadre géographique et archéologique dans lequel s'enracine cette recherche.

PRINCIPES THÉORIQUES ET DÉMARCHE

Notre recherche s'est structurée en plusieurs étapes. Dans un premier temps, nous avons sélectionné les vestiges portant des stigmates techniques potentiellement liés à un débitage par fracturation, à savoir : les pans de fracture. Puis nous avons évalué l'état de conservation des pièces (nature des altérations et agents responsables) afin de restituer l'histoire post-dépositionnelle de l'assemblage et notamment le rôle de la taphonomie dans la fragmentation de valves et son impact sur la fiabilité de la lecture technique⁽⁴⁾. La troisième étape a consisté à reproduire expérimentalement des pans de fracture. Cela nous a permis de mieux caractériser les modalités de mise en œuvre d'un débitage par fracturation sur coquilles, et d'identifier les divers produits associés aux différentes étapes de la chaîne opératoire (objets finis, supports, ébauches et déchets), afin d'être en mesure d'appliquer la méthode du remontage par défaut. Cette approche permet, par le biais de l'analyse technologique, une reconstitution théorique des éléments constitutifs d'une chaîne opératoire donnée et leurs correspondances dans le matériel archéologique (Averbouh, 2000; voir aussi Goutas et Christensen, ce volume). Elle tient compte de tous les produits (du déchet à l'objet fini) qui sont idéalement réunis dans une succession ordonnée de gestes et mis en relation avec la transformation des blocs de matières pre-

mières. Son application à l'industrie en matières osseuses *stricto sensu* (os, ivoire, bois de cervidé) possède une longue tradition (par exemple en France : Averbough, 2000 et 2001 ; Provenzano, 2001 ; Maigrot, 2003 ; Goutas, 2004 ; Le Dosseur, 2006 ; Tartar, 2009), mais ce n'est pas encore le cas pour l'industrie sur coquille. Dans le cas de cette dernière catégorie de vestiges, selon les espèces concernées, la dureté et le lustré naturel de la matière première génèrent une difficulté supplémentaire pour l'identification des objets finis. En effet, cette dernière spécificité des coquilles, et de certaines espèces en particulier (comme par exemple les *Cardidae*), rend plus problématique la reconnaissance des parties actives des outils, car les polis et les autres macrotraces d'utilisation (plages de frottement, abrasions, négatifs d'enlèvements etc.) y sont plus difficiles de lecture que sur les autres matières dures animales. Dans ce cas, les analyses technique et fonctionnelle⁽⁵⁾ doivent être associées et conduites simultanément, afin que l'une puisse fournir des données essentielles pour le déroulement correct de l'autre.

L'EMPLOI DES COQUILLES EN SARDAIGNE, AU COURS DE LA PRÉHISTOIRE : ÉTAT DE LA RECHERCHE ET PROBLÉMATIQUES ASSOCIÉES

Les données bibliographiques sur l'exploitation des coquilles au cours de la Préhistoire récente, entre le VI^e millénaire av. J.-C. et le II^e millénaire av. J.-C., nous informent de leur présence dans quarante-sept sites (fig. 1). La répartition de ces gisements archéologiques montre que les coquilles ne sont pas uniquement présentes dans des sites littoraux ou à proximité du littoral mais aussi sur l'ensemble du territoire insulaire.

Même si le nombre de sites recensés dans la littérature est très limité compte tenu de la large fourchette chronologique concernée, de premières considérations très générales peuvent être formulées sur la base de ces données. L'ensemble recensé se compose de 7568 vestiges, et est constitué exclusivement d'objets de parure. Il s'agit majoritairement de sites funéraires qui appartiennent à une fourchette chronologie située entre la fin du Chalcolithique et le début de l'âge du Bronze avec la culture Campaniforme et la culture de Bonannaro (fig. 2, n^{os} 1 et 2). Une partie non négligeable des sites ne possède pas de cadre chronologique précis. Enfin, l'identification des familles ou des espèces de coquilles a concerné seulement un peu plus de 30 % de l'ensemble (fig. 2, n^o 3). Toutes ces informations indiquent qu'un important travail reste encore à faire sur la caractérisation de l'industrie sur coquille en Sardaigne et que ces données sont partielles et vraisemblablement le fruit d'une sélection des pièces lors des opérations de fouille. De récents travaux sur les sociétés du Néolithique final et du Chalcolithique ancien, entre la moitié du IV^e et la moitié du III^e millénaire, ont permis de contribuer à une meilleure caractérisation de cette industrie (Manca, 2013, 2014 et 2016).

Sites concernés et chronologie

Les industries en matières dures d'origine animale des sites de Su Coddu (Selargius, Cagliari) et de Cuccuru s'Arriu (Cabras, Oristano) ont déjà bénéficié de publications de synthèse (Manca, 2013). Ces deux sites, parmi les plus importants et riches de l'île pour la Préhistoire, fournissent le corpus d'étude archéologique pour ce nouveau travail.

L'habitat préhistorique de Su Coddu se situe dans la périphérie septentrionale et nord-occidentale de la zone urbaine de Selargius (cf. fig. 1, site n^o 40). À la suite des travaux réalisés pour la construction d'un lotissement, un certain nombre de structures en creux a été mis en évidence. Dès la fin des années soixante, Enrico Atzeni confirme la présence de structures d'habitat creusées dans le substrat argileux et d'importantes quantités de matériel archéologique (Atzeni, 1967, p. 176-177). Les fouilles de Giovanni Ugas et de ses collaborateurs débutent seulement une vingtaine d'années plus tard, en 1981 (Ugas *et al.*, 1989a et 1989b). À cette occasion, une partie du village préhistorique a été fouillée (210 × 120 m), et des sépultures en fosse, creusées sous le sol des structures d'habitation ont été découvertes dans quatre zones. À partir de 1994, les travaux dirigés par Maria Rosaria Manunza (Soprintendenza per le province di Cagliari e Oristano) ont permis de mettre en évidence l'étendue du village au sud : les structures se localisent entre la route Nenni et la route Palmas et couvrent plusieurs parcelles, en partie fouillées par la *Soprintendenza* et en partie par les universités de Cagliari et de Sassari.

Le site de Cuccuru s'Arriu est localisé à proximité de la côte centre-occidentale de l'île (cf. fig. 1, site n^o 47). Situé à un point stratégique, entre les eaux intérieures et de pleine mer, ce site s'étend sur les rivages sud-occidentaux de l'étang de Cabras, sur un cordon littoral fossile, à proximité de la ligne de côte du golfe d'Oristano. L'habitat de Cuccuru S'Arriu était déjà connu au travers des prospections réalisées par Tito Zanardelli entre 1898 et 1899 (Zanardelli, 1899, p. 161 ; Santoni, 1977). Les connaissances relatives à ce site se sont améliorées grandement grâce aux recherches successives (Atzeni, 1962, p. 192, 1975, p. 1-51 et 1978, p. 83). La fouille du site a été conduite pendant les années soixante-dix sous la direction de Vincenzo Santoni, après une campagne de prospection intensive de toute la zone occupée par le site archéologique. Actuellement, le site archéologique est presque complètement submergé, à l'exception d'une petite partie où se trouvent des sépultures du Néolithique moyen et un puits nuragique.

L'analyse techno-morphologique des vestiges céramiques et lithiques a permis d'encadrer chronologiquement les occupations humaines de ces deux sites. Le site de Cuccuru s'Arriu est associé à diverses phases de fréquentation qui correspondent à plusieurs contextes culturels distincts : Néolithique moyen de Bonu Ighinu, San Ciriaco, Ozieri I, Ozieri II et Monte Claro (Santoni, 1982, p. 70 ; 1989, p. 170-171 ; 1991, p. 15 et 1992, p. 157). Les phases d'occupation de l'habitat de Su Coddu sont

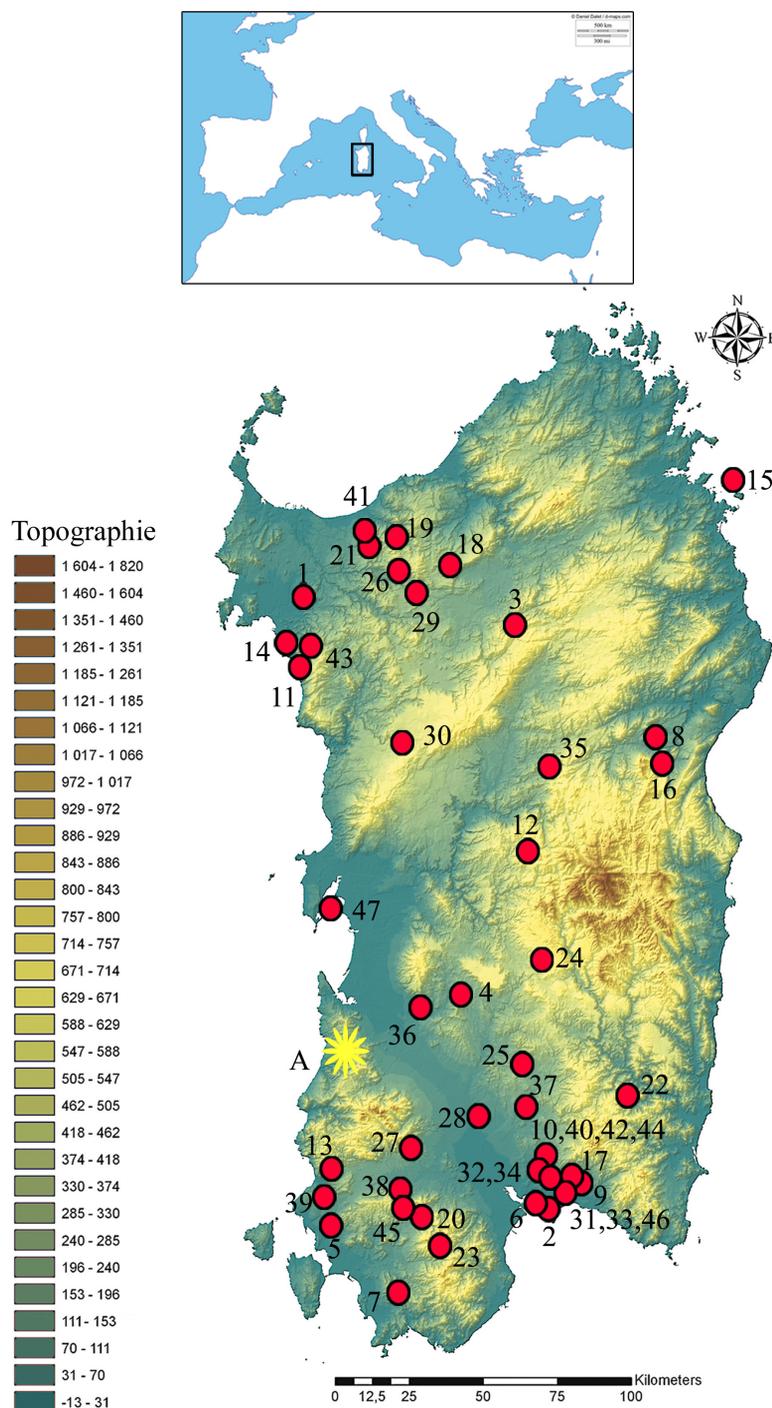


Fig. 1 – Emplacement des sites mésolithiques (A), néolithiques et chalcolithiques (1-47) sardes dans lesquels ont été retrouvés des vestiges d'industrie sur coquille. A : Sa domu 'e S'orku, Arbus (VS); 1 : Anghelu Ruiiu, Alghero (SS); 2 : Bagno Penale, Cagliari (CA); 3 : Bariles, Ozieri (SS); 4 : Bingia 'e Monti, Gonnostramatta (OR); 5 : Cannas di Sotto, Carbonia (CI); 6 : Capo S. Elia, Cagliari (CA); 7 : Carbonia, Cagliari (CI); 8 : Corbeddu, Oliena (NU); 9 : Cuccuru Craboni, Maracalagonis (CA); 10 : Cuccuru Nuraxi, Settimo San Pietro (CA); 11 : Cuguttu, Alghero (SS); 12 : Gavoi, Nuoro (NU); 13 : Grotta della Volpe, Iglesias (CI); 14 : Grotta Verde, Alghero (SS); 15 : Grottone della Mandria, Tavolara (OT); 16 : Grotta del Guano, Oliena (NU); 17 : Is Calitas, Soleminis (CA); 18 : Littoslongos, Ossi (SS); 19 : Marinaru, Porto Torres (SS); 20 : Monte Crastu, Serrenti (VS); 21 : Monte d'Accoddi, Porto Torres (SS); 22 : Monte Luna, Senorbi (CA); 23 : Monte Miana, Santadi (CI); 24 : Murisiddi, Isili (CA); 25 : Padru Jossu, Sanluri (VS); 26 : Ponte Secco, Sassari (SS); 27 : S. Iroxi, Decimoputzu (CA); 28 : Sa Korona, Villagrecia (CA); 29 : Sa Turricola, Muros (SS); 30 : S'Adde, Macomer (NU); 31 : San Bartolomeo, Cagliari (CA); 32 : San Gemigliano, Sestu (CA); 33 : Sant'Elia, Cagliari (CA); 34 : S'Arenargiu, Dolianova (CA); 35 : Sas Concas, Oniferi (NU); 36 : Scaba 'e Arriu, Siddi (VS); 37 : Serra Cannigas, Villagrecia (CA); 38 : Serramanna, Medio Campidano (VS); 39 : Su Carroppu di Sirri, Carbonia (CI); 40 : Su Coddu, Selargius (CA); 41 : Su Crocifissu Mannu, Porto Torres (SS); 42 : Su Pirastru, Ussana (CA); 43 : Taulera, Alghero (SS); 44 : Terramaini, Pirri (CA); 45 : Tomba dei Guerrieri, Decimoputzu (CA); 46 : Via Basilicata, Cagliari (CA); 47 : Cuccuru s'Arriu, Oristano (OR).

Fig. 1 – Location of the Mesolithic (A), Neolithic and Chalcolithic sites (1-47) of Sardinia that yielded pieces of shell industry.

beaucoup plus restreintes, et sont comprises entre le Néolithique final Ozieri I et le premier âge du Cuivre Ozieri II (Ugas *et al.*, 1989a, p. 7). Aucune datation absolue pour le Néolithique final ne provient des deux sites étudiés ; celles disponibles (entre 4100 et 3500 av. J.-C.) sont issues d'autres sites insulaires, tels que Contraguda, Filiestru, San Benedetto, Monte d'Accoddi, Sa Ucca de su Tintirriolu, Grotta del Guano et Su Coddu (Boschian *et al.*, 2001, p. 256; Trump, 1983 et 2002, p. 430; Lai, 2012, p. 318; Tanda, 2012, p. 60; Castaldi, 1980, p. 150; Tiné et Traverso, 1992). Une datation absolue de Su Coddu (structure 134, couche 1206) définit le moment de passage entre les cultures d'Ozieri I et d'Ozieri II vers la moitié du IV^e millénaire av. J.-C. (Melis et Piras, 2010, tabl. 4). À Su Coddu, lot Badas, d'autres datations provenant de différentes structures (silos et habitat) sont cohérentes

avec le cadre chronologique de la culture d'Ozieri II, ce qui fut confirmé par l'analyse des formes vasculaires, qui sont culturellement homogènes – LTL1104A : 3364-3029 av. J.-C. (cal. 2 σ); LTL2932A : 3098-2887 av. J.-C. (cal. 2 σ); LTL1105A : 30302892 av. J.-C. (cal. 2 σ); Melis *et al.*, 2007. Ces datations permettent de caler le Chalcolithique ancien, dans cette région, entre 3700 et 2900 av. J.-C.

Corpus d'étude et problématiques spécifiques

Nous avons pris en considération l'industrie sur coquille relative au Néolithique final et au Chalcolithique ancien. Le corpus étudié a été sélectionné parmi les vestiges fauniques de Su Coddu exhumés à l'occasion des fouilles effectuées sous la direction de Maria Rosaria Manunza (jusqu'aux interventions préventives de 2011), de Giovanni Ugas et de Maria Grazia Melis. Les pièces proviennent de différents types de structures (puits, structures de stockage, habitations) situées dans les lots Badas, Impresa Putzu, Siddi, V^e et strada D.

L'industrie sur coquilles de Su Coddu compte 202 vestiges (tabl. 1). Il s'agit d'une part, de valves collectées à l'état frais et d'autre part, de valves collectées sur les plages⁽⁶⁾, comme en témoigne l'intense degré d'émoussé de certaines surfaces. Les coquillages collectés à l'état frais sont très nombreux et dominant largement l'industrie, avec 155 vestiges, soit 76,73 % du total. En revanche, les coquilles collectées *post-mortem* sur les plages ne constituent que 26,23 % de l'industrie (47 pièces).

Les quatre grandes catégories de produits de la chaîne technique de transformation (les objets finis, les ébauches, les supports et les déchets) sont inégalement représentées. Les objets finis dominent l'industrie sur coquille avec 85,64 % (173 pièces). En revanche, les ébauches et les supports sont très peu attestés, soit respectivement : 1,48 % (3 pièces) et 1,98 % (4 pièces) du total. À cet ensemble, il est nécessaire d'ajouter 10,89 % des coquilles (22 pièces) dont les caractéristiques morphologiques témoignent de leur collecte dans un but non alimentaire, mais qui ne présentent pourtant ni traces techniques ni d'utilisation.

Pour le site de Cuccuru s'Arriu, 195 vestiges ont été sélectionnés (tabl. 1). Ils proviennent des secteurs de fouille A, B, C et F, caractérisés par la présence des mêmes types de structures que celles retrouvées à Su Coddu. Il s'agit essentiellement de coquilles collectées sur les plages (179 pièces, soit 91,79 % du total), tandis que seule une faible partie de l'industrie a été aménagée sur des valves de coquillages collectées à l'état frais (16 vestiges, soit 8,20 %). Au total, 125 objets finis (64,10 %) ont été identifiés parmi les 195 coquilles du corpus. Les autres produits techniques sont représentés uniquement par deux ébauches (1 % de l'industrie). Les vestiges restants ne présentent ni stigmates techniques, ni traces d'utilisation et ont donc été classés dans l'ensemble réunissant les supports potentiels ou blocs de matière première (fig. 2, n° 1); il s'agit de 68 vestiges, soit 34,87 % du corpus. La majorité des objets finis sont produits sur des supports plats⁽⁷⁾

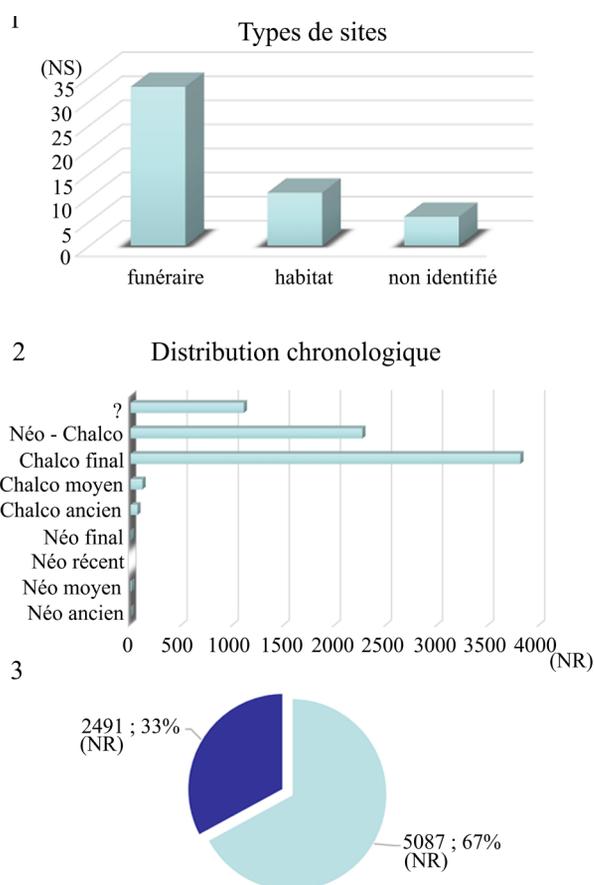


Fig. 2 – Données quantitatives (nombre de sites) sur les vestiges en coquille de Sardaigne du Néolithique ancien à la fin du Chalcolithique. 1 : types de sites concernés (NS = nombre de sites); 2 : distribution chronologique des pièces (NR = nombre de restes); 3 : indications bibliographiques sur les espèces exploitées (2 491 vestiges avec l'indication de la famille ou de l'espèce de coquilles attestées; NR = nombre de restes).

Fig. 2 – Quantitative data (number of sites) on the shell artefacts attested in Sardinia from the early Neolithic to the end of the Chalcolithic. 1: types of sites taken into account (NS = number of sites); 2: chronological distribution of the pieces (NR = number of remains); 3: Bibliographical indications about the exploited species (2.491 remains with the indication of the family or the species of shells attested; NR = number of remains).

(120 vestiges, soit 96% des objets finis). Les supports en volume, correspondant aux tronçons de coquille de gastéropodes, sont au nombre de cinq (4% des objets finis).

La grande majorité des coquilles du corpus a été transformée par façonnage direct et seul un faible nombre atteste potentiellement une volonté de fracturer les blocs par percussion. Il s'agit de 66 vestiges, 31 provenant du site de Cuccuru s'Arriu et 35 provenant du site de Su Coddu (tabl. 1), qui présentent des pans de fracture. Ces stigmates sont localisés en périphérie de la valve ou dans la zone centrale. C'est justement leur localisation qui pourrait fournir des indices pour comprendre l'intention technique sous-jacente à leur transformation :

- produire un support, dans ce cas, nous serions bien en présence d'un débitage par fracturation. Cela pourrait concorder avec la présence de pans de fracture localisés dans la partie centrale de la coquille ;

- éliminer de petites portions de la coquille au cours d'un façonnage direct sur une coquille presque entière et dans ce cas, les pans de fracture sont localisés en périphérie, à distance de la charnière.

Malheureusement, la réalité est bien plus complexe et l'intention technique ne semble pouvoir être précisée qu'à partir de la localisation des pans de fracture. En effet, nos connaissances sur la fracturation des coquilles sont tellement pauvres qu'il serait imprudent de parvenir à cette conclusion sans avoir testé au préalable de quelle manière les espèces concernées se comportent suite à la mise en œuvre d'une percussion directe diffuse. Cet état de fait tient en premier lieu au manque de connaissances sur les conséquences de la percussion directe diffuse sur ce type de vestiges (Manca, ce volume a), ce qui limite nos observations sur le matériel archéologique. Parmi les espèces

majoritairement attestées, *Ostrea edulis* et *Glycymeris* sp., nous disposons d'informations utiles à l'identification et à la caractérisation des pans de fracture pour les huîtres (Manca, 2014), tandis que pour les *Glycymeris* nos connaissances sont très réduites. En second lieu, si pour les *Ostrea* nous disposons des divers produits de transformation (ébauches, supports et objets finis), pour les *Glycymeris* nous n'avons qu'un petit nombre d'objets finis (lissoirs-racloirs). Ces vestiges présentent des pans de fracture qui doivent être en premier lieu identifiés comme résultant d'une intention technique. Dans un second temps, l'étude des autres produits techniques, nous permettra de relier ces vestiges à une production déterminée. Il pourrait s'agir effectivement d'une production de supports par fracturation, relative à une phase de débitage, ou à une activité de réduction du bloc, liée à un façonnage direct.

Pour répondre à ces questions relatives aux modalités de transformation et au rôle que la percussion a pu jouer dans cette industrie, nous avons mis en place une méthodologie impliquant l'emploi de l'archéologie expérimentale en étroite association avec l'analyse technologique et fonctionnelle.

La matière première et les espèces exploitées

Les espèces présentant des pans de fracture ne sont pas très nombreuses sur chacun des sites : quatre pour Cuccuru s'Arriu et trois pour Su Coddu (tabl. 2). Pour le site de Cuccuru s'Arriu, les espèces identifiées sont *Hexaplex trunculus* Linné 1758, *Spondylus gaederopus* Linné 1758, *Glycymeris* (da Costa) 1778 et *Charonia lampas* Linné 1758. À ces deux dernières espèces, également attestées à Su Coddu, s'ajoutent des exemplaires d'*Ostrea edulis* Linné 1758.

Site	Repartition chronologique des vestiges	Coquilles composant l'industrie sur coquille					Coquilles présentant des pans de fracture			
		Ozieri I	Ozieri II	Ozieri I/Ozieri II	Indét.	Total	Ozieri I	Ozieri II	Ozieri I/Ozieri II	Total
Su Coddu		2	167	33	0	202	0	30	5	35
Cuccuru S'Arriu		83	95	13	4	195	15	16	0	31
Total		85	262	46	4	397	15	46	5	66

Tabl. 1 – 1 : Vestiges en coquille présentant des stigmates techniques potentiellement liés à la fracturation.

Table 1 – 1: *Shell pieces exhibiting technical stigmata potentially connected to fracturing.*

Espèces	Su Coddu	Cuccuru S'Arriu	Sous-total
<i>Spondylus gaederopus</i> (Linnaeus) 1758	0	7	7
<i>Glycymeris glycymeris/pilosa</i> (da Costa) 1778	3	22	25
<i>Ostrea edulis</i> (Linnaeus) 1758	30	0	30
<i>Charonia lampas</i> (Linnaeus) 1758	1	1	2
<i>Hexaplex trunculus</i> (Linnaeus) 1758	1	0	1
Indéterminé	0	1	1
TOTAL	35	31	66

Tabl. 2 – Détermination taxinomique des vestiges présentant des pans de fracture.

Table 2 – *Taxinomic identification of remains exhibiting fracture planes.*

État de conservation des vestiges

Pour une partie des pièces (13 exemplaires, soit 19,69% de l'ensemble), nous avons identifié des modifications récentes et accidentelles, produites au cours de la fouille ou pendant l'enfouissement, et consistant en des pans de fracture aux bords anguleux, pour lesquels la couleur est plus claire que sur le reste de la surface de la coquille. La présence de concrétions a été enregistrée sur une grande partie du corpus (61 vestiges sur 66). Elles sont pour la plupart localisées à la fois sur les deux faces (55,73%), sur la face interne (36,06%) ou sur la face externe (6,55%). Si ces altérations sont susceptibles de nuire à l'observation globale des vestiges (fig. 3, n° 1), elles sont souvent partielles (43,93%) et sont localisées occasionnellement sur l'umbo ou sur la charnière, plus rarement sur les bords. Dans la plupart des cas, la face externe est concrétionnée seulement sur de petites superficies alors que la face interne est affectée par des concrétions plus intenses. L'observation des parties non concrétionnées a souvent été suffisante pour permettre l'estimation du degré de modification taphonomique relevant de la biocénose et de la thanatocénose (Thiébaud *et al.*, 2010; Zuschin *et al.*, 2003). De plus, des plages de dissolution de la surface ont été observées sur moins de la moitié des vestiges et dans la majorité des cas avec une faible étendue (fig. 3, n°s 1, 4 et 5). Des vermiculations, c'est-à-dire les empreintes occasionnées par l'action des racines ou des agents biologiques, ayant une morphologie irrégulière et une section en U, ont été observées sur 62,12% du corpus (41 vestiges; fig. 3, n°s 2 et 4). Enfin, d'autres modifications, telles que de petits trous sur la surface, causés par des agents biologiques (fig. 3, n° 3), des altérations chromatiques et la dessiccation des surfaces sont rarement attestées (fig. 3, n° 2).

Ainsi malgré un état de conservation assez moyen, étant donné qu'une grande partie du corpus est affectée par la présence de concrétions et de vermiculations, la lecture des surfaces modifiées dans un objectif technique ou fonctionnel a été possible; l'extension de ces altérations étant réduite dans la majorité des cas.

UNE CONTRIBUTION À LA CARACTÉRISATION DES PANS DE FRACTURE ASSOCIÉS À L'EMPLOI DE TECHNIQUES DE PERCUSSION

Dans l'objectif de caractériser les déchets, les supports et les objets finis découlant des techniques de percussion, il est avant tout nécessaire de prendre en considération les caractéristiques mécaniques, structurales et morphologiques de la matière première (Szabó, 2008). Dans le cas des coquilles, ces caractéristiques peuvent varier de façon considérable selon la famille ou l'espèce d'appartenance, mais aussi de l'état de la matière lors de sa transformation.

Caractéristiques de la matière première

Les coquilles de mollusques se composent de trois parties : le *periostracum* qui recouvre la partie extérieure du test d'une substance organique composée de protéines; l'*ostracum* qui est la partie centrale composée de carbonate de calcium et de substances organiques; et enfin l'*hy-postracum*, la partie structurale des coquilles de certains mollusques, est constituée d'une substance porcellanée ou de nacre (Negro et Liparini, 2006; Lindner, 2015).

Le *periostracum* est organisé différemment selon les espèces, mais sa présence est fréquente. L'*ostracum* est constitué d'une série de couches, parfois elles-mêmes formées de sous-couches (Chenorkian, 1990). Il se compose d'aragonite et de calcite, organisés selon des schémas divers en fonction des familles de coquillages, et dont la variabilité est très grande. Cette organisation est à l'origine des textures, des structures et des microstructures différentes des coquillages. On distingue quatre types structuraux principaux (prismatique, feuilleté, entrecroisé et entrecroisé complexe) selon l'organisation des différentes composantes. Les structures prismatiques peuvent avoir une organisation simple, fibrillaire ou complexe; les structures entrecroisées sont formées de cristaux d'aragonite – de structure lamellaire entrecroisée – ou de calcite – de structure feuilletée entrecroisée (Bøggild, 1930; Chenorkian, 1990); la structure feuilletée, la nacre, est formée par des lames disposées parallèlement à la surface interne (Chenorkian, 1990). Les différentes espèces de bivalves, de gastéropodes et de scaphopodes possèdent chacune des particularités physiques et mécaniques qui changent leur densité, leur résistance à la déformation, leur rigidité et leur dureté⁽⁸⁾.

Ceci a été confirmé par des tests effectués pour identifier ces caractéristiques physiques et mécaniques propres à différentes espèces de bivalves (Taylor et Layman, 1972)⁽⁹⁾. Le test de la compression définit le module d'élasticité, en calculant la résistance à la fracture. Les espèces les plus résistantes sont celles possédant une structure feuilletée nacreuse alors que les moins résistantes sont les valves possédant une structure simplement feuilletée, comme les *Ostrea*. Cette même espèce a aussi un comportement moins élastique que les autres, ce qui signifie qu'elle répond positivement à une percussion en se cassant avec facilité. Les autres valves, comme les *Glycymeris* sp., à structure lamellaire entrecroisée, offrent une réaction mécanique intermédiaire.

Le test de la micro-dureté a mis en évidence que les valves possédant une structure prismatique complexe sont les plus dures, suivies par celles qui possèdent une structure lamellaire entrecroisée (*Glycymeris* sp.) et homogène. La structure la moins dure reste celle feuilletée. Calculée à la fois sur des individus frais et secs, la micro-dureté est légèrement plus importante sur des valves fraîches. Le test de densité montre des résultats semblables à ceux obtenus par le test de la compression : les valves à structure feuilletée nacreuse sont les plus denses et, encore une fois, la structure simplement feuilletée reste la moins dense. Ces recherches mettent en évidence

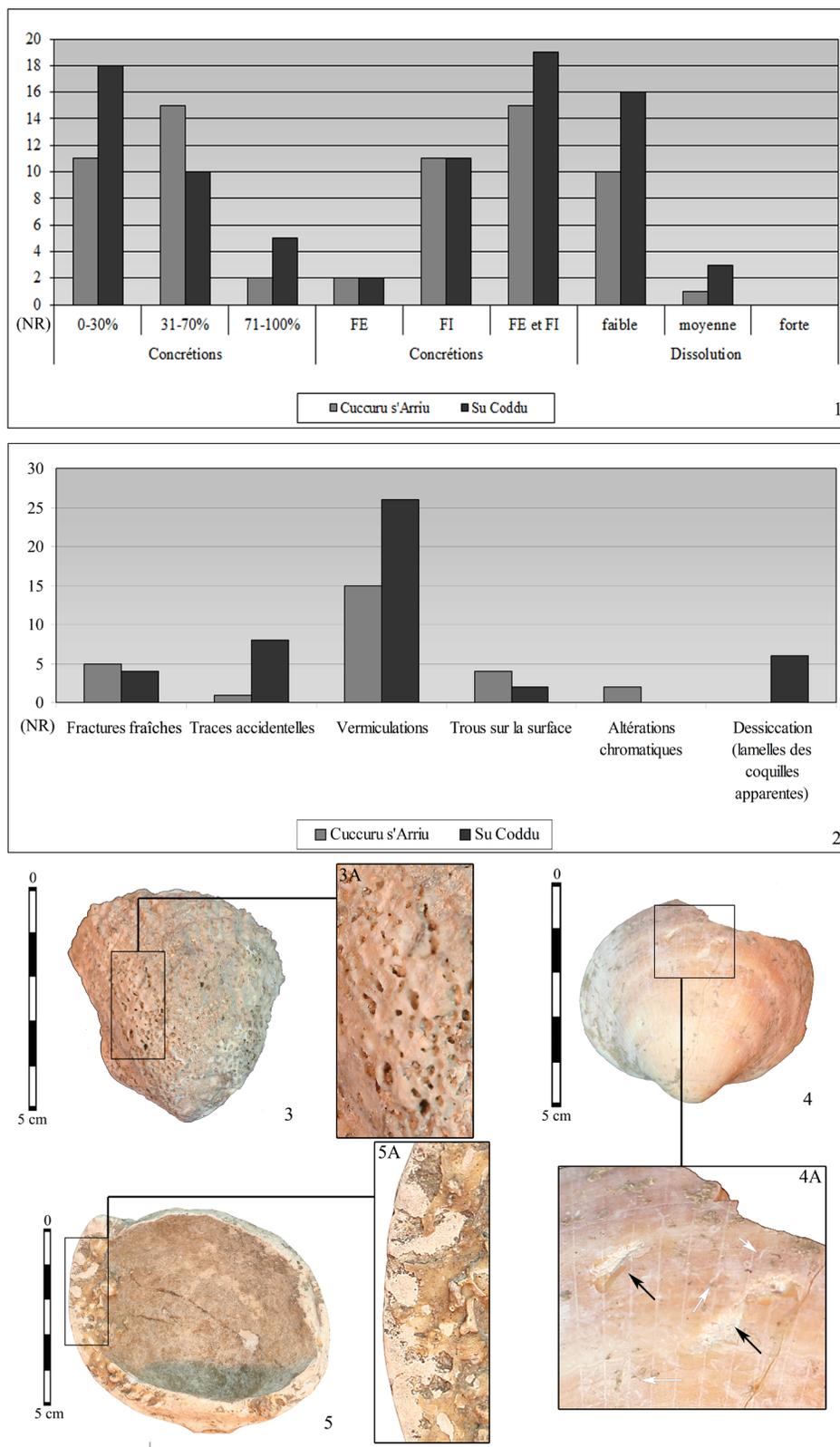


Fig. 3 – État de conservation des coquilles par site. 1 : quantité et localisation des concrétions et degré de dissolution des surfaces (FI : face interne ; FE : face externe) ; 2 : présence et valeurs quantitatives d’autres modifications taphonomiques ; 3-5 : quelques exemples de modifications taphonomiques sur les vestiges en coquille : petits trous sur la surface (3), petits aplats de dissolution – flèches noires – et vermiculations – flèches blanches (4), portions étendues de surface affectées par la dissolution (5).

Fig. 3 – State of preservation of the shells by site. 1: number and location of the concretions and degree of dissolution of the surfaces (FI: internal face, FE: external face); 2: presence and quantitative values of other taphonomic modifications; 3-5: some examples of taphonomic modifications on the shell artefacts: small holes on the surface (3), small areas of dissolution—black arrows—and vermiculation—white arrows(4)—, extended surface portions affected by dissolution (5).

une liaison entre la résistance à la compression et à la flexion de certaines structures et les dimensions des unités microstructurelles : les structures les plus résistantes s'organisent en cristallites plus larges – structure feuilletée nacreuse et lamellaire simple – alors que les structures plus fragiles sont formées par des cristaux moins larges – structure lamellaire entrecroisée et prismatique (Taylor et Layman, 1972, p. 83-84).

Parallèlement à ces composants structuraux, les éléments morphologiques jouent un rôle non négligeable dans les résultats escomptés lors d'une opération technique, en raison des dimensions des coquilles mais surtout de leur épaisseur, de leur poids et de l'apparence générale de la surface (lisse, esquilée, épineuse, côtelée ou tubéreuse). De plus, les valves de *Glycymeris*, objet de notre expérimentation, se caractérisent par des valeurs moyennes en ce qui concerne la résistance à la fracture et la micro-dureté, cette dernière étant plus importante sur des valves fraîches. L'autre espèce majoritairement exploitée, l'*Ostrea*, se distingue en revanche par une très faible résistance à la fracture et une basse micro-dureté. Ces variables affectent considérablement les résultats de la percussion, contribuant à déterminer a priori la forme des fragments obtenus, la morphologie des pans de fracture et des points d'impact. L'ensemble de ces observations démontre qu'il est nécessaire de mener des expérimentations sur chaque famille ou espèce de coquille : pour un même geste, un même mode d'action sur la matière et un même outil, le résultat est susceptible de varier.

L'application de la percussion directe diffuse aux valves de *Glycymeris* sp.

Les valves utilisées sur les sites étudiés ont été collectées sur les plages environnant le site. Nous avons visité les plages dans les alentours du site de Cuccuru s'Arriu afin de confirmer la présence des espèces de coquilles retrouvées sur le gisement archéologique et nous avons collecté diverses valves. Bien que le littoral ait subi des changements, tout particulièrement par la forte anthropisation (changement de la ligne de côte, nettoyage des plages, collecte des coquillages), nous avons pu retrouver sans difficulté les espèces de coquillages recherchées (fig. 4, n° 1), afin de conduire nos expérimentations. Les plages sont caractérisées par la présence de sable à granulométrie moyenne; les grains de sable possèdent des bords arrondis (fig. 4, n° 2). Les fonds marins sont à la fois sableux et rocheux.

L'observation macroscopique des surfaces a permis de confirmer les altérations naturelles précédemment décrites par plusieurs auteurs (Driscoll et Weltin, 1973; Parsons et Brett, 1991, voir ici fig. 4, n° 3) et attestées sur le matériel archéologique des deux sites étudiés :

- bords des valves arrondis;
- présence d'un trou dans l'*umbo*, avec des marges convexes;
- impacts signalés par l'absence de certaines parties de la valve, dont les bords de fracture sont arrondis, ou par des lignes de fracture encore visibles;

- surface brillante;
- dans certains cas, présence d'une patine blanche opaque due à l'exposition des valves aux conditions atmosphériques.

Les valves ont été mesurées (longueur, largeur, épaisseur et épaisseur corticale) et pesées pour pouvoir faire la relation entre ces données et le résultat de la fracturation (nombre de fragments obtenus; présence/absence de pans de fracture, localisation, etc.).

Rappelons notre objectif : caractériser les pans de fracture des coquilles de *Glycymeris* sp. Bien que l'analyse ait concerné l'ensemble des surfaces et des bords, la documentation photographique et descriptive des macrotraces a été principalement orientée sur les pans de fracture et les points d'impact générés lors de la percussion.



Fig. 4 – 1 : plage située dans le golfe d'Oristano, à proximité du site de Cuccuru s'Arriu, Cabras; **2 :** granulométrie du sable de la même plage; **3 :** valve de *Glycymeridae* avec traces d'érosion naturelle (échelle 10 cm).

Fig. 4 – 1 : beach located in the golf of Oristano, near the site of Cuccuru s'Arriu, Cabras; **2 :** grain sizes of the sand of this beach; **3 :** *Glycymeridae* valve with traces of natural erosion (scale 10 cm).

*Le protocole expérimental :
modalités de mise en œuvre et critères descriptifs*

Trente valves collectées sur les plages ont été employées. Leurs dimensions sont comprises entre 37 et 53 mm de longueur, 37 et 51 mm de largeur, 13 et 20 mm d'épaisseur (fig. 5, n° 1). Deux percuteurs ont été utilisés : le premier en pierre, un galet en calcaire, de forme sub-

circulaire et à section elliptique, mesure 96 mm de long, 106 mm de largeur et 33 mm d'épaisseur pour un poids de 442 g (fig. 5, n° 2); le deuxième percuteur est en bois de buis⁽¹⁰⁾, de forme sub-rectangulaire à bords rectilignes convergents et à section sub-rectangulaire, mesure 363 mm de long, 71 mm de largeur et 24 mm d'épaisseur pour un poids de 152 g (fig. 5, n° 3). La même partie active du percuteur dur en pierre, de morphologie convexe, a été



Fig. 5 – Expérimentation, percussion directe sur valves de *Glycymeridae* (échelle 10 cm). 1 : dimensions des valves transformées expérimentalement; 2-7 : percuteurs utilisés au cours des expérimentations (2-3) et localisation du point de percussion (4-7).

Fig. 5 – Experimentation, direct percussion on *Glycymeridae* valves (scale 10 cm). 1: Dimensions of experimentally transformed valves; 2-7: Hammers used during the experiments (2-3) and location of the percussion impact (4-7).

utilisée pour la fracturation de quinze blocs (fig. 5, n^{os} 4 et 6). Les blocs restants ont été fracturés avec le percuteur tendre, en utilisant le bord droit à proximité de l'extrémité distale (fig. 5, n^{os} 5 et 7). La percussion a été réalisée à une main ; les valves ont été percutees sur une enclume en bois (section de tronc de pin) et tenues fermement en position horizontale avec l'autre main. Les coups ont été assenés avec un angle d'impact de 90°, l'opérateur se situant derrière l'enclume.

Pour les 150 fragments résultants de la fracturation des valves de *Glycymeris*, nous avons effectué leur description morphologique générale, et enregistré leurs dimensions (fig. 6, n^o 1), leur localisation anatomique (bord droit, gauche, ventral, partie centrale; voir fig. 6, n^o 2), ainsi que la présence de point d'impact et de contre-coups. Ces derniers se matérialisent par des traces évidentes de percussion (cônes d'impact, encoches, feuilletage). La présence de ces stigmates, leur relation avec la percussion directe diffuse (Bunn, 1989; Capaldo et Blumenschine, 1994) et leurs spécificités comparées à celle des stigmates d'origine taphonomique (Capaldo et Blumenschine, 1994) ont été décrites pour l'industrie osseuse (voir Christensen, Goutas *et al.*, ce volume; Goutas et Christensen, ce volume). Ce type d'approche reste

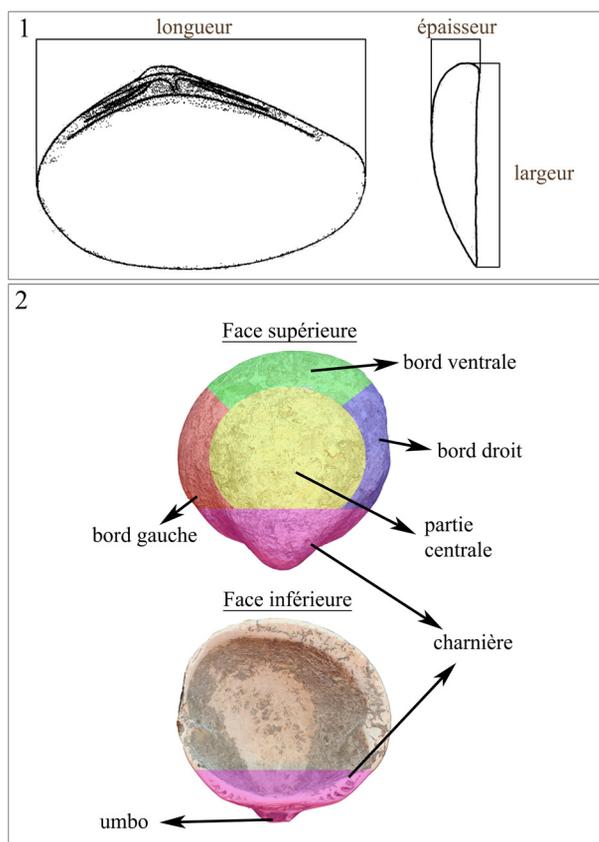


Fig. 6 – 1 : Localisation des mesures effectuées sur les valves de *Glycymeris*; **2 :** Localisation anatomique des fragments résultants de la fracturation.

Fig. 6 – 1 : Location of the measures made on the valves of *Glycymeris* valves; **2 :** Anatomic position of fragments stemming from fracturing.

encore rare et de caractère très général pour l'industrie sur coquille (Cristiani *et al.*, 2005; Manca, 2013 et 2014; Mas, 2015). Le remontage physique des fragments pour reconstituer les blocs a permis d'obtenir de nouvelles informations jusqu'alors rarement associées à un geste de percussion. Il s'agit principalement de la présence d'une texture particulière des pans de fracture, la présence de fissures et d'enlèvements à la surface.

La caractérisation morphométrique de chaque pan de fracture présent sur les fragments et sa relation avec le point d'impact a ainsi été décrite. Cela a permis de définir le nombre et la morphologie des pans de fractures associés au point d'impact et leur relation avec les autres pans de fractures. Les critères pris en considération sont : les dimensions des pans (longueur, largeur, hauteur), la morphologie (convexe, concave, segmentée), la texture et le profil des bords de la fracture (rectiligne, oblique intérieur et oblique extérieur, en V, en languette, en charnière). La texture des pans de fracture concerne l'aspect de surface des fractures; elle a été déterminée selon quatre regroupements : des pans à texture lisse, lorsqu'aucune rugosité n'est décelable sur la surface; lisse-esquillé quand la surface est plutôt lisse mais présente de petits esquillements; pseudo-irrégulière quand la surface est lisse mais se caractérise par des crêtes ou ondulations très lâches et irrégulière lorsque la surface est fortement rugueuse.

Résultats expérimentaux

L'éclatement sur enclume par percussion directe diffuse des quinze valves à l'aide d'un percuteur dur et des quinze valves avec le percuteur tendre a entraîné leur morcellement en 150 fragments (75 pour chaque type de percuteur). Les points d'impact se localisent sur la face externe, dans une partie plutôt centrale de la valve ou à proximité du bord.

La quantité de fragments produits avec les deux types de percuteurs se distribue de façon plutôt hétérogène malgré des statistiques globalement similaires. On remarque, en effet, que les valves percutees avec le galet sont plus fortement susceptibles de produire très peu de fragments (dans notre cas, six valves ainsi percutees n'ont produit que deux fragments chacune, voir fig. 7, n^o 1). En revanche, les valves percutees avec le percuteur en bois sont plus fortement susceptibles de produire un nombre de fragments plus variable (fig. 7, n^o 2). Cela traduit un contrôle plus important de la percussion effectuée avec le percuteur dur, étant donné que notre objectif de transformation était de diviser les blocs *a minima* pour obtenir des portions de grandes dimensions, à l'image de ce qui a été observé sur les pièces archéologiques.

Quel que soit le percuteur utilisé, une bonne partie des fragments sont de grande taille (portions de coquilles dont la longueur de l'axe principal est supérieur à 3 cm; fig. 8, n^o 2); on remarque toutefois que les fragments de petites dimensions (esquilles dont la longueur de l'axe principal est inférieure à 1 cm) et de moyennes dimensions (esquilles dont la longueur de l'axe principal est

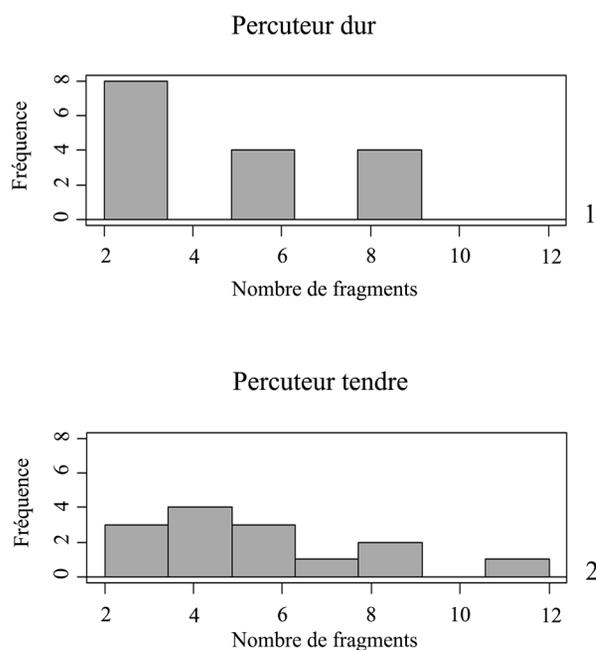


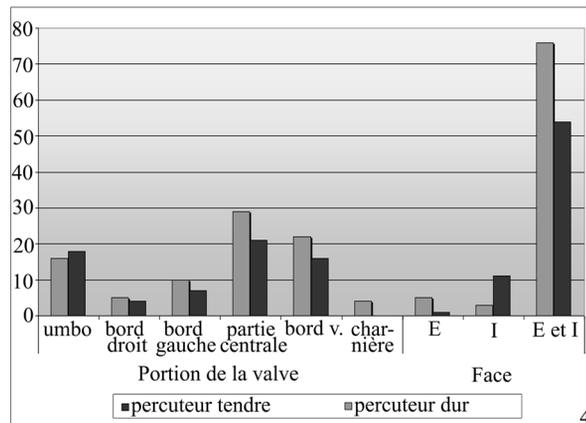
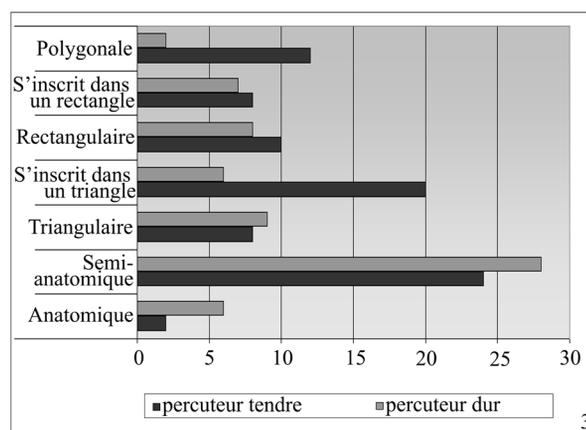
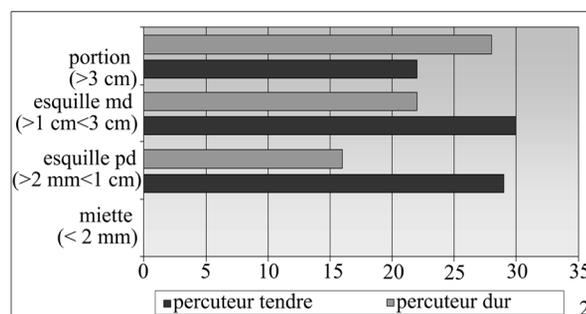
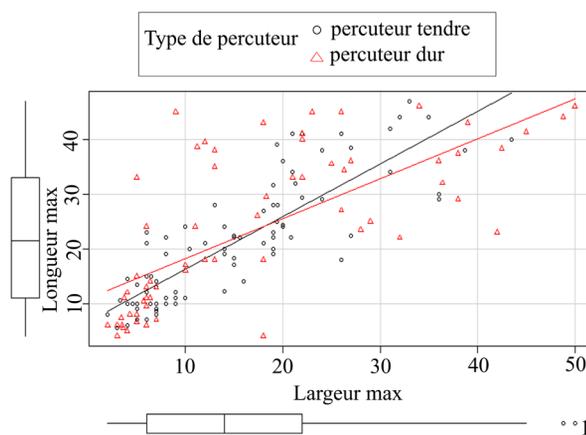
Fig. 7 – Nombre de fragments obtenus par la fracturation des valves avec un percuteur dur (1) et avec un percuteur tendre (2).
Fig. 7 – Number of fragments obtained by fracturing of the valves with a hard (1) and a soft hammer (2).

comprise entre 1 et 3 cm) se produisent plus fréquemment avec l'emploi d'un percuteur tendre (fig. 8, n° 2). Dans l'ensemble, la morphologie générale des fragments, montre une forte hétérogénéité. Plusieurs formes sont observées, et seront désignées comme (fig. 8, n° 3) : anatomique (quand le fragment conserve environ un tiers du contour naturel de la valve); semi-anatomique (quand la moitié du contour naturel de la valve est conservé); artificielle (triangulaire; rectangulaire; sub-triangulaire; sub-rectangulaire ou polygonale, cette dernière étant la moins fréquente). Les morphologies anatomique et semi-anatomique sont plus fréquentes parmi les produits obtenus avec le percuteur dur tandis que les formes artificielles – par exemple : triangulaire et sub-triangulaire – sont plus souvent attestées parmi les produits obtenus avec le percuteur tendre.

La localisation anatomique des fragments, définie selon les parties et les faces du bloc, atteste une présence

Fig. 8 – 1 : Rapport entre longueur et largeur (en mm) des fragments obtenus par la fracturation des valves avec un percuteur dur et avec un percuteur tendre; 2-3 : dimensions (2), et morphologie (3) des fragments; 4 : parties anatomiques des fragments et faces naturelles visibles sur les valves traitées expérimentalement (bord v = bord ventral; E = face externe; I = face interne).
Fig. 8 – 1: Length/width ratio (in mm) of fragments obtained by fracturing of the valves with a hard and a soft hammer; 2-3: dimensions (2) and morphology (3) of the fragments; 4: anatomical parts of the fragments and natural faces visible on the valves processed experimentally (bord v = ventral edge; E = external face; I = internal face).

majoritaire des parties anatomiques correspondantes à l'umbo, à la partie centrale et aux bords des valves, ainsi qu'aux faces externes et internes (fig. 8, n° 4). Les fragments les plus petits proviennent majoritairement des points d'impact situés sur la partie centrale de la face



interne de la valve. Il est intéressant de noter que 18% des fragments obtenus présentent des fissurations.

Sur les 150 fragments obtenus par percussion directe diffuse, seuls vingt-trois (15,33%) ont conservé des stigmates dont les points d'impact (attestés sur 21 fragments) sont parfois accompagnés de micro esquillements (dans un peu moins de 50% des cas), et de micro-esquillements (identifiés sur deux fragments). Ces stigmates sont majoritairement associés à l'utilisation du percuteur dur (16 fragments) et plus rarement avec le percuteur tendre (7

portions de valves éclatées). Dans les cas où les points d'impact sont accompagnés de micro-esquillements, ils sont toujours localisés sur la face opposée à la face percutée (face interne; fig. 9, n^{os} 1A et 6B). Dans les autres cas, le cône de percussion se termine par une petite languette (fig. 9, n^o 8C). Les pans de fracture en relation avec les points d'impact présentent une morphologie très variée : segmentés (fig. 10, n^o 6), convexes (surtout en ce qui concerne les parties situées à proximité de l'umbo; fig. 10, n^{os} 3, 4 et 8), concaves (parties correspondantes

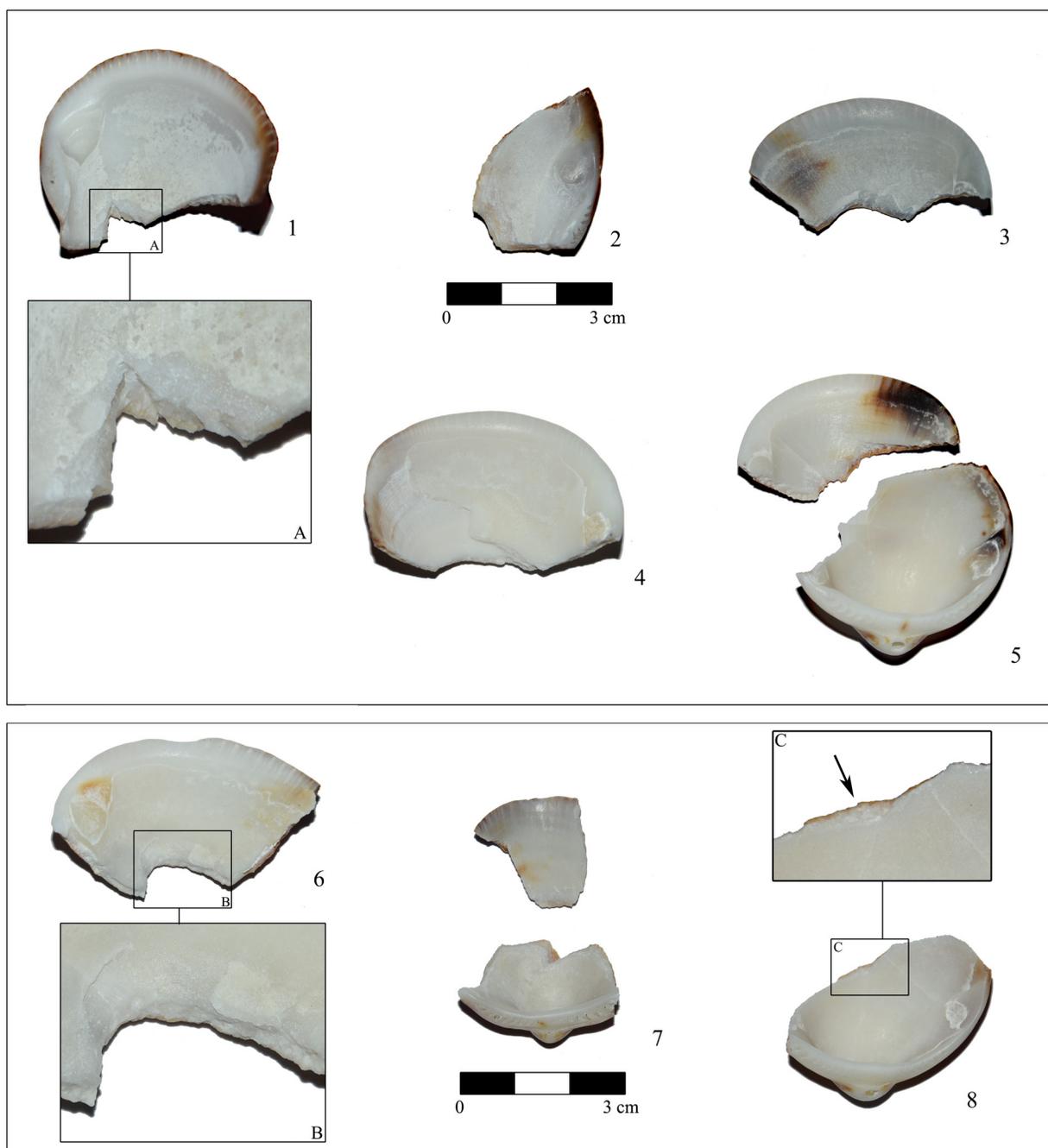


Fig. 9 – Fragments de valves obtenus par percussion diffuse avec un percuteur dur (1-5) et un percuteur tendre (6-8) et caractéristiques morphologiques des points d'impact identifiés.

Fig. 9 – Fragments of valves obtained by diffuse percussion with a hard (1-5) and a soft (6-8) hammer and morphological characteristics of the impact points.

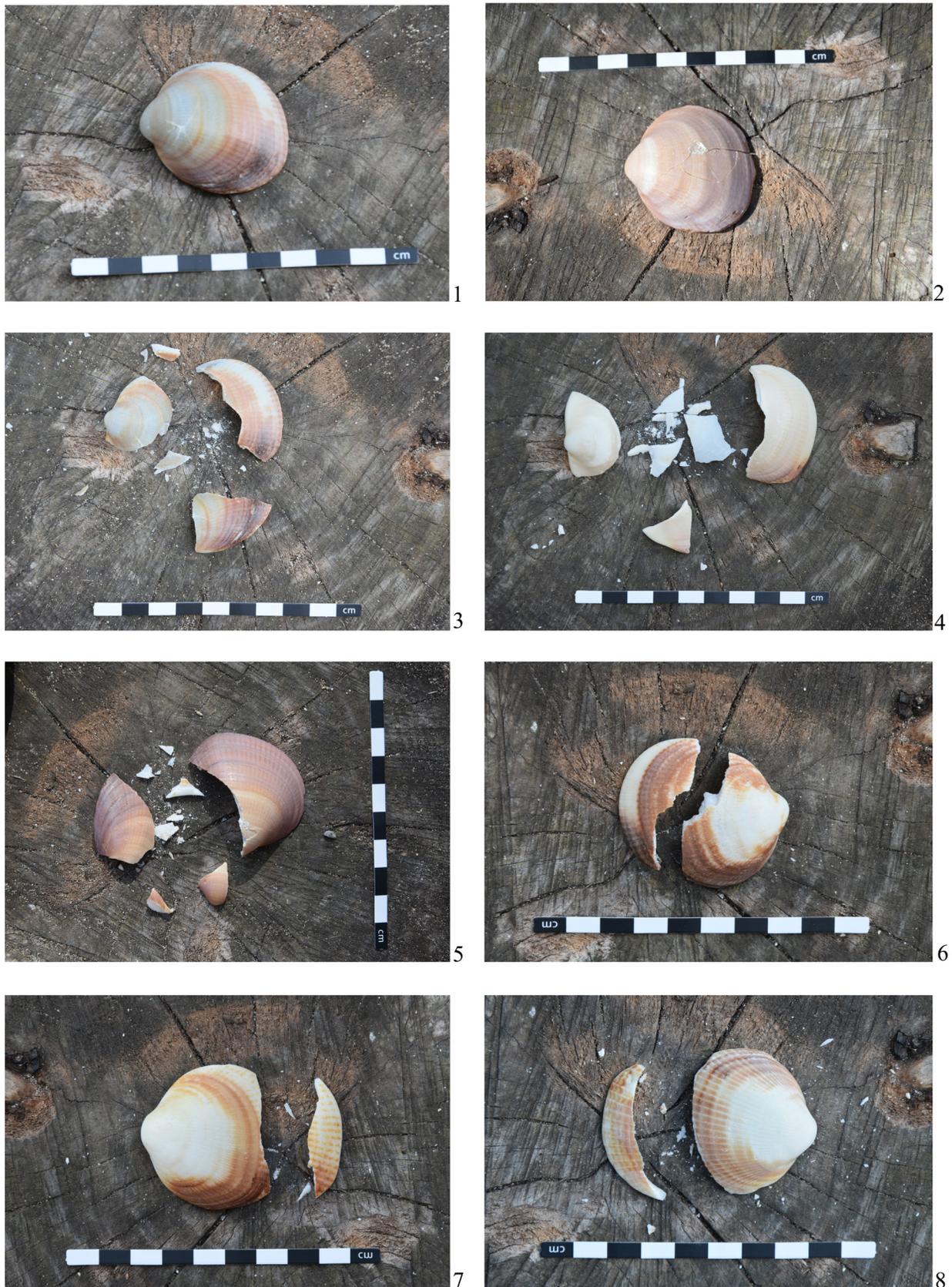


Fig. 10 – 1 et 2 : points d'impact sur les valves avant la fracture (échelle 10 cm); 3-8 : morphologie des pans de fracture en relation avec les points d'impact : en escalier (6), convexes (parties correspondantes à l'umbo : 3-4, 8), concaves (parties correspondantes aux bords; 3-4, 8) ou rectilignes (7).

Fig. 10 – 1 and 2: impact points on the valves prior to fracturing (scale 10 cm); 3-8 : morphology of the fracture planes related to the impact points : scalariform (6), convex (parts corresponding to the umbo; 3-4, 8), concave (parts corresponding to the edges, 3-4, 8) or rectilinear (7).

aux bords ; fig. 10, n^{os} 3, 5 et 8) ou rectilignes (fig. 10, n^o 7). On ne remarque pas, en revanche, de grandes différences entre les pans de fracture produits avec le percuteur tendre et ceux liés à un percuteur dur (fig. 11, n^o 1). La texture est le plus souvent lisse-esquillée avec quelques cas de texture lisse ou pseudo irrégulière (fig. 11, n^o 1). La morphologie du profil des bords de fracture est en revanche très variée avec une prépondérance d'angulation oblique interne ou en V (fig. 11, n^o 2).

La retouche par percussion directe appliquée aux valves de *Glycymeris* sp.

Cinquante-trois valves ont été retouchées pour modifier le bord du futur outil (fig. 12, n^o 1), tel que cela a été observé dans les séries de Su Coddu et de Cuccuru s'Arriu. L'action de retouche lorsque la valve de coquille est mal tenue ou la force du geste technique n'est pas bien maîtrisée peut produire des pans de fracture accidentels. Ainsi, quatorze valves sur les cinquante-trois se sont cassées lors de la retouche par façonnage direct et permettent de caractériser des pans de fracture produits non volontairement. Ils sont pour la plupart localisés sur les bords des valves et pré-

sentent deux types morphologiques différents. Le premier en « L », constitué d'un pan longitudinal et d'un autre pan transversal par rapport à l'axe principal de la valve (fig. 12, n^{os} 2 et 4), dans lequel la face interne et la face externe présentent de longues fissures orientées de la même manière (fig. 12, n^{os} 3 et 5). Le second type est transversal et peut occuper la totalité ou seulement une partie du bord (fig. 12, n^{os} 6 et 7). Il n'est pas accompagné de fissurations.

Ces pans de fracture, bien que très similaires à ceux produits expérimentalement lors d'opération de débitage par éclatement en percussion directe diffuse, présentent des différences mineures qui permettent néanmoins de les en distinguer : il s'agit des fissurations qui caractérisent le premier type de fracture en « L » (fig. 12, n^{os} 2 et 4), alors que sur les fragments obtenus par fracturation, ces fissures conservent une orientation généralement oblique par rapport à l'axe principal de la valve. Le problème reste toutefois que les valves ayant un pan de fracture transversal situé à proximité du bord ont une morphologie très similaire dans l'une et l'autre expérimentation (cf. fig. 10, n^o 7 et fig. 12, n^{os} 6 et 7). Ainsi, en prenant en considération les autres critères descriptifs que nous avons enregistré (texture et profils des bords), aucune différence formelle n'a pu être mise en évidence.

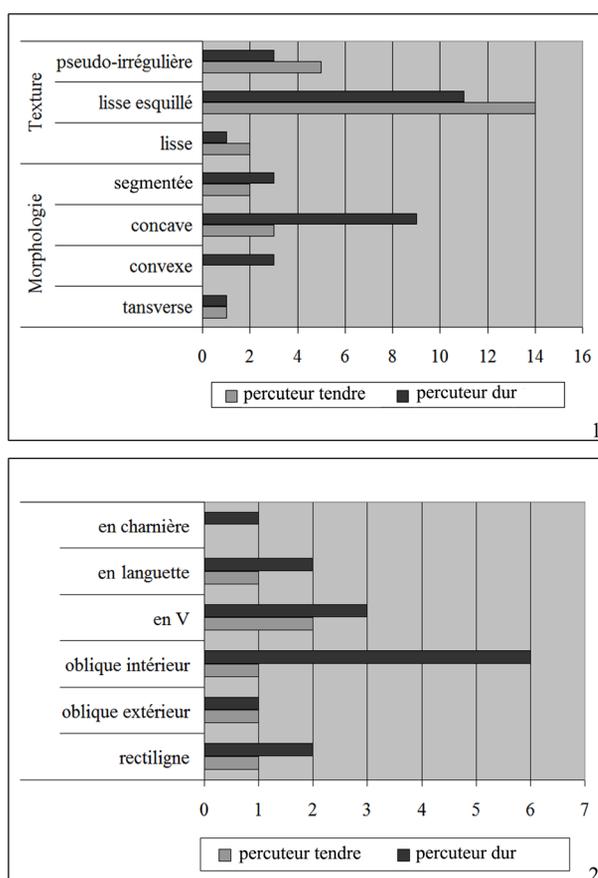


Fig. 11 – 1 : morphologie et texture des pans produits avec le percuteur végétal et celui en pierre; **2 :** morphologie du profil des bords de fracture.

Fig. 11 – 1 : morphology and texture of the fractures planes produced with the wooden and the stone hammer; **2 :** morphology of the section of the fracturing edges.

IMPLICATIONS DES EXPÉRIMENTATIONS ET DISCUSSION

Les résultats des expérimentations visant la compréhension du comportement des valves de *Glycymeris* face à la percussion directe diffuse ont des implications à diverses échelles. Elles permettent d'enrichir nos réflexions sur trois sujets principaux : les éléments caractéristiques des pans de fracture obtenus à la suite d'une fracturation ; l'identification des produits de la percussion directe diffuse dans les vestiges archéologiques ; un nouveau regard sur le rôle joué par le débitage par fracturation dans le cadre de l'industrie en coquille des sociétés sardes du Néolithique final et du Chalcolithique ancien.

Éléments de diagnose pour l'identification d'une fracturation

Plusieurs éléments participent de l'identification d'une fracturation intégrant un objectif artisanal. D'un point de vue général, une évaluation du degré de fragmentation et une étude des modifications taphonomiques des espèces concernées par la présence des pans de fracture peuvent contribuer à orienter l'interprétation des stigmates techniques observés. C'est particulièrement le cas des coquilles ramassées sur les plages présentant des indices de forte ou moyenne abrasion naturelle des surfaces. Ces coquilles, collectées alors qu'elles étaient dépourvues de la chair du mollusque, ont été transportées sur le site et exploitées en tant que matière première. L'identification de pans de fracture sur ces vestiges indique, à elle seule, une plus forte probabilité de fracturation anthro-

pique. Elles peuvent aussi présenter des cassures dues au ressac de la mer qui peuvent être facilement distinguées des pans de fracture anthropiques à travers l'analyse des bords de fracture : ceux d'origine taphonomique sont plus arrondis que ceux d'origine anthropique.

Cela dit, un ensemble d'autres caractères contribue à une identification plus poussée, comme la morphologie des pans de fracture, la présence de points d'impact, de fissurations et de micro-esquillements. Les expérimentations sur *Glycymeris* montrent que les pans de fracture ont une morphologie très variée, qu'ils soient obtenus avec un percuteur dur ou avec un percuteur tendre. Toutefois, une morphologie en V, convexe ou plano-convexe des pans de fracture en association (ou pas) aux micro-esquillements et aux fissurations témoigne de l'usage de la percussion directe diffuse. La texture des pans de fracture est souvent lisse esquillée et la face sur laquelle a été infligé le coup est indiquée par la localisation des points d'impact, des micro-esquillements, des fissures et, parfois, par la section des pans de fracture. Concernant la différenciation des résultats selon la nature du percuteur employé (dur et tendre), nous avons pu mettre en évi-

dence des tendances mais pas de morphologies de pans de fracture ou de points d'impact qui puissent être exclusives de l'un ou l'autre type de percuteur. Toutefois, nous l'avons vu, ces éléments ne sont pas systématiquement présents lors d'une fracturation intervenue dans un objectif artisanal.

Identification des points d'impact et des caractéristiques techniques de la fracturation sur le matériel archéologique

Les conditions de conservation, très variables sur les vestiges en coquille, limitent généralement les possibilités de retrouver les stigmates relatifs à une fracturation anthropique des blocs. Dans notre corpus, nous avons pu identifier des stigmates techniques sans trop de difficulté car les coquilles n'étaient que partiellement affectées par les concrétions et vermiculations.

Pour l'identification et la description des pans de fracture sur le matériel archéologique, nous nous sommes appuyée sur les expérimentations exposées ci-dessus sur les *Glycymeris* mais aussi sur les résultats expérimentaux

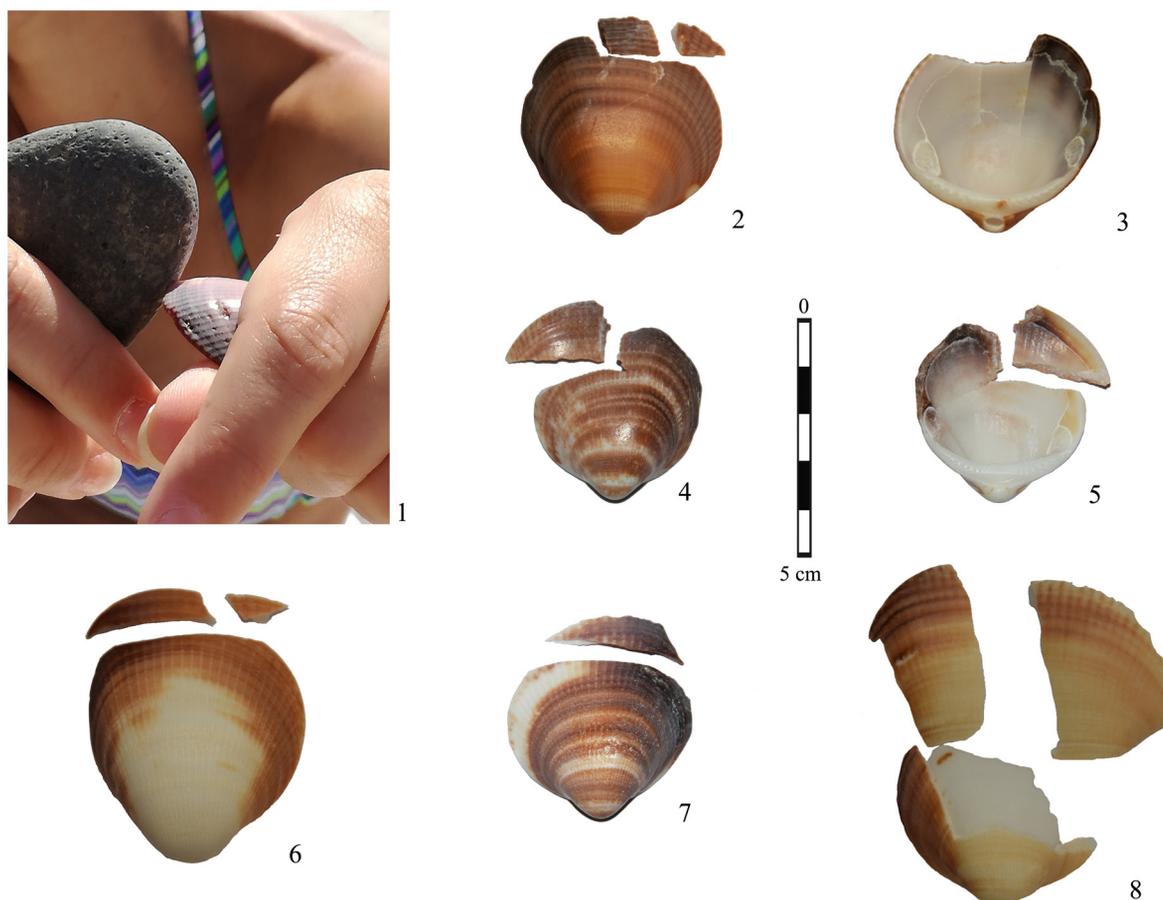


Fig. 12 – Pans de fracture produits accidentellement au cours des expérimentations visant la production d'outils retouchés. 1 : geste effectué ; 2-8 : morphologie des pans de fracture obtenus et présence d'autres éléments caractéristiques, notamment les points d'impact et les fissurations qui peuvent les accompagner.

Fig. 12 – Fracture planes produced accidentally during experiments aiming at the production of retouched tools. 1: action made; 2-8: morphology of the obtained fracture planes and presence of other characteristic elements, in particular the impact points and the cracks they can be associated with.

obtenus précédemment sur les *Ostrea edulis* (Manca, 2014)⁽¹¹⁾.

Les vestiges sur *Ostrea edulis*⁽¹²⁾ présentent des pans de fracture auxquels ne correspondent pas systématiquement des points d'impact. Sur les trente valves composant notre corpus, quatre vestiges n'ont pas de points d'impact. En revanche, pour dix-sept d'entre elles, un point d'impact est visible et pour neuf valves, on observe deux points d'impact. Leur morphologie est toujours concave, déterminée par un écrasement de la surface accompagné par le détachement de nombreuses feuilles de nacre formant la valve. La confrontation de la morphologie et de la dimension des points d'impact archéologique avec celle des points d'impact expérimentaux (les deux mesurent 8 mm en moyenne) a permis de reconnaître la taille probable des percuteurs et la morphologie de leur partie active. Il s'agit de galets de dimensions moyennes dont la partie active, convexe, est presque punctiforme (dimensions de la partie active du percuteur utilisé au cours des expérimentations : 4 × 6 mm). Les pans de fracture sont au nombre de cinquante-quatre. Leur orientation par rapport à l'axe principal des pièces (en position anatomique) est variable : transversale (24 pans), longitudinale (11 pans) et oblique (19 pans). L'inclinaison du pan de fracture, légèrement oblique vers la face externe de la valve, indique que la percussion a été réalisée sur la face interne de la valve.

Sur les vingt-cinq valves de *Glycymeris*, nous avons pu identifier vingt-sept pans de fracture pour seulement sept points d'impact. Ces pans ont une morphologie convexe (4 pièces ; fig. 13, n^{os} 7 et 9), concave (11 pièces ; fig. 13, n^{os} 10, 12 et 13), rectiligne (11 pièces ; fig. 13, n^o 6) et convexe-concave (1 pièce ; fig. 13, n^o 8). Leur orientation par rapport à l'axe principal des valves (en position anatomique) peut être transversale (14 pans), oblique (8 pans) et longitudinale (5 pans), et leur section peut être rectiligne (19 pans), oblique vers la face externe de la valve (3 pans), en languette (4 pans) ou en charnière (1 pan). Les points d'impact, quant à eux, sont associés à des bords en V ou à la présence de languette ; dans trois cas, ils sont accompagnés de micro-esquillements. Leur position indique que la fracturation des valves a été réalisée depuis la face externe. La taille des valves identifiées est très variable ce qui suggère un manque de standardisation dans le choix des blocs de matière première.

La presque totalité des valves de *Spondylus gaederopus* présente des pans de fracture localisés sur le bord de la valve (fig. 14, n^{os} 1 et 2). Néanmoins, sur deux d'entre elles ces stigmates sont localisés dans la partie centrale et présentent une morphologie segmentée (fig. 14, n^{os} 3) et hélicoïdale (fig. 14, n^{os} 4). L'observation générale des surfaces a permis d'identifier trois points d'impact, caractérisés par des profils concaves plus ou moins larges, une texture des pans de fracture lisse-esquillée (fig. 14, n^{os} 1, 2 et 4). Il n'a été possible d'identifier une fracturation intervenue depuis la face externe que sur un seul vestige (fig. 14, n^o 4).

Enfin, sur les fragments de valves issues de *Charonia lampas* (deux vestiges) et sur une grande coquille indé-

terminée, dont les dimensions et l'épaisseur sont compatibles avec cette espèce de grand gastéropode, nous n'avons pas pu clairement identifier de points d'impact (fig. 14, n^{os} 5, 6 et 8). Si l'intentionnalité strictement technique de cette fracturation ne peut être démontrée (des portions de labre peuvent se trouver échouées sur la plage), ces trois vestiges sont homogènes du point de vue de leur origine anatomique (labre du gastéropode), les stigmates identifiés et leur localisation. Les pans de fracture, orientés longitudinalement et transversalement par rapport à l'axe principal de la pièce, présentent des bords très frais mais déjà légèrement arrondis, en contraste avec le fort émoussé naturel du labre de la coquille. De plus, on doit noter la présence d'irrégularités sur les pans de fracture transversaux, notamment des encoches et des enlèvements (fig. 14, n^{os} 5, 6 et 8). Pour ces raisons, nous avons raisonnablement supposé que les fractures peuvent être intentionnelles et successives à la collecte et précéder une éventuelle utilisation.

L'exploitation techno-économique des ressources en coquille et le rôle de la fracturation

L'industrie sur coquille des sites néolithiques et chalcolithiques de Su Coddu et de Cuccuru s'Arriu se caractérise par l'exploitation de deux ensembles de coquilles : l'un composé de coquillages, collectés dans un but alimentaire et qui fournissent de la matière première pour la fabrication d'outils biseautés (*Ostrea edulis*), et l'autre constitué de coquilles ramassées sur les plages dans le seul but artisanal pour la production d'objets de parure et d'instruments (lissoirs et raclours, aménagés sur *Glycymeris pilosa/nummaria*, *Spondylus gaederopus*, *Hexaplex trunculus* et *Charonia lampas*).

Les modalités d'acquisition sont variables selon le biotope des coquilles. La plupart des espèces qui composent nos corpus peuvent vivre dans des eaux peu profondes, ce qui en facilite le ramassage à pied. La récolte des huîtres pouvait être effectuée à la main ou à l'aide d'un outil lorsque l'*Ostrea* était solidement fixée à la roche (Melis *et al.*, 2004). Les probables lieux d'approvisionnement en espèces vivantes, notamment l'*Ostrea*, sont situés à proximité du site de Su Coddu : l'étang de Molentargius et la lagune de S. Gilla⁽¹³⁾. La collecte des espèces ramassées mortes a pu être effectuée sur les mêmes lieux et sur diverses plages du littoral. En particulier, les côtes de Pesaria (Oristano sud), Tharros ouest, San Giovanni di Sinis et Is Aruttas, proches du site de Cuccuru s'Arriu, pouvaient constituer un lieu de récolte favorable car on y retrouve de nos jours un grand nombre des espèces de bivalves et des gastéropodes attestées sur le site, notamment des *Glycymeris*, des *Spondylus* et *Hexaplex trunculus*. La localisation des lieux potentiels d'approvisionnement permet d'identifier les points du territoire fréquentés par les habitants de Su Coddu et de Cuccuru s'Arriu. Toutefois, il n'est pas exclu que l'introduction de ces matières premières dans les sites soit le fruit d'échanges avec d'autres communautés. En ce qui concerne le site de Cuccuru s'Arriu, par exemple,

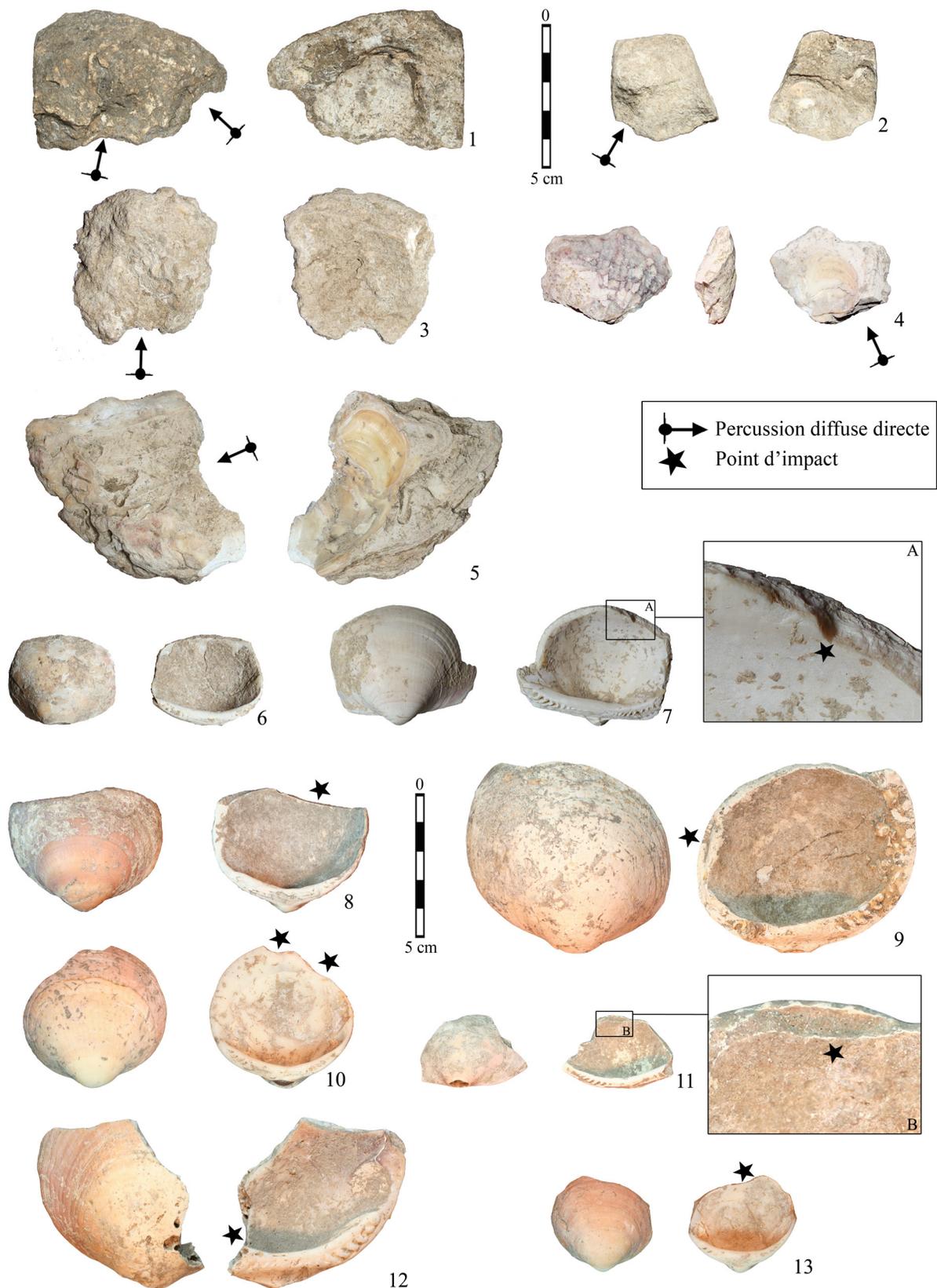


Fig. 13 – Vestiges archéologiques présentant des pans de fracture et des points d’impact relevant de la percussion directe. 1-5 : industrie sur *Ostrea edulis*, Ozieri II, site de Su Coddu (Selargius); 6-13 : industrie sur *Glycymeris pilosa/nummaria*. 6-7 : Ozieri II, site de Su Coddu; 8, 13 : Ozieri I, Cuccuru s’Arriu; 9-12 Ozieri II, Cuccuru s’Arriu.

Fig. 13 – Archaeological pieces with fracture planes and impact points caused by direct percussion. 1-5: *Ostrea edulis* industry, Ozieri II, site of Su Coddu (Selargius); 6-13: *Glycymeris pilosa / nummaria* industry. 6-7: Ozieri II, site of Su Coddu; 8, 13 Ozieri I, Cuccuru s’Arriu; 9-12 Ozieri II, Cuccuru s’Arriu.

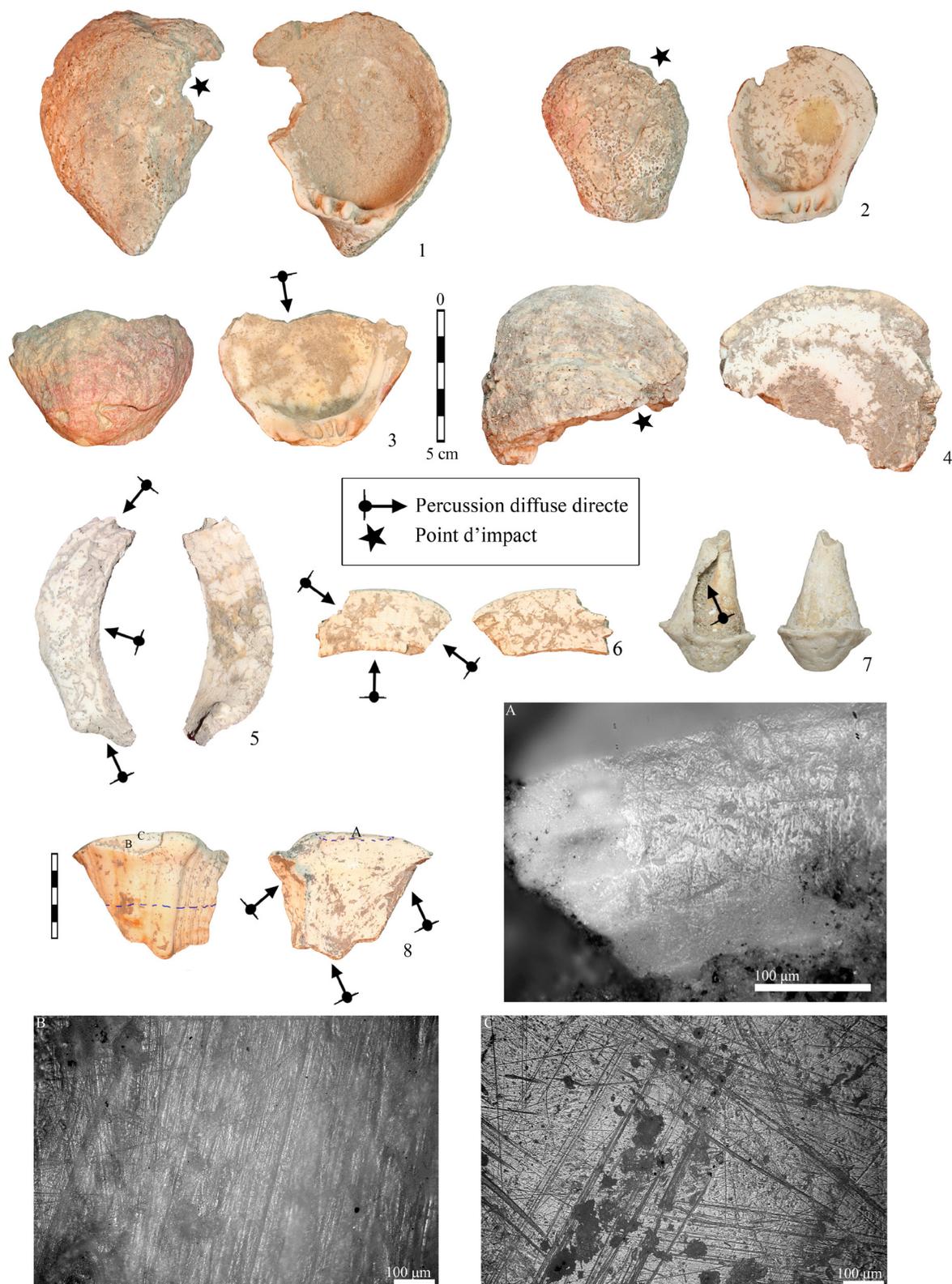


Fig. 14 – Vestiges archéologiques présentant des pans de fracture et des points d'impact relevant de la percussion directe. 1-4 : industrie sur *Spondylus gaederopus*, Ozieri II, site de Su Coddu (Selargius); 1, 3-4 : Ozieri I, Cuccuru s'Arriu; 2 : Ozieri II, Cuccuru s'Arriu. 5-7 : Industrie sur *Charonia lampas* (5, 7) et grand gastéropode indéterminé (6). 5 : Ozieri II, site de Su Coddu; 6 : Ozieri I, Cuccuru s'Arriu; 7 : Ozieri II, Cuccuru s'Arriu.

Fig. 14 – Archaeological pieces with fracture planes and impact points caused by direct percussion. 1-4: *Spondylus gaederopus* industry, Ozieri II, site of Su Coddu (Selargius); 1, 3-4: Ozieri I, Cuccuru s'Arriu; 2: Ozieri II, Cuccuru s'Arriu. 5-7: *Charonia lampas* industry (5, 7) and large indeterminate gastropod (6). 5: Ozieri II, site of Su Coddu; 6: Ozieri I, Cuccuru s'Arriu; 7: Ozieri II, Cuccuru s'Arriu.

la péninsule du Sinis présente de nombreux indices archéologiques indiquant une intense fréquentation des lieux pendant l'Ozieri I. Des indices d'habitat sont connus à proximité de certains lieux potentiels d'approvisionnement localisés sur la côte, à l'ouest du site de Cuccuru (Stiglitz, 1998, p. 30 ; Melis, 2011). En supposant que l'occupation de ces sites d'habitat soit le fruit de groupes différents de celui de Cuccuru et qu'ils soient contemporains, il est possible que certains blocs de matière première (ou leur totalité ?) aient été introduits à Cuccuru s'Arriu par le biais d'échanges et non par une collecte directe. Néanmoins, en l'absence d'informations plus précises sur les sites localisés dans ce territoire, il est également possible que ces indices d'habitat soient le résultat d'une gestion particulière de l'espace : il pourrait s'agir du témoignage de déplacements du groupe de Cuccuru s'Arriu et donc d'une gestion semi-sédentaire d'un territoire relativement vaste.

Sur ces coquilles, nous avons mis en évidence la présence des pans de fracture potentiellement liés à un schéma de transformation par fracturation. Pour l'industrie sur coquille de Cuccuru s'Arriu et Su Coddu, les données à notre disposition sont pour l'instant très rares car nous n'avons pu identifier que quelques éléments techniques et très peu d'objets finis.

D'un point de vue technique, la présence de pans de fracture et de points d'impact sur le matériel archéologique ne suffit pas à la compréhension de l'intention de production. En effet, en l'absence de tous les éléments de la production et surtout en l'absence des objets finis pour l'industrie sur *Glycymeris* (cf. *supra*), la reconstitution d'un remontage par défaut est impossible à réaliser. Il existe néanmoins un grand nombre d'éléments pouvant fournir une argumentation valide quant à l'intentionnalité du geste : la récurrence d'un même type de bloc exploité, d'une même technique employée, de la localisation des stigmates issus de la percussion et de la localisation des points d'impact. Toutefois, si ces arguments renforcent nos hypothèses, ils ne suffisent pas à cerner l'intention ultime de cette transformation.

C'est le cas de l'industrie sur *Glycymeris*, dont une faible partie de l'industrie atteste de la volonté d'éclater les blocs au sein de la séquence de débitage, au cours de l'Ozieri I (un seul vestige) et de l'Ozieri II (quatre vestiges). Nous n'avons pu identifier que cinq supports ou déchets potentiels présentant des pans de fracture (fig. 13, n^{os} 6, 8, 11 et 12). Ces derniers peuvent être considérés comme anthropiques de par leur localisation et leur morphologie, mais également du point de vue du taux d'usure différentielle des marges des valves et de l'absence ou quasi absence de modifications attribuables aux agents taphonomiques. Toutefois, l'absence de traces d'utilisation ne permet pas de confirmer nos hypothèses concernant l'emploi d'un débitage par fracturation pour la production de ces supports. Une grande partie des valves de *Glycymeris* sélectionnées témoigne, en revanche, de l'emploi de la percussion directe au cours de la phase de façonnage pour la production de racloirs. En effet, deux indices confirment cette interprétation : d'une part, les

stigmates identifiés correspondent morphologiquement à ceux obtenus accidentellement lors des opérations de retouche des valves ; d'autre part, trois vestiges conservent des traces d'utilisation relatives au raclage de matériaux d'origine végétale (fig. 15, n^{os} 1 et 3) et minérale (fig. 15, n^o 2 ; Manca, 2016).

L'identification de divers points d'impact sur les valves de *Spondylus gaederopus* laisse supposer qu'il pourrait s'agir de valves en cours de façonnage. La localisation des stigmates techniques, l'inclinaison des pans de fracture, leur distribution et leur morphologie générale correspondent à ce qui a été observé sur les outils retouchés en *Spondylus*. Les deux valves que nous supposons être des ébauches de ces outils présentent cependant des pans de fractures très profonds, à bords vifs et irréguliers, localisés sur le bord ventral. La régularité habituelle des bords des valves retouchées contraste ici avec la suppression excessive de matière interrompant la continuité du bord. Il pourrait s'agir de la cause de l'abandon de ces valves au stade d'ébauche.

En ce qui concerne l'industrie sur *Ostrea edulis*, destinée à la production d'objets biseautés au cours de l'Ozieri II, la percussion directe diffuse est employée dans le cadre d'une phase de débitage : l'opération vise à diviser transversalement la matière et à éliminer des parties non utiles de la valve, comme la charnière ou le bord. Les supports, bien que conservant la section complète du bloc d'origine, offrent pour autant une morphologie fine et plate. Selon la forme du support recherché, le sectionnement peut être unipolaire (supports sur partie distale et proximale) ou bipolaire (support sur partie mésiale). Les expérimentations ont démontré que lorsque la valve est travaillée à l'état frais et le percuteur de dimensions adaptées, il est possible de contrôler la morphologie de la fracture et les dimensions du support qui en résulte (Manca, 2014). Les résultats du sectionnement par percussion directe diffuse sont très réguliers grâce aux propriétés mécaniques du bloc de matière. Néanmoins, en ce qui concerne la morphologie du bloc, ce sont les valves plates (ou inférieures) qui sont presque exclusivement modifiées. Ce choix est explicable par une plus grande facilité d'exécution et un contrôle encore plus important du sectionnement.

Les trois vestiges correspondant à des portions de grand gastéropode (*Charonia lampas*) ou, pour une pièce, d'une espèce morphologiquement proche, ont été vraisemblablement percutés dans le cadre d'une opération de débitage. Les portions allongées de coquille pouvaient être employées comme lissoir ou racloir. Dans un cas, le support a été utilisé tel quel, sans transformation ultérieure. La localisation des traces d'utilisation, distribuées sur le labre, sur la face supérieure et sur la partie centrale du fragment, mais absentes des parties périphériques, confirme cette hypothèse (fig. 14, n^o 8A-C). La partie sélectionnée est très épaisse et résistante dans la partie active et moins épaisse vers les parties mésiale et proximale de l'outil. Il s'agit d'une portion du labre, dont le contour est trapézoïdal et les bords droit et gauche sont courbes. La distribution des traces d'utilisation, absentes de la partie proximale, a permis de supposer la présence

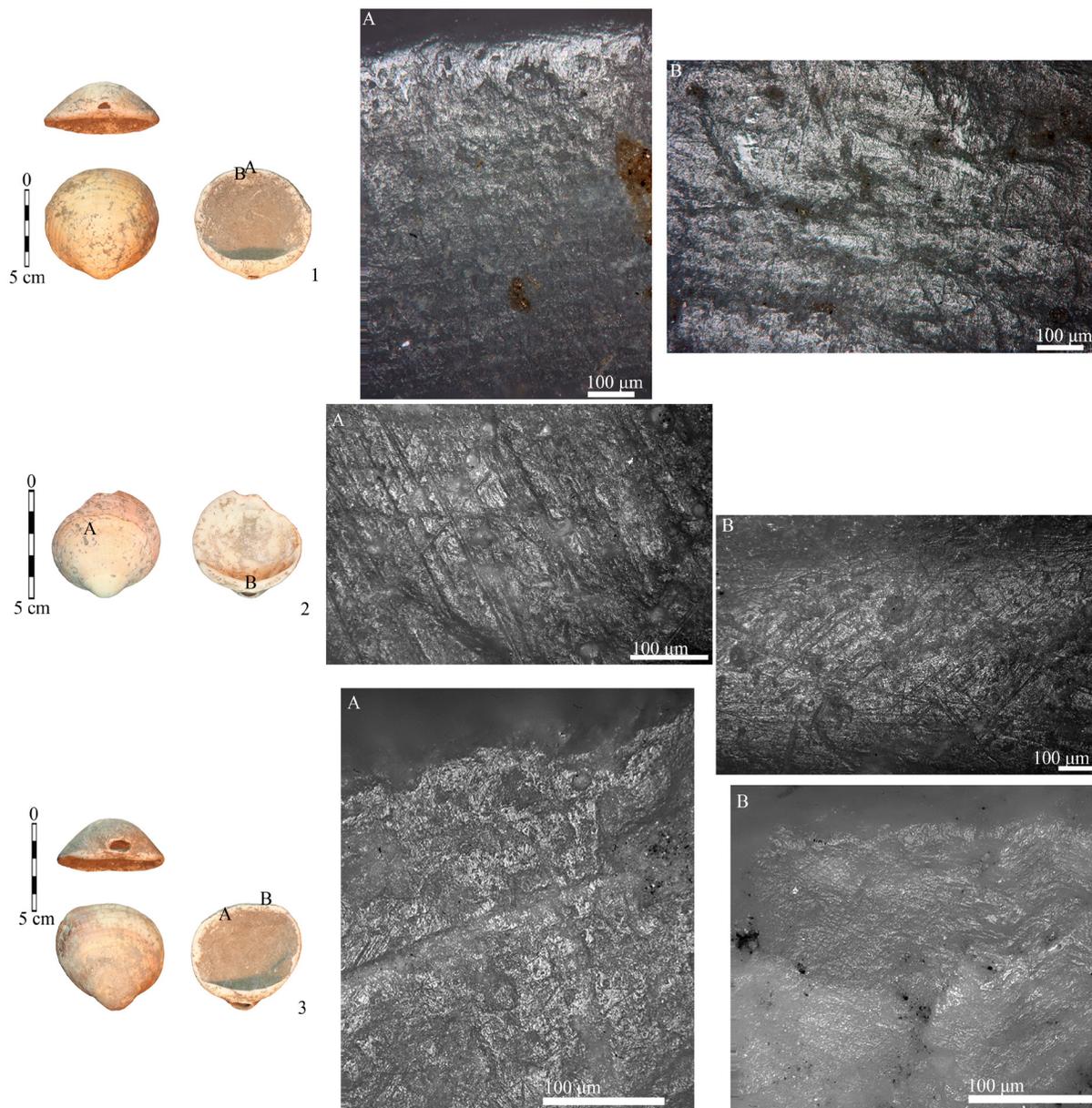


Fig. 15 – Raclours et lissoir obtenus sur des valves de *Glycymeridae* présentant des traces d'utilisation liées au contact avec une matière végétale (1, 3) et minérale (2). 1 : Ozieri I, Cuccuru s'Arriu ; 2 : Ozieri II, Cuccuru s'Arriu.

Fig. 15 – Scrapers and smoothing tool obtained from *Glycymeridae* valves with use-wear traces produced by contact with vegetal matter (1, 3) and mineral matter (2). 1: Ozieri I, Cuccuru s'Arriu; 2: Ozieri II, Cuccuru s'Arriu.

d'un système d'emmanchement. En effet, si la morphologie de la pièce la rend fonctionnelle, même en cas d'une utilisation sans emmanchement, la préhension à mains nues aurait dû laisser les traces correspondantes (Manca, 2013). L'identification de deux autres vestiges similaires laisse penser à une exploitation non occasionnelle de cette espèce. Toutefois, l'absence de déchets de débitage ou d'autres fragments de cette espèce sur le site laisse supposer que les opérations de débitage sont mises en œuvre sur les lieux d'approvisionnement.

Enfin, la phase de transformation relative à la fracturation de l'exemplaire d'*Hexaplex trunculus* reste inconnue en raison de l'absence d'autres éléments techniques (fig. 14, n° 7).

De nouvelles questions émergent de la révision de l'industrie sur coquille sarde à la lumière des résultats de l'expérimentation. D'un point de vue plus général, il serait intéressant de caractériser le comportement d'un plus grand nombre d'espèces de coquilles en réponse à la percussion directe diffuse. Cela pourrait faciliter l'identification des stigmates techniques sur les vestiges archéologiques, premier pas pour l'application du remontage par défaut et, à plus long terme, une meilleure définition du rôle joué par la fracturation. Les données obtenues jusqu'à maintenant concernent effectivement en plus grande partie des vestiges relatifs au Chalcolithique ancien (ou Ozieri II), alors que pour le Néolithique final (ou Ozieri I) les informations ne concernent que quelques

pièces. Bien que l'analyse des vestiges en coquille en soit encore à ses débuts en Sardaigne, il serait tout de même intéressant de mettre en exergue des tendances diachroniques entre les diverses séries et également d'exploiter les potentialités qu'offre le milieu insulaire pour la caractérisation des modalités d'exploitation des ressources marines (Dupont, 2006 ; Manca, 2013).

CONCLUSIONS

La définition de certains aspects techno-économiques des groupes néolithiques et chalcolithiques issus de l'analyse de l'industrie sur coquille a été possible grâce à l'application d'une approche intégrée techno-fonctionnelle. La reconnaissance des objets finis, des déchets ou des supports potentiels a pu être réalisée dans plusieurs cas à partir des traces d'utilisation conservées sur les outils en coquilles ; ces derniers étant parfois utilisés brut de débitage. L'emploi de la percussion est attesté dans plusieurs phases de la séquence de transformation des coquilles. L'association de l'analyse technique des vestiges et la caractérisation et l'interprétation des stigmates techniques à la lumière des résultats expérimentaux ont permis d'identifier des produits techniques et de mieux comprendre les séquences de transformation. Nous avons également pu observer que le débitage par fracturation est très rarement employé dans le cadre de la transformation des coquilles. Si l'identification des supports potentiels obtenus par l'éclatement des blocs de matière première a été possible sur des blocs de grandes dimensions (*Charonia lampas*, gros individus de *Spondylus* et *Glycymeris*), leur identification comme objets finis n'est pas complètement certaine en raison de l'absence de traces d'utilisation. Néanmoins, sur les mêmes sites et au cours des mêmes périodes c'est le débitage par fracturation qui est majoritairement mis en œuvre pour la transformation des matières premières osseuses (Manca, 2013 ; Manca et Manunza, en cours). Bien que ces premières analyses techno-fonctionnelles aient permis de mieux caractériser certaines séquences de transformation de diverses espèces de coquille, il est encore nécessaire de mieux cerner les objectifs de production et éventuellement de connaître les variantes des méthodes employées pour le débitage et le façonnage. Une étude plus poussée des industries néolithiques et chalcolithiques de l'aire tyrrhénienne mais aussi d'autres zones de la Méditerranée occidentale et au-delà, pourra permettre de mieux définir le rôle que la fracturation a joué dans les séquences de transformation de l'industrie sur coquille des sociétés anciennes. Cela sera possible à travers l'application d'une démarche d'analyse adaptée à l'industrie sur coquille, c'est-à-dire apte à l'identification du plus grand nombre possible d'éléments de l'industrie et à leur classification morpho-technique. Pour ce faire, il est dans un premier temps fondamental de pouvoir trier le matériel faunique afin de sélectionner toutes les pièces non identifiées lors de la fouille et de pouvoir analyser à la fois des

objets et des restes fauniques, idéalement en collaboration avec un archéomalacologue. Dans un second temps, il semble désormais évident que l'application croisée des approches technologique, fonctionnelle et expérimentale est très précieuse, et même incontournable, pour la reconstitution des séquences techno-économiques de cette catégorie de vestiges.

Remerciements : Ce travail a été en partie réalisé dans le cadre d'une thèse conduite sous la direction d'Aline Averbouh à l'UMR 7269 LAMPEA, à l'université Aix-Marseille 1. Il a été financé par la région autonome de la Sardaigne « Programma Master and Back, Alta formazione, Anno 2007 ». Je remercie Patrizia Manca pour l'aide à la traduction en anglais de l'abstract et les rapporteurs pour leurs conseils avisés qui ont permis d'améliorer ce travail.

NOTES

- (1) Le terme de coquillage a été utilisé pour indiquer les coquilles avec le mollusque tandis que le terme de coquille a été employé pour désigner les tests privés de la chair qu'ils renfermaient (Dupont, 2012).
- (2) Pour une définition des termes de méthodes, mais aussi de techniques ou de schéma de transformation, voir Averbouh, 2000 et Goutas et Christensen, ce volume.
- (3) Il a été possible de distinguer les pans de fracture relatifs à des phénomènes anthropiques de ceux potentiellement taphonomiques. Ces derniers se caractérisent par un adoucissement des superficies, altérées et érodées par l'action physique de la mer. Ces modifications peuvent être aisément reconnues lors d'une analyse macroscopique des superficies.
- (4) Nous avons utilisé l'indication taxinomique donnée par l'auteur (Mas, 2015), mais la consultation du site WoRMS (World Register of Marine Species, Editorial Board 2018, <http://www.marinespecies.org>, DOI : 10.14284/170 [en ligne]) indique que *Spondylus calcifer* a été acceptée comme *Spondylus limbatus* (G. B. Sowerby II) 1847 et que *Strombus galeatus* a été acceptée comme *Lobatus galeatus* (Swainson) 1823.
- (5) L'analyse fonctionnelle a été conduite sur l'ensemble des vestiges qui composent l'industrie sur coquille (Manca, 2013 et 2016). Nous ne détaillerons pas ici ni la méthode employée ni les résultats obtenus car ce n'est pas l'objectif de cet article. En revanche, nous ferons des ouvertures sur les aspects fonctionnels lorsque cela sera nécessaire pour la reconstitution des systèmes techniques de transformation.
- (6) Les coquilles à l'état frais conservent toutes les caractéristiques morphologiques des valves vivantes. Toutefois, dans cet ensemble peuvent être incluses des coquilles mortes depuis quelques jours, voire quelques mois. Il est impossible de distinguer ces dernières des coquillages vivants. Les coquilles identifiées comme ramassées post-mortem présentent des altérations intervenues avant leur dépôt sur des gisements archéologiques ; celles-ci indiquent leur introduction volontaire sur les sites d'habitat de la part des groupes humains. Leur aspect, transformé par rapport aux coquillages à l'état frais, se caractérise par des superficies altérées et érodées par l'action physique de la mer. Ces modifications peuvent être aisément reconnues lors d'une analyse macro-

- scopique des superficies : absence de certaines parties de la coquille, arrondi des surfaces, possible présence de l'action des prédateurs marins. Dans le cas des bivalves, l'umbo est fréquemment percé par l'érosion marine.
- (7) Comme pour les termes employés dans le cadre de l'étude des matières osseuses (Averbouh, 2000), les supports plats sont par définition des supports de faible épaisseur, conservant partiellement (par ex., esquille de gros gastéropode) ou en totalité (par ex., valve d'huître), la section du bloc d'origine exploité; à l'inverse, les supports dits « en volume » sont des supports épais qui conservent l'intégralité du volume du bloc d'origine (par ex., tronçon de scaphopodes ou de gastéropodes).
- (8) Directement proportionnelle à la quantité de matière minérale, la densité est le rapport entre la masse et le diamètre des atomes constitutants. La résistance à la déformation se mesure par l'application d'une force sur une portion de matière jusqu'à sa rupture (module de Young; voir Albrecht, 1977). La rigidité dépend des liaisons atomiques qui peuvent être de nature forte ou faible. Mesurable à diverses échelles, la dureté est la propriété de résistance d'un corps à la compression, à l'écrasement, notamment à la production d'une empreinte par pression, à la rayure par une autre matière.
- (9) Les types de texture de microstructure de bivalves indiqués dans l'article de John D. Taylor et Martin Layman (Taylor et Layman, 1972, p. 75) sont au nombre de huit : prismatique simple, prismatique complexe, feuilletée, feuilletée nacreuse, lenticulaire nacreuse, lamellaire entrecroisée, lamellaire entrecroisée complexe, homogène. Les résultats de cette étude sont importants pour déterminer la diversité des propriétés physiques et mécaniques de certaines espèces de bivalves, notamment *Glycimeridae* et *Ostreidae*, retrouvées dans les sites archéologiques étudiés.
- (10) Le buis est une espèce qui réunit les propriétés de légèreté et de robustesse. Le *Buxus balearica* est une espèce endogène, localisée actuellement dans des régions limitées, dans le Sud de l'île. Le *Buxus sempervirens* est aussi attesté dans l'île mais, en l'état actuel de la recherche, il ne peut pas être considéré comme endogène (Martinoli, 1950; Camarda, 1982).
- (11) Il est important de rappeler que les expérimentations sur les huîtres, tout comme celles sur les *Glycymeris*, ont concerné l'application de la percussion directe diffuse pour la transformation de ces blocs de matière première (Manca, 2014).
- (12) Parmi les espèces présentant des stigmates issus de la percussion, seules les *Ostrea edulis* peuvent potentiellement être associées à la présence de pans de fracture liés à une exploitation alimentaire, parce qu'il s'agit des seules coquilles ramassées à l'état frais et vraisemblablement consommées avant leur transformation. À cet égard, il est donc essentiel de préciser qu'aucune trace relative à l'ouverture des valves pour la consommation du mollusque n'a été pour le moment identifiée sur les *Ostrea*. En revanche, cette pratique est attestée sur le même site par la présence de traces de désarticulation forcée sur des valves de *Mytilus galloprovincialis*, de *Ruditapes decussatus* et de *Solen marginatus* (Melis *et al.*, 2004, p. 44 et 2012). Ces stigmates de désarticulation sont produits par l'insertion d'un instrument pointu et robuste entre les deux valves (Melis *et al.*, sous presse). Ils ne peuvent pas être confondus avec les stigmates techniques liés aux activités de transformation en raison de leur localisation sur les marges des valves.
- (13) Selon les données actuelles concernant la salinité des eaux, l'endroit le plus favorable pour *Ostrea edulis* est la lagune de S. Gilla (Massoli-Novelli, 1976; Melis *et al.*, 2004 et 2012). Dans cette lagune, la présence de rares bancs naturels d'*Ostrea* a été identifiée à l'époque moderne. Cela était très vraisemblablement le cas pendant le Chalcolithique car l'apport d'eaux douces par les fleuves qui se jettent dans la lagune et la présence d'eaux salées devaient permettre de maintenir des caractéristiques environnementales similaires à celles d'aujourd'hui.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBRECHT G. (1978) – Testing of Materials as Used for Bone Points of the Upper Palaeolithic, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique*, actes du 2^e Colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire (abbaye de Sénanque, 9-12 juin 1976), Paris, CNRS (Colloques internationaux du CNRS, 568), p. 119-124.
- ALLEN M. J. (2017) – *Molluscs in Archaeology: Methods, Approaches and Applications*, Oxford, Oxbow (Studying Scientific Archaeology, 3), 448 p.
- ATZENI E. (1962) – I villaggi preistorici di San Gemiliano di Sestu e Monte Olladiri di Monastir presso Cagliari e le ceramiche della "facies" di Monte Claro, *Studi Sardi*, 17, p. 3-216.
- ATZENI E. (1967) – Tombe a forno di cultura Monte Claro nella via Basilicata di Cagliari, *Rivista di Scienze Preistoriche*, 22, p. 157-179.
- ATZENI E. (1975) – Nuovi idoli della Sardegna prenuragica (Nota preliminare), *Studi Sardi*, 23, p. 1-51.
- ATZENI E. (1978) – La Dea Madre nelle culture prenuragiche, *Studi Sardi*, 24, p. 1-61.
- AVERBOUH A., (2000) – *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithiques : l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 253 et 247 p.
- AVERBOUH A. (2001) – Methodological Specifics of the Techno-Economic Analysis of Worked Bone and Antler: Mental Refitting and Methods of Application, in A. M. Choyke et L. Bartosiewicz (dir.), *Crafting Bone: Skeletal Technologies through Time and Space*, actes du 2^e colloque de l'ICAZ Worked Bone Research Group (Budapest, 31 août-5 septembre 1999), Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 937), p. 111-121.
- BERNABÒ BREA L. (1946) – *Gli scavi nella caverna delle Arene Candide (Finale Ligure), Parte I, Gli strati con ceramiche*, Bordighera, Istituto di Studi Liguri, 296 p.
- BØGGILD O. B. (1930) – The Shell Structure of the Mollusks, *Mémoires de l'Académie royale des sciences et des lettres de Danemark, section des sciences*, 2, 2, p. 232-325.
- BONOMO M., AGUIRRE M. L. (2009) – Holocene Molluscs from Archaeological Sites of the Pampean Region of Argentina: Approaches to Past Human Uses, *Geoarchaeology*, 24, p. 59-85.

- BORRELLI M. A., ROSSI G. (2006) – La lavorazione di ornamenti in *Spondylus gaederopus* nel Neolitico della caverna delle Arene Candide (Savona, Italia). Nota preliminare, in M. A. Borrello (dir.), *Conchiglie e Archeologia: contributi scientifici in occasione della mostra Dentro la Conchiglia: sezione archeologica*, Trento, Museo Tridentino di Scienze Naturali (supplément 1 à *Preistoria Alpina*, 40), p. 83-90.
- BOSCHIAN G., BRILLI P., FALCHI P., FENU P., MARTINI F., PITZALIS G., SARTI L., TOZZI C. (2001) – Prime ricerche nell'abitato neolitico di Contraguda (Perfugas, Sassari), *Rivista di Scienze Preistoriche*, 51, p. 235-287.
- BUNN H. T. (1989) – Diagnosing Plio-Pleistocene Hominid Activity with Bone Fracture Evidence. in R. Bonnichsen et M. H. Sorg (dir.), *Bone modification*, Orono (Maine), Center for the Study of the First Americans, p. 299-315.
- CAMARDA I. (1982) – Note su alberi e arbusti della Sardegna, *Bollettino della Società Sarda di Scienze Naturali*, 21, p. 323-331.
- CAPALDO S. D., BLUMENSCHINE R. J. (1994) – A Quantitative Diagnosis of Notches Made by Hammerstone Percussion and Carnivore Gnawing on Bovid Long Bones, *American Antiquity*, 59, p. 724-748.
- CASTALDI E. (1980) – Relazione preliminare sullo scavo della grotta del Guano o Gonagòsula (Oliena-Nuoro), in *Atti della XXII Riunione Scientifica nella Sardegna centro-settentrionale*, actes du colloque (Florence, 21-27 octobre 1978), Florence, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, p. 149-160.
- CHENORKIAN R. (1990) – Conservation en milieu coquillier et reconstitution des diètes préhistoriques, *Travaux du Laboratoire d'anthropologie et de Préhistoire des pays de la Méditerranée occidentale*, 1990, p. 133-146.
- CHOI K., DRIWANTORO D. (2007) – Shell Tool Use by Early Members of *Homo erectus* in Sangiran, Central Java, Indonesia: Cut Mark Evidence, *Journal of Archaeological Science*, 34, p. 48-58.
- CHRISTENSEN M., GOUTAS N., BEMLI C., CHEVALLIER A., LACARRIÈRE J., LEDUC C., BIGNON-LAU O., BODU P., CHICA-LEFORT T., KHAN B., LÉGLISE S., MALGARINI R., TARTAR É., TEJERO J. -M., TREUILLOT J., SCHWAB C. (ce volume) – La fracturation *lato sensu* de l'os et du bois de cervidé : un bref historique des recherches, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « *À coup d'éclats !* » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 23-42.
- CLEMENTE-CONTE I., CUENCA-SOLANA D. (2011) – Instrumentos de trabajo de concha, in A. Bosch, J. Chinchilla et J. Tarrús (dir.), *El poblado lacustre del Neolítico Antic de La Draga. excavacions 2000-2005*, Gérone, Museu d'Arqueologia de Catalunya et CASC (Monografies del CASC, 9), p. 137-145.
- COURTIN J., VIGIÉ B. (1987) – Le problème des coquillages à bords dentelés dans la Préhistoire du Midi de la France, *Mésogée*, 47, p. 93-98.
- CRISTIANI E., LEMORINI C., MARTINI F., SARTI L. (2005) – Scrappers of *Callista chione* from Grotta del Cavallo (Middle Paleolithic Cave in Apulia): Evaluating Use-Wear Potential, in H. Luik, A. Choyke, C. Batey et L. Lougos (dir.), *From Hooves to Horns, from Mollusc, to Mammoth. Manufacture and Use of Bone Artefacts from Prehistoric Times to the Present*, actes du 14^e colloque de l'ICAZ Worked Bone Research Group (Tallin, 26-31 août 2003), Tallin, Tallin Book Printers, p. 319-324.
- CRISTIANI E., SPINAPOLICE E. (2009) – Approccio tecnologico sperimentale all'industria su *Callista chione*. Nuovi risultati da Grotta dei Giganti (Lecce), in A. Tagliacozzo, I. Fiore, S. Marconi et U. Tecchiati (dir.), *Atti del 5^o Convegno Nazionale di Zooarcheologia*, actes du colloque (Rovereto, 10-12 novembre 2006), Rovereto, Osiride, p. 85-88.
- CUENCA-SOLANA D. (2013) – *Utilización de instrumentos de concha para la realización de actividades productivas en las formaciones económico-sociales de los cazadores-recolectores-pescadores y primeras sociedades tribales de la fachada atlántica europea*, Santander, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria (Serie Tesis Doctorales, 4), 445 p.
- CUENCA-SOLANA D., CLEMENTE-CONTE I., GUTIÉRREZ-ZUGASTI F. I. (2010) – Utilización de instrumentos de concha durante el Mesolítico y Neolítico inicial en contextos litorales de la región cantábrica: programa experimental para el análisis de huellas de uso en materiales malacológicos, *Trabajos de Prehistoria*, 67, 1, p. 211-225.
- CUENCA-SOLANA D., GUTIÉRREZ-ZUGASTI F. I., CLEMENTE-CONTE I. (2011) – The Use of Molluscs as Tools by Coastal Human Groups: Contribution of Ethnographical Studies to Research on Mesolithic and Early Neolithic Contexts in Northern Spain, *Journal of Anthropological Research*, 67, 1, p. 77-102.
- CUENCA-SOLANA D., CANTILLO DUARTE J., VIJANDE VILA E., MONTAÑÉS CABALLERO M., CLEMENTE-CONTE I., VILLAPANDO MORENO A. (2013) – Utilización de instrumentos de concha para la realización de actividades productivas en sociedades tribales comunitarias del sur de la Península Ibérica. El ejemplo de Campo de Hockey (San Fernando, Cádiz) and SET Parralejos (Vejer de la Frontera, Cádiz), *Zephyrus*, 72, p. 95-111.
- CUENCA-SOLANA D., GUTIÉRREZ-ZUGASTI F. I., CLEMENTE-CONTE I. (2014) – Shell Tools in an Early Neolithic Coastal Site in the Cantabrian region (Northern Spain): Experimental Program for Use-Wear Analysis at Santimamiñe Cave, in K. Szabó, C. Dupont, S. Dimitrijevic, L. Gómez-Gastélun et N. Serrand (dir.), *Archaeomalacology: Shells in the Archaeological Record*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 266), p. 101-110.
- CUENCA-SOLANA D., GUTIÉRREZ-ZUGASTI F. I., GONZÁLEZ-MORALES M. R. (2015) – Use-Wear Analysis: an Optimal Methodology for the Study of Shell Tools, *Quaternary International*, 427, p. 192-200.
- DOUKA K. (2011) – An Upper Palaeolithic Shell Scraper from Ksar Akil (Lebanon), *Journal of Archaeological Science*, 38, 2, p. 429-437.
- DOUKA K., SPINAPOLICE E. E. (2012) – Neanderthal Shell Tool Production: Evidence from Middle Palaeolithic Italy and Greece, *Journal of World Prehistory*, 25, p. 45-79.
- DRISCOLL E. G., WELTIN T. P. (1973) – Sedimentary Parameters as Factors in Abrasive Shell Reduction, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 13, p. 275-288.
- DUPONT C. (2006) – *La malacofaune de sites mésolithiques et néolithiques de la façade atlantique de la France : contri-*

- bution à l'économie et à l'identité culturelle des groupes concernés, Archaeopress, Oxford, (BAR, International Series 1571), 438 p.
- DUPONT C. (2011) – The Dog Whelk *Nucella lapillus* and Dye Extraction Activities from the Iron Age to the Middle Ages along the Atlantic Coast of France, *Journal of Island & Coastal Archaeology*, 6, p. 3-23.
- DUPONT C. (2012) – Ne confondons pas coquilles et coquillages. Vision diachronique de l'archéologie des mollusques le long de la façade atlantique, in E. Faugère et I. Sénépart (dir.), *Techniques et Culture*, 59, 2 (Itinéraires de coquillages), p. 242-259.
- DUPONT C. (2013) – Teinture et exploitation du pourpre *Nucella lapillus* le long du littoral atlantique français, in M.-Y. Daire, C. Dupont, A. Baudry, C. Billard, J.-M. Large, L. Lespez, E. Normand et C. Scarre (dir.), *Anciens peuplements littoraux et relations homme-milieu sur les côtes de l'Europe atlantique = Ancient Maritime Communities and the Relationship between People and Environment along the European Atlantic Coasts*, actes du colloque HOMER (Vannes, 27 septembre-1^{er} octobre 2011), Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 2570), p. 459-467.
- DUPONT C., DOYEN D. (2017) – La couleur pourpre de la mer : l'extraction de colorant à Saint-Michel-Chef-Chef au I^{er} s. apr. J.-C., (Loire-Atlantique), in R. González Villaescusa, K. Schörle, F. Gayet et F. Rechin (dir.), *L'exploitation des ressources maritimes de l'Antiquité. Activités productives et organisation des territoires*, actes du colloque international (Antibes, 11-14 octobre 2016), Antibes, APDCA, p. 53-66.
- GIROD A. (2015) – *Appunti di Archeomalacologia*, Florence, All'Insegna del Giglio, 216 p.
- GOUTAS N. (2004) – *Caractérisation et évolution du Gravettien en France par l'approche techno-économique des industries en matières dures animales (étude de six gisements du Sud-Ouest)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 680 p.
- GOUTAS N., CHRISTENSEN M. avec la collaboration de TARTAR E., MALGARINI R., TEJERO J.-M., TREUILLOT J. (ce volume) – Extraction, partition, réduction ou fracturation ? De quoi parlons-nous ? Discussion sur la production de supports allongés (bague, éclat baguettaire vs éclat), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « *À coup d'éclats !* » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 55-97.
- GRUET Y. (1993) – Les coquillages marins : objets archéologiques à ne pas négliger. Quelques exemples d'exploitation et d'utilisation dans l'Ouest de la France, *Revue archéologique de l'Ouest*, 10, p. 157-161.
- GUTIÉRREZ-ZUGASTI I., CUENCA-SOLANA D. (2015) – Ornaments from the Magdalenian Burial Area in El Mirón Cave (Cantabria, Northern Spain). Were They Grave Goods?, *Journal of Archaeological Science*, 60, p. 112-124.
- HENSHILWOOD C. S., D'ERRICO F., VAN NIEKERK K. L., COQUINOT Y., JACOBS Z., LAURITZEN S. E., MENU M., GARCIA-MORENO R. (2011) – A 100,000 Year-old Ochre Processing Workshop at Blombos Cave, South Africa, *Science*, 334, 6053, p. 219.
- LAI L. (2012) – Il clima nella Sardegna preistorica e protostorica: problemi e nuove prospettive, in *La Preistoria e la protostoria della Sardegna*, actes de la XLIV^e Riunione Scientifica (Cagliari, Barumini, Sassari 23-28 novembre 2009), Florence, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, vol. I, p. 313-324.
- LAMMERS-KEIJSERS Y. (2007) – *Tracing Traces from Present to Past: A Functional Analysis of Pre-Columbian Shell and Stone Artefacts from Anse à la Gourde and Morel. Guadeloupe, FWI*, Leyde, Leiden University Press (Archaeological Studies Leiden University, 15), 182 p.
- LAPORTE L., GRUET Y., DUPONT C., RICOU C., ESNARD T., QUERRE G., REICHE I. (2009) – La Parure. Approches stylistiques, technologiques et fonctionnelles du mobilier, in L. Laporte (dir.), *Des premiers paysans aux premiers métallurgistes sur la façade atlantique de la France (3500-2000 av. J.-C.)*, Chauvigny, Association des publications chauvinoises (Mémoires de la Société de recherche archéologique de Chauvigny, 33), p. 449-549.
- LE DOSSEUR G. (2006) – *La néolithisation au Levant sud à travers l'exploitation des matières osseuses : étude techno-économique de onze séries d'industries osseuses du Natoufien au Néolithique précéramique B récent*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 884 p.
- LINDNER G. (2015) – *Guide des coquillages marins : plus de 1 000 espèces des mers du monde*, Paris, Delachaux et Niestlé, 320 p.
- LUCERO J. M., DONALD J. S. (2005) – Shell Tool in Early Holocene Contexts: Studies of Early Settlements in America Pacific Coast of Chile, *Current Research in the Pleistocene*, 22, p. 23-25.
- MAIGROT Y. (2003) – *Étude technologique et fonctionnelle de l'outillage en matières dures animales : La station 4 de Chalain (Néolithique final, Jura, France)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 284 p.
- MANCA L. (2010) – Gli oggetti d'ornamento in conchiglia, in M. G. Melis (dir.), *Usini. Ricostruire il passato. Una ricerca internazionale a S'Elighe Entosu*, Sassari, Carlo Delfino, p. 237-248.
- MANCA L. (2013) – *Fonctionnement des sociétés de la fin du Néolithique au début de l'âge du cuivre en Sardaigne. Une approche inédite à partir de l'étude des productions en matières dures animales*, thèse de doctorat, université de Provence, Aix-en-Provence, 2 vol., 764 p.
- MANCA L. (2014) – The Individuation of a New Type of Shell Tools during Early Chalcolithic in Sardinia: The Bevelled Tools on Oyster Valves. An Experimental Approach to Reconstruct the Operational Sequences, in A. Averbouh, M. Margarit et G. Le Dosseur (dir.), *Prehistoric Exploitation of Hard Animal Material. An Overview of the Exploitation of Hard Animal Materials during the Neolithic and Chalcolithic*, Targoviste, Cetatea de Scaun, p. 153-180.
- MANCA L. (2016) – The Shell Industry in Final Neolithic Societies in Sardinia: Characterizing the Production and Utilization of *Glycymeris da Costa*, 1778 Valves, *Anthropozoologica*, 51, 2, p. 149-171.
- MANCA L. (ce volume a) – La fracturation et la fragmentation des coquilles : une problématique partagée entre archéozoologie, taphonomie et technologie, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « *À coup d'éclats !* » *La fracturation des*

- matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 43-53.
- MANCA L., MANUNZA M. R. (en cours) – Blank Production by Fracturation ('Débitage' by Fracturation) at the Beginning of the Copper Age in Sardinia (Italy) : the Case of Hard Animal Materials at the Su Coddu Site (Selargius, Cagliari).
- MANSUR M. E., CLEMENTE-CONTE I. (2009) – ¿Tecnologías invisibles? Confección, uso y conservación de instrumentos de valva en Tierra del Fuego, in F. Oliva, N. De Grandis et J. Rodríguez (dir.), *Arqueología Argentina en los inicios de un nuevo siglo*, 2, actes du 14^e Congrès national (Rosario, 17-21 septembre 2001), Rosario, Laborde, p. 359-367.
- MARTINOLI G. (1950) – *Buxus Balearica* Willd., elemento mediterraneo-occidentale della Sardegna, *Giornale botanico italiano*, 56, 4, p. 557-575.
- MAS E. (2015) – *La parure en coquille à Sayula (Occident du Mexique). Approche techno-stylistique et rôle dans la dynamique socioculturelle entre 450 et 1000 apr. J.-C.*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 764 p.
- MASSOLI-NOVELLI R. (1976) – *Lo stagno di Molentargius tra Cagliari e Quartu Sant'Elena*, Cagliari, GIA, 75 p.
- MELIS M. G. (2011) – Considerazioni sull'età del rame nella Sardegna centro-occidentale, in G. Spanu et R. Zucca (dir.), *Oristano e il suo territorio. Dalla preistoria all'alto Medioevo*, 1, Rome, Carocci, p. 125-142.
- MELIS M. G., CELANT A., ZEDDA M. (sous presse) – L'impatto di un ambiente umido nella paleoeconomia e nella paleonutrizione tra il Neolitico e l'Eneolitico. Nuovi contributi dalla Sardegna, in *La Preistoria del cibo. L'alimentazione nella preistoria e nella protostoria*, actes de la L^e Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria (Rome, 5-9 octobre 2015).
- MELIS M. G., PIRAS S. (2010) – Les productions céramiques en Sardaigne au IV^e millénaire av. J.-C. Nouvelles données sur le village de Su Coddu-Canelles (Selargius, Cagliari), *Préhistoires méditerranéennes*, 2010, 1, p. 101-118.
- MELIS M. G., QUARTA G., CALCAGNILE L., D'ELIA M. (2007) – L'inizio dell'età del Rame in Sardegna. Nuovi contributi cronologici, *Rivista di Scienze Preistoriche*, 57, p. 185-200.
- MELIS M. G., ZEDDA M., MANCA L. (2012) – Marine and Inland Water Resources in Eneolithic Communities. New Data from Sardinia (Italy), *Journal of Life Sciences*, 6, p. 679-693.
- MELIS M. G., ZEDDA M., PIRAS E. (2004) – Le rôle de la malacofaune dans la Préhistoire de la Sardaigne. Nouvelles données du village de Su Coddu-Canelles (Selargius, Cagliari), in J.-P. Brugal et J. Desse (dir.), *Petits animaux et sociétés humaines. Du complément alimentaire aux ressources utilitaires*, actes des 24^{es} Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire (Antibes, 23-25 octobre 2003), Antibes, APDCA, p. 37-46.
- NEGRA O., LIPPARINI G. Z. (2006) – Gasteropodi, Bivalvi, Scafopodi, in M. A. Borrello (dir.), *Conchiglie e Archeologia. Contributi scientifici in occasione della mostra Dentro la Conchiglia: sezione archeologica*, Trento, Museo Tridentino di Scienze Naturali (supplément 1 à *Preistoria Alpina*, 40), p. 9-14.
- PARSONS K. M., BRETT C. E. (1991) – Taphonomic Processes and Biases in Modern Marine Environments: An Actualistic Perspective on Fossil Assemblage Preservation, in S. K. Donovan (dir.), *The Processes of Fossilization*, Londres, Belhaven Press, p. 22-65.
- PASCUAL BENITO J. (2008) – Instrumentos neolíticos sobre soporte malacológico de las comarcas centrales valencianas, in M. S. Hernández Pérez, J. A. Soler Díaz et J. A. López Padilla (dir.), *IV Congreso del Neolítico Peninsular*, actes du colloque (Alicante, 27-30 novembre 2006), Alicante, MARQ et Museo Arqueológico de Alicante, vol. 2, p. 290-297.
- PROVENZANO N. (2001) – *Les industries en os et bois de cervidés des Terramares émieliennes*, thèse de doctorat, université de Provence, Aix-en-Provence, 2 vol., 615 p.
- RICOU C., ESNARD T. (2000) – Étude expérimentale concernant la fabrication de perles en coquillage de deux sites arténiens oléronais, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 97, 1, p. 83-93.
- ROMAGNOLI F., MARTINI F., SARTI L. (2016) – Neanderthal Use of *Callista chione* Shells as Raw Material for Retouched Tools in South-East Italy: Analysis of Grotta del Cavallo Layer L Assemblage with a New Methodology, *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22, 4, p. 1007-1031.
- ROMAGNOLI F., BAENA J., PARDO NARANJO A. I., SARTI L. (2017) – Evaluating the Performance of the Cutting Edge of Neanderthal Shell Tools: A New Experimental Approach. Use, Mode of Operation, and Strength of *Callista chione* from a Behavioural, Quina Perspective, *Quaternary International*, 427, p. 216-228.
- SANTONI V. (1977) – Cuccuru S'Arriu Cabras, *Rivista di Scienze Preistoriche*, 32, 1-2, p. 350-353.
- SANTONI V. (1982) – Cabras: Cuccuru S'Arriu. Nota preliminare di scavo (1978, 1979, 1980), *Rivista di Studi Fenici*, 1, p. 103-110.
- SANTONI V. (1989) – Cuccuru S'Arriu: Cabras. Il sito di cultura San Michele di Ozieri. Dati preliminari, in L. Campus (dir.), *La Cultura di Ozieri. Problematiche e nuove acquisizioni*, actes du 1^{er} Convegno di studio (Ozieri, janvier 1986-avril 1987), Ozieri, Il Torchietto, p. 169-200.
- SANTONI V. (1991) – Cabras-Cuccuru S'Arriu : l'orizzonte eneolitico sub-Ozieri, *Quaderni della Soprintendenza archeologica per le province di Cagliari e Oristano* 4, 1, p. 15-47.
- SANTONI V. (1992) – Cuccuru S'Arriu (Cabras). L'orizzonte eneolitico sub-Ozieri, in M. S. Balmuth, R. H. Tykot et T. K. Andrews (dir.), *Sardinia in the Mediterranean: A Footprint in the Sea*, Sheffield, Sheffield Academic Press (Monographs in Mediterranean archaeology, 3), p. 157-174.
- SERRAND N. (2011) – Autres espaces, autres matériaux. Les « outils avec tranchant » en coquille des Petites Antilles précolombiennes : haches, herminettes, outils multifonctions?, in C. Servelle (dir.), *Haches de pierre : au Néolithique, les premiers paysans du Tarn*, Castres, Comité départemental d'archéologie du Tarn, p. 601-610.
- SERRAND N., VIGNE J.-D. (2011) – La malacofaune et les crustacés : subsistance et matières premières, in J. Guilaine, F. Briois et J.-D. Vigne (dir.), *Shillourokambos. Un établissement néolithique pré-céramique à Chypre. Les fouilles du secteur 1*, Paris, Errance et École Française d'Athènes, p. 807-833.

- STIGLITZ A. (1998) – Archeologia di un paesaggio: il Sinis (Sardegna centro-occidentale), in C. Cossu et R. Melis (dir.), *La ceramica nel Sinis dal Neolitico ai giorni nostri*, actes du 2° colloque “La ceramica racconta la storia” (Cabras et Oristano, 25-26 octobre 1996), Cagliari, Condaghes, p. 23-55.
- SZABÓ K. (2008) – Shell as a Raw Material: Mechanical Properties and Working Techniques in the Tropical Indo-West Pacific, *Archaeofauna*, 17, p. 125-138.
- SZABÓ K., BRUMM A., BELLWOOD P. (2007) – Shell Artefact Production at 32,000–28,000 BP in Island Southeast Asia: Thinking Across Media?, *Current Anthropology*, 48, p. 701-723.
- SZABÓ K., KOPPEL B. (2015) – Limpet Shells as Unmodified Tools in Pleistocene Southeast Asia: An Experimental Approach to Assessing Fracture and Modification, *Journal of Archaeological Science*, 54, p. 64-76.
- TABORIN Y. (2004) – *Langage sans parole. La parure aux temps préhistoriques*, Paris, La Maison des Roches, 216 p.
- TANDA G. (2012) – Il Neolitico Recente, in *La Preistoria e la Protostoria della Sardegna*, actes de la XLIV^e Riunione Scientifica (Cagliari, Barumini, Sassari 23-28 novembre 2009), Florence, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, vol. I, p. 59-71.
- TARTAR É. (2009) – *De l’os à l’outil : caractérisation technique, économique et sociale de l’utilisation de l’os à l’Aurignacien ancien. Étude de trois sites : l’abri Castanet (secteurs nord et sud), Brassempouy (grotte des Hyènes et abri Dubalen) et Gatzarrria*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 300 p.
- TAYLOR J. D., LAYMAN M. (1972) – The Mechanical Properties of Bivalve (*Mollusca*) Shell Structures, *Palaeontology*, 15, 1, p. 73-87.
- THIÉBAUT C., COUMONT M.-P., AVERBOUH A. (2010) – L’approche taphonomique, une nécessité en archéologie = The Taphonomic Approach, an Archaeological Necessity, in C. Thiébaud, M.-P. Coumont et A. Averbough (dir.), *Mise en commun des approches en taphonomie = Sharing Taphonomic Approaches*, actes du 15^e Congrès international de l’UISPP, session 16 (Lisbonne, 4-9 septembre 2006), Les Eyzies-de-Tayac, SAMRA (supplément à *Paléo*, 3), p. 13-28.
- TINÈ S., TRAVERSO A. (1992) – *Monte d’Accoddi. 10 anni di nuovi scavi*, Gênes, Istituto italiano di archeologia sperimentale, 170 p.
- TRUMP D. H. (1983) – La grotta di Filiestru a Bonu Ighinu, Mara, *Quaderni della Soprintendenza Archeologica per le Province di Sassari e Nuoro*, 13, p. 13-95.
- TRUMP D. H. (2002) – Grotta Filiestru: Sardegna, in M. A. Fugazzola Delpino, A. Pessina et V. Tiné (dir.), *Le ceramiche impresse del Neolitico antico: Italia e Mediterraneo*, Rome, Istituto poligrafico e Zecca dello stato (Collana di studi di Paleontologia italiana, 1), p. 425-431.
- TUMUNG L., BAZGIR B., AHMADI K., SHADMEHR A. (2015a) – Understanding the Use-Wears on Non-Retouched Shells *Mytilus galloprovincialis* and *Ruditapes decussatus* by Performing Woodworking Experiment: an Experimental Approach, in *International Conference on the Use of X-ray (and Related) Techniques in Arts and Cultural Heritage 2011 (XTACH II)*, actes du colloque international (Sharjah, 7–8 décembre 2011), Red Hook (NY), Curran (IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 37), p. 106-115.
- TUMUNG L., BAZGIR B., OLLE A. (2015b) – Applying SEM to the Study of Use-Wear on Unmodified Shell Tools: An Experimental Approach, *Journal of Archaeological Science*, 59, p. 179-196.
- UGAS G., LAI G., USAI L. (1989a) – L’insediamento prenuragico di Su Coddu (Selargius-Ca) Notizia preliminare sulle campagne di scavo 1981-1984, *Nuovo Bullettino Archeologico Sardo*, 2, 1985, p. 7-40.
- UGAS G., USAI L., NUVOLI M. P., LAI G., MARRAS M. G. (1989b) – Nuovi dati sull’insediamento di Su Coddu-Selargius, in L. Campus (dir.), *La cultura di Ozieri. Problematrice e nuove acquisizioni*, actes du 1^{er} Convegno di studio (Ozieri, janvier 1986-avril 1987), Ozieri, Il Torchietto, p. 239-278.
- VAN GIJN A., LAMMERS-KEISERS Y. (2010) – Toolkits for Ceramic Production Informal Tools and the Importance of High Power Use-Wear Analysis, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 107, 4, p. 755-762.
- VIGIÉ B. (1987) – Essai d’étude méthodologique d’outils sur coquillages de la grotte de Camprafaud (Ferrieres-Poussarou, Herault), *L’Anthropologie*, 91, p. 263-272.
- VIGIÉ B. (1995) – Du déchet alimentaire à l’objet coquillier : le statut des coquillages en milieu archéologique, in G. Camps (dir.), *L’homme préhistorique et la mer*, actes du 120^e Congrès du CTHS (Aix-en Provence, 23-26 octobre 1995), Paris, CTHS, p. 351-354.
- VIGIÉ B., COURTIN J. (1986) – Les outils sur coquilles marines dans le Néolithique du Midi de la France, *Mesogée*, 46, 1, p. 51-61.
- VIGIÉ B., COURTIN J. (1987) – Le problème des coquillages à bord dentelé dans la Préhistoire du Midi de la France, *Mesogée*, 47, p. 93-98.
- ZANARDELLI T. (1899) – Le stazioni preistoriche e lacumarensi nel Campidano di Oristano, *Bollettino di Paleontologia Italiana*, 25, p. 3-117.
- ZILHÃO J., ANGELUCCI D. E., BADAL-GARCÍA E., D’ERICO F., DANIEL F., DAYET L., DOUKA K., HIGHAM T. F. G., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ M. J., MONTES-BERNÁRDEZ R., MURCIA-MASCARÓS S., PÉREZ-SIRVENT C., ROLDÁN-GARCÍA C., VANHAEREN M., VILLAVARDE V., WOOD R., ZAPATA J. (2010) – Symbolic Use of Marine Shells and Mineral Pigments by Iberian Neanderthals, *PNAS*, 107, 3, p. 1023-1028.
- ZUSCHIN M., STACHOWITSCH M., ROBERT J. STANTON R. J. JR. (2003) – Patterns and Processes of Shell Fragmentation in Modern and Ancient Marine Environments, *Earth-Science Reviews*, 63, 1-2, p. 33-82.
- WoRMS (2018) – *World Register of Marine Species*, <http://www.marinespecies.org>, doi:10.14284/170 [en ligne].

Laura MANCA

UMR 7209 Archéozoologie, Archéobotanique
Sociétés, pratiques et environnements
Muséum national d’histoire naturelle, CNRS
CP55 ou 56, 55 rue Buffon
75005 Paris
laura.manca@mnhn.fr