

---

# Critères à base expérimentale pour l'étude des perforations naturelles et intentionnelles sur coquillages

---

Francesco d'ERRICO\*,  
P. JARDÓN-GINER\*\*, B. SOLER-MAYOR\*\*

---

## RÉSUMÉ

Huit techniques de perforation sont reproduites expérimentalement sur des coquillages. L'analyse microscopique (loupe binoculaire et MEB) de ces perforations, et de perforations produites par des agents naturels, isole des critères pour identifier chaque technique ou cause naturelle. La reproduction expérimentale, à l'aide d'un agitateur d'éprouvettes, des traces produites par la suspension met en évidence des critères spécifiques. Ces nouveaux critères d'analyse sont mis à l'épreuve sur un échantillon de pièces archéologiques des grottes du Parpalló et de Beneito.

---

## ABSTRACT

Eight bore techniques were experimentally used on shells. Microscopic analysis of boreholes and other holes, made by natural agents (predators, natural fractures), reveals criteria to distinguish each boring factor. Hanging traces, produced using a test tube-shaking machine, were also described. Experimental criteria were tested on archaeological shells from Parpalló and Beneito Caves (Spain).

---

## Introduction

L'utilisation des coquillages comme objets de parure constitue l'une des plus notables innovations culturelles développées par *Homo sapiens sapiens* dès le début du Paléolithique supérieur. Les diverses informations livrées par ces objets ont stimulé plusieurs voies de recherche. Par leur provenance,

les coquillages témoignent des circuits de déplacement des groupes humains et des échanges entre groupes (Fischer, 1876 ; Bosinski et Hahn, 1973 ; Sacchi, 1986 ; Taborin, 1987).

La richesse de formes, de couleurs et de dimensions fait du choix d'une espèce ou d'un ensemble d'espèces un remarquable moyen de caractérisation culturelle. La variation du choix des espèces

offre une clé pour identifier les éléments de continuité et d'originalité dans les traditions culturelles du Paléolithique supérieur (Taborin, 1987).

Les coquillages ont été souvent aménagés en objets de parure à l'aide de perforations. Des techniques diverses sont mises en œuvre pour la réalisation de cet aménagement. Les perforations représentent, dans la plupart des cas, le seul élément qui permette d'associer aux coquillages un comportement technologique particulier. Pourtant le problème des critères à utiliser pour distinguer ces différents comportements technologiques a été rarement abordé (Francis, 1982 ; Yerkes, ce vol.). On a généralement conduit l'étude technologique des perforations sur les objets de parure en décrivant les stigmates liés à la perforation et en

essayant de les interpréter en termes de comportement technique.

Le premier objectif de cette recherche est de repérer expérimentalement des critères pour distinguer les techniques de perforation sur coquillage.

Des orifices produits par des facteurs naturels se rencontrent aussi sur les coquillages. Nous essaierons d'établir des critères pour les différencier des perforations faites par l'homme. L'application des critères expérimentaux sur un échantillon de coquillages archéologiques permettra de vérifier la validité de la méthode.

Il a été suggéré (Taborin, 1987) que certains stigmates visibles sur les coquillages archéologiques seraient la conséquence de leur suspension et que la localisation de ces traces permettrait de reconstituer le mode de fixation. Cependant aucun critère

| N° | Espèce              | Technique action      | Origine | Outil perforat.       | Lieu trav.  | Temps suspens. | Type susp. | Durée  |
|----|---------------------|-----------------------|---------|-----------------------|-------------|----------------|------------|--------|
| 1  | <i>Cerastoderma</i> | Abrasion + pression   | Externe | Pointe silex          | Umbo        | 4' 30 "        | *          | *      |
| 2  | <i>Theodoxus</i>    | Pression              | Interne | Éclat pointu          | Dos         | 2 "            | Suspendu   | 3 mois |
| 3  | <i>Cerastoderma</i> | Abrasion              | Externe | Galet quartzite       | Umbo        | 12 "           | Cousu      | 3 mois |
| 4  | <i>Nassarius</i>    | Pression              | Interne | Éclat pointu          | Dos         | 2 "            | *          | *      |
| 5  | <i>Cerastoderma</i> | Abrasion + Per. rot.  | Externe | Surf. abras.+Perçoir  | Umbo        | 10 "           | Suspendu   | 3 mois |
| 6  | <i>Glycimeris</i>   | Percussion directe    | Externe | Galet quartzite       | Umbo        | 2 "            | *          | *      |
| 7  | <i>Glycimeris</i>   | Percussion directe    | Externe | Galet quartzite       | Umbo        | 1 "            | Suspendu   | 2 mois |
| 8  | <i>Glycimeris</i>   | Percussion directe    | Externe | Galet calcaire        | Umbo        | 30 "           | *          | *      |
| 9  | <i>Glycimeris</i>   | Percussion directe    | Externe | Galet quartzite       | Umbo        | 2 "            | *          | *      |
| 10 | <i>Glycimeris</i>   | Percussion directe    | Externe | Galet calcaire        | Umbo        | 4 "            | Fracturé   | *      |
| 11 | <i>Glycimeris</i>   | Percussion directe    | Externe | Galet quartzite       | Umbo        | 30 "           | *          | *      |
| 12 | <i>Cyclope</i>      | Abrasion + Per. rot.  | Externe | Surf. abras.+ Perçoir | Basal       | 30 "           | *          | *      |
| 13 | <i>Cerastoderma</i> | Percussion directe    | Externe | Galet quartzite       | Umbo        | *              | *          | *      |
| 14 | <i>Glycimeris</i>   | Percussion directe    | Externe | Galet quartzite       | Umbo        | *              | *          | *      |
| 15 | <i>Cerastoderma</i> | Percussion indirecte  | Interne | Pointe sil. et galet  | Sous l'umbo | *              | *          | *      |
| 16 | <i>Cerastoderma</i> | Percussion indirecte  | Externe | Pointe sil. et galet  | Sous l'umbo | 1 "            | Cousu      | 2 mois |
| 17 | <i>Cerastoderma</i> | Pression + Per. rot.  | Externe | Pointe silex          | Sous l'umbo | *              | Suspendu   | 2 mois |
| 18 | <i>Glycimeris</i>   | Abrasion              | Externe | Galet                 | Umbo        | 10-15 "        | *          | *      |
| 19 | <i>Glycimeris</i>   | Percussion            | Externe | Pointe sil. et galet  | Sous l'umbo | 1 "            | *          | *      |
| 20 | <i>Cerastoderma</i> | Pression + Per. rot.  | Externe | Pointe silex          | Sous l'umbo | 5 "            | *          | *      |
| 21 | <i>Cerastoderma</i> | Pression + Per. rot.  | Externe | Pointe silex          | Umbo        | 17 "           | Cousu      | 2 mois |
| 22 | <i>Pecten</i>       | Perf. par rotation    | Externe | Pointe silex          | Auricules   | 3 "            | Suspendu   | 1 mois |
| 23 | <i>Cerastoderma</i> | Abrasion              | Externe | Quartzite             | Umbo        | 15 "           | *          | *      |
| 24 | <i>Cerastoderma</i> | Abrasion              | Externe | Quartzite             | Umbo        | 2 "            | *          | *      |
| 25 | <i>Cerastoderma</i> | Pression + Per. rot.  | Externe | Pointe silex          | Umbo        | 4 "            | *          | *      |
| 26 | <i>Glycimeris</i>   | Perf. par rotation    | Externe | Pointe silex          | Sous l'umbo | 15 "           | Suspendu   | 3 mois |
| 27 | <i>Cyclope</i>      | Abrasion              | Externe | Galet                 | Basal       | 35 "           | *          | *      |
| 28 | <i>Nassarius</i>    | Pression              | Interne | Pointe silex          | Dos/Labre   | 1 "            | Suspendu   | 2 mois |
| 29 | <i>Nassarius</i>    | Pression              | Interne | Pointe silex          | Dos/Labre   | 1 "            | Suspendu   | 2 mois |
| 30 | <i>Theodoxus</i>    | Abrasion + Perf. rot. | Externe | Pointe silex          | Dos         | 5 "            | Suspendu   | 2 mois |
| 31 | <i>Theodoxus</i>    | Pression              | Interne | Pointe silex          | Dos         | 15 "           | Suspendu   | 2 mois |
| 32 | <i>Glycimeris</i>   | Abrasion              | Externe | Calcaire              | Umbo        | 3 "            | *          | *      |
| 33 | <i>Glycimeris</i>   | Abrasion              | Externe | Calcaire              | Umbo        | 15 "           | Suspendu   | 2 mois |
| 34 | <i>Glycimeris</i>   | Prédateur             | Externe |                       | Dos         | *              | Agitateur  | 6 h    |
| 35 | <i>Glycimeris</i>   | Perc. dir. ponctuelle | Externe | Pointe silex          | Dos         | *              | Agitateur  | 6 h    |
| 36 | <i>Glycimeris</i>   | Perc. dir. diffuse    | Externe | Galet                 | Umbo        | *              | Agitateur  | 6 h    |
| 37 | <i>Cerastoderma</i> | Percussion indirecte  | Interne | Pointe sil. ret.      | Dos         | *              | Agitateur  | 6 h    |
| 38 | <i>Cerastoderma</i> | Sciage                | Externe | Tranchant silex       | Dos         | *              | Agitateur  | 6 h    |
| 39 | <i>Cerastoderma</i> | Perf. par rotation    | Externe | Pointe sil. ret.      | Dos         | *              | Agitateur  | 15 h   |
| 40 | <i>Glycimeris</i>   | Abrasion              | Externe | Calcaire              | Umbo        | *              | Agitateur  | 6 h    |
| 41 | <i>Cerastoderma</i> | Grattage              | Externe | Pointe sil. ret.      | Dos         | *              | *          | *      |

Fig. 1. Protocole expérimental.

expérimental n'a été repéré jusqu'à maintenant pour identifier de telles traces de suspension. Le deuxième objectif de ce travail est donc de reproduire expérimentalement ces traces et de définir les critères éventuellement identifiables sur le matériel archéologique.

## Matériaux et méthode

### Matériel expérimental

L'expérimentation a été conduite sur un échantillon de coquillages de différentes espèces et dimensions extrait d'un lot de plusieurs centaines de spécimens collecté sur une plage méditerranéenne.

### *Orifices naturels*

Une partie des coquillages ramassés présentaient des orifices dus à des facteurs naturels (fracture, prédateur). Plusieurs de ces orifices naturels ont été analysés.

### *Perforations expérimentales*

Huit techniques de perforation, signalées dans la littérature, et semblant être présentes sur nos pièces archéologiques, ont été reproduites expérimentalement (fig. 1) :

1. Percussion directe ponctuelle : le coquillage, appuyé sur une surface, est percuté à plusieurs reprises avec un outil lithique pointu.

2. Percussion directe diffuse : une ou plusieurs percussions sont exercées à l'aide d'un galet sur l'umbo du coquillage tenu à la main.

3. Percussion indirecte : un percuteur porte un ou plusieurs coups sur l'extrémité d'un outil. L'autre extrémité, en contact avec le coquillage posé, produit, par contrecoup, un orifice.

4. Pression : une pression est exercée à l'aide d'une pièce lithique pointue jusqu'à l'ouverture d'une fracture.

5. Sciage : l'orifice est produit par le mouvement de va-et-vient d'un tranchant lithique.

6. Abrasion : le frottement du test sur une surface abrasive produit l'ouverture d'un orifice.

7. Grattage : l'extrémité d'un outil lithique pointu produit une perforation par raclage du test sur une petite surface.

8. Perçage : la perforation est générée par la rotation répétée de l'extrémité pointue d'un outil. Les techniques décrites ci-dessus ont été combinées sur certaines pièces.

### *Suspension expérimentale*

Des coquillages percés expérimentalement ont été soumis à une prise d'empreinte en élastomère, selon les méthodes décrites ci-dessous. Cela a permis de conserver l'état de surface précédant la suspension expérimentale. Certains coquillages ont été portés au cou par plusieurs expérimentateurs pendant des périodes allant d'un à trois mois. Huit coquillages ont été suspendus à un agitateur d'éprouvettes pendant 6 ou 15 heures. Des liens en cuir et en chanvre ont été utilisés dans les deux cas.

### Matériel archéologique

Les coquillages archéologiques examinés appartiennent à deux grottes du Levant espagnol, Parpalló (Gandia, València) et Beneito (Muro d'Alcoi, Alicante). Le matériel du Parpalló provient des niveaux du Solutréen moyen et du Magdalénien supérieur (Pericot, 1942 ; Aura, 1989 ; Soler, 1990). Le matériel de Beneito est issu des niveaux aurignaciens, gravettiens et solutréens (Iturbe et Cortell, 1987).

### Analyse microscopique

Les pièces expérimentales et archéologiques ont été lavées à l'acétone et observées à la loupe binoculaire. Les perforations ont fait l'objet d'une prise d'empreinte avec l'élastomère Provil L (Bayer, Leverkusen, Allemagne). Les positifs en résine (RBS, T2L, Chimie, 11230 Chalabre), tirés de ces empreintes (d'Errico, 1988), ont été métallisés à l'or-palladium et observés au MEB (Jeol JSM 255 II).

## Résultats

Les différents procédés technique et processus naturels responsables des perforations peuvent être distingués d'après le contour de l'orifice, sa morphologie, et d'après certains stigmates microscopiques (fig. 2).

|                  |                          | Origine de l'action |              |              |              | Contour    |         |            | Morphologie       |                     |                     |                |                 |           |         |          |             |                 | Critères microscopiques |                |             |          |                       |                    |             |          |                    |
|------------------|--------------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|------------|---------|------------|-------------------|---------------------|---------------------|----------------|-----------------|-----------|---------|----------|-------------|-----------------|-------------------------|----------------|-------------|----------|-----------------------|--------------------|-------------|----------|--------------------|
|                  |                          | Lamellibranches     |              | Gastéropodes |              | circulaire | allongé | irrégulier | surface d'attaque |                     |                     |                |                 |           |         |          |             |                 | surface opposée         |                |             |          |                       |                    |             |          |                    |
|                  |                          | face externe        | face interne | face externe | face interne |            |         |            | cylindrique       | cylindrique convexe | cylindrique concave | conique droite | conique concave | biconique | concave | linéaire | irrégulière | points d'impact | stries d'impact         | stries d'outil | enlèvements | fissures | abrasion artificielle | abrasion naturelle | enlèvements | fissures | abrasion naturelle |
| Actions natur.   | Prédateur                | ●                   |              | ●            |              | ●          |         |            | ●                 | ●                   | ●                   |                |                 |           |         |          |             |                 |                         |                |             |          |                       |                    |             |          |                    |
|                  | Fracture naturelle       | ●                   |              |              |              | ●          |         | ●          |                   |                     |                     |                |                 |           |         |          |             |                 |                         |                |             |          |                       |                    | ●           | ●        | ●                  |
| Actions humaines | Perc. directe ponctuelle | ●                   |              | ●            |              | ●          |         | ●          |                   |                     |                     |                |                 |           | ●       | ●        |             |                 |                         |                |             |          |                       |                    | ●           | ●        | ●                  |
|                  | Perc. directe diffuse    | ●                   |              | ●            |              | ●          |         | ●          |                   |                     |                     |                |                 |           | ●       | ●        | ●           |                 |                         |                |             |          |                       |                    | ●           | ●        | ●                  |
|                  | Percussion indirecte     | ●                   | ●            |              |              | ●          |         | ●          |                   |                     |                     |                |                 |           | ●       | ●        |             |                 |                         |                |             |          |                       |                    | ●           | ●        | ●                  |
|                  | Pression                 | ●                   | ●            |              |              | ●          |         | ●          |                   |                     |                     |                |                 |           | ●       | ●        |             |                 |                         |                |             |          |                       |                    | ●           | ●        | ●                  |
|                  | Sciage                   | ●                   |              | ●            |              |            | ●       |            |                   |                     |                     |                |                 |           |         |          |             |                 |                         |                |             |          |                       |                    |             | ●        | ●                  |
|                  | Percement par rotation   | ●                   | ●            | ●            |              | ●          |         |            |                   |                     |                     |                |                 |           |         |          |             |                 |                         |                |             |          |                       |                    |             | ●        | ●                  |
|                  | Abrasion                 | ●                   |              | ●            |              | ●          |         | ●          |                   |                     |                     |                |                 |           |         |          |             |                 |                         |                |             |          |                       |                    | ●           | ●        | ●                  |
|                  | Grattage                 | ●                   |              | ●            |              |            |         | ●          |                   |                     |                     |                |                 |           |         |          |             |                 |                         |                |             |          |                       |                    |             | ●        | ●                  |

Fig. 2. Principaux critères pour l'identification des modes de perforation du coquillage.

Identification des perforations naturelles

Deux facteurs provoquent des perforations naturelles : l'action de prédateurs marins et le processus de délabrement du test.

Prédateurs marins

Certains prédateurs marins (Céphalopodes, Gastéropodes, Turbellariés) percent les coquillages à l'aide d'un petit organe appelé « radula ». La radula est une langue (fig. 3) pourvue de micro-denticulations en tissu minéralisé (Carriker, 1961, 1969 ; Bishop, 1975). Ramolli par une sécrétion acide, de composition encore mal connue, le test est attaqué par la radula, qui racle sa surface avec un mouvement rotatoire jusqu'au percement.

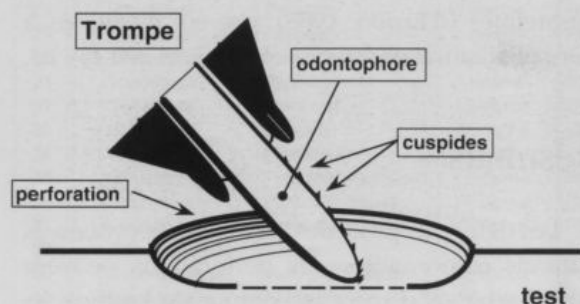


Fig. 3. Perforation du test par la radula d'un Naticidae (d'après Bishop 1975 redessiné).

Les Céphalopodes (par exemple le Poulpe) percent les coquillages pour injecter un liquide, excrété par les glandes salivaires, qui tue la proie (Wodinsky, 1969). L'injection du liquide ne nécessite pas une perforation de grande dimension. De ce fait, la perforation des Céphalopodes, généralement conique, dépasse rarement 1 mm de diamètre sur la surface externe et 0,4 mm sur l'interne (Arnold et Arnold, 1969). De telles dimensions ne permettent pas de confondre ces perforations avec celles produites par l'homme ou par les autres prédateurs marins. De même, ces perforations peuvent être difficilement utilisables pour la suspension.

Six familles de Gastéropodes produisent des perforations dans les coquillages : les Cymatiidae, Muricidae, Thaididae, Naticidae, Helicidae et Oleacinidae. Des études descriptives et expérimentales se sont intéressées aux perforations effectuées par les Muricidae et les Naticidae (Carriker et Yochelson, 1968). Le comportement des autres familles est moins connu.



Fig. 4. Morphologie des perforations produites par les Naticidae (A) et les Muricidae (B).

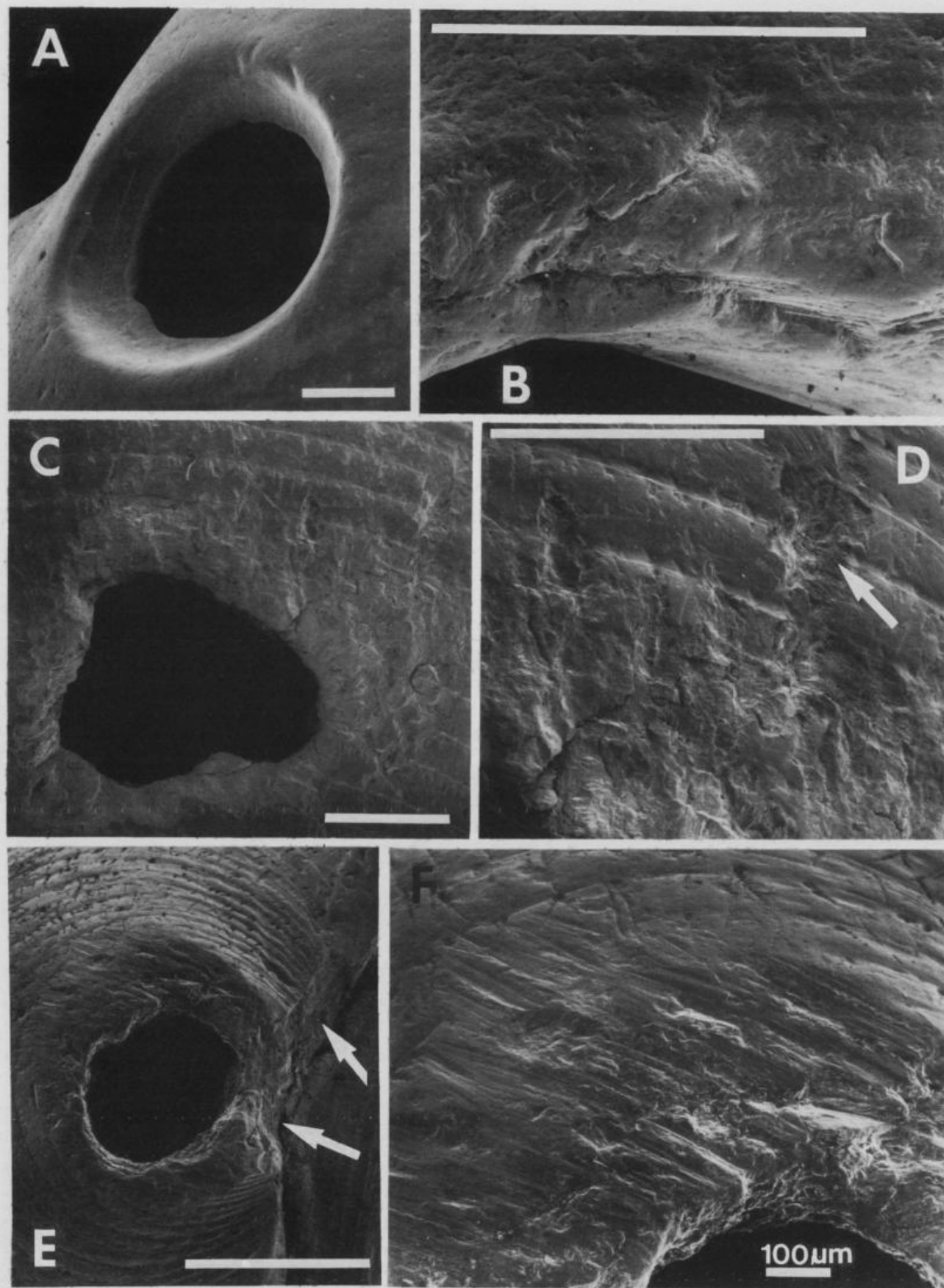


Fig. 5. Photographies au MEB de perforations naturelles et artificielles.

A. Perforation due à un *Naticidae*. B. Fracture naturelle. C. Perforation pratiquée par percussion ponctuelle. D. Détail de la précédente montrant l'ouverture de fractures et la morphologie des impacts (flèche). E. Percussion directe diffuse. Les flèches indiquent des enlèvements marquant le point d'impact. F. Détail de la précédente montrant des stries qui marquent la direction de la percussion. Échelles égales à 1 mm.

Les Naticidae et les Muricidae creusent des orifices dans le but d'insérer leur trompe dans le corps de la victime et d'extraire les tissus mous dont ils se nourrissent. Ces perforations sont donc plus grandes (jusqu'à 4-5 mm de diamètre) que celles produites par les Céphalopodes. Elles méritent d'être examinées en détail. En effet, elles peuvent être confondues avec les perforations dues à l'homme et elles ont pu être utilisées telles quelles par les préhistoriques. Le mode de creusement du test et la morphologie de l'organe de perforation diffèrent notablement entre les Muricidae et les Naticidae. De ce fait les perforations qu'ils creusent peuvent être distinguées morphologiquement (Fretter et Graham, 1962). Les perforations produites par les membres de la première famille sont cylindriques, celles de la deuxième ont une forme conique à bord incurvé (fig. 4 et 5 : A). L'observation en laboratoire du comportement de ces prédateurs a montré qu'il n'existe pas une zone préférentielle pour effectuer la perforation. La position des perforations creusées par les Naticidae dépend probablement de la manière dont la proie est maintenue. De ce fait une certaine répétitivité a été remarquée dans l'emplacement de la perforation sur les mêmes espèces.

Cependant la localisation de la perforation ne doit pas être considérée comme un critère à retenir pour distinguer les perforations dues à des prédateurs de celles qui sont dues à d'autres facteurs.

L'interruption du processus de perforation obtenue lorsqu'on détache le prédateur de la proie montre (Carriker, 1969) que les parois des perforations inachevées sont couvertes de faisceaux de stries. Aucune trace de ces stries de raclage n'a pu être repérée par nous sur les coquillages ramassés sur la plage et présentant des perforations dues à des prédateurs.

### *Perforation par délabrement*

La perforation est une des modifications naturelles (séparation des valves, usure, cassure, frag-

mentation, dissolution, désintégration) qui peuvent se produire sur la coquille après la mort de l'animal. Sur les Lamellibranches, la perforation est la conséquence de l'usure en facette. Ce terme fut employé par Pratje (1929, *in* Rolin, 1971) pour désigner une destruction correspondant à un polissage par le sable. Hollman (1968, *in* Rolin, 1971) identifie deux types de facettes, celles du crochet et celles de la région médiane des valves. Les premières se présentent sous forme de méplat à l'extrémité pointue du crochet. Ces usures débutteraient du vivant de l'animal à cause du contact répété des crochets et s'accroîtraient après sa mort à la suite du relâchement des muscles. Les facettes médianes se situent sur la ligne de plus forte courbure des valves. Leur origine serait due, selon Driscoll (1967), à un enfouissement partiel des bords de la valve qui exposerait à l'érosion sa seule partie centrale. De ce fait le contour de la perforation dépend de la forme du test.

Quand la fracture qui a produit l'ouverture de l'orifice est récente, le bord de la perforation peut montrer des fissures (fig. 5 : B). Si la perforation a subi l'abrasion marine, la morphologie tend à devenir biconique et à présenter des surfaces émoussées.

### Identification des procédés techniques

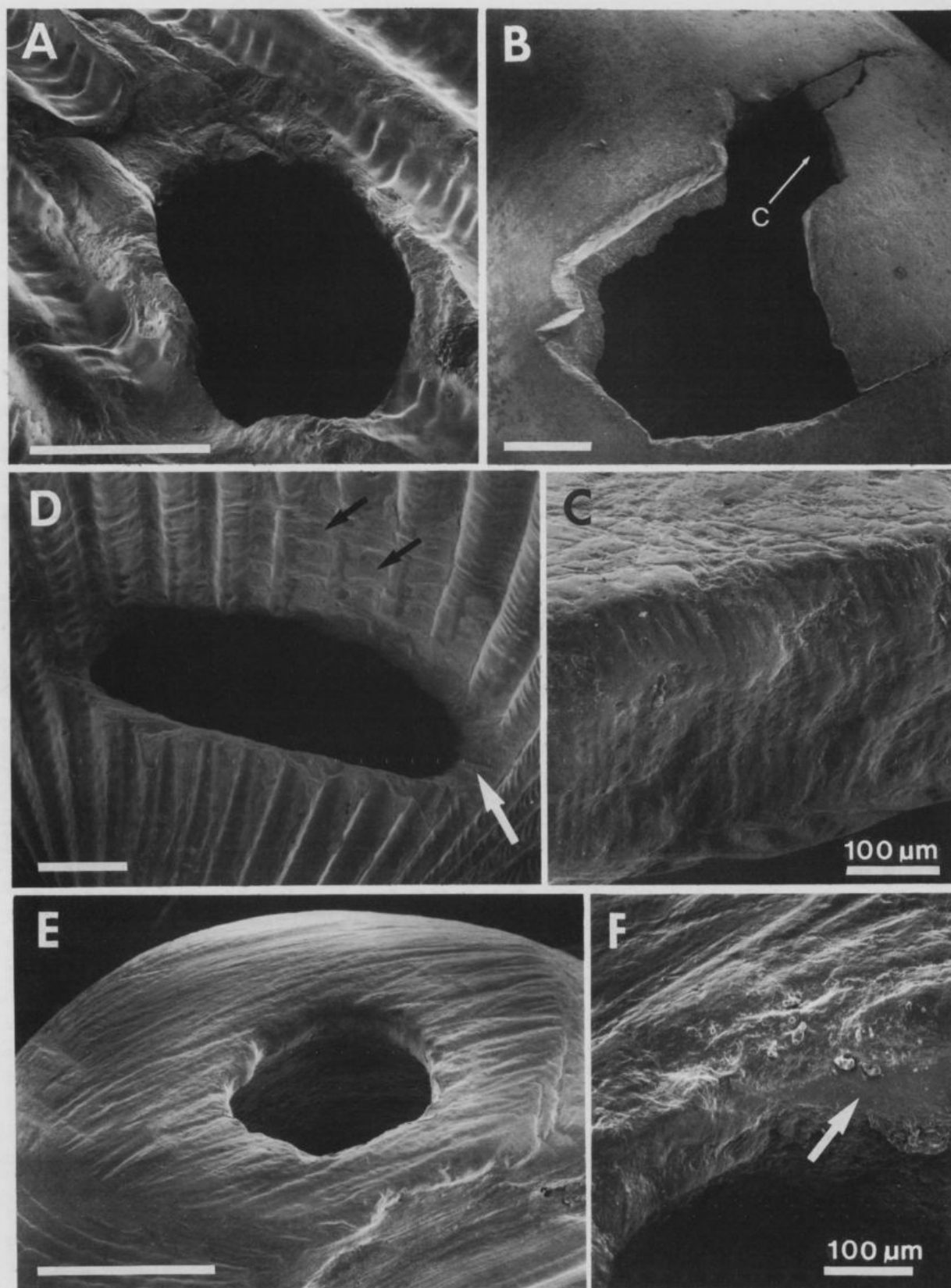
La percussion directe ponctuelle provoque des orifices à contour subcirculaire ou irrégulier et de morphologie irrégulière (fig. 5 : C). Le bord de la perforation a un aspect ébréché et traversé de fissures. Des points d'impact en forme de cupule s'observent autour de la zone ébréchée (fig. 5 : D). De la face d'attaque partent des enlèvements qui s'étendent sur la face opposée. Les enlèvements se développent rarement sur la face d'attaque.

La percussion directe diffuse (fig. 5 : E) produit parfois sur la face externe des enlèvements adjacents au point d'impact. Si plusieurs percussions



**Fig. 6.** Photographies au MEB de perforations expérimentales et archéologiques.

**A.** Percussion indirecte. **B.** Pression exercée de l'intérieur vers l'extérieur (Gastéropode porté au coup pendant trois mois). **C.** Bord de fracture avec un léger émoussé produit par la suspension expérimentale. La morphologie en sillons parallèles fait partie de la structure du test. **D.** Perforation produite par sciage. Les flèches noires indiquent des stries dues à un contact latéral du tranchant au cours du façonnage, la flèche blanche des stries produites par la zone active du tranchant à la fin du façonnage. **E.** Perforation par abrasion. La direction des stries indique la direction du mouvement au cours du façonnage. **F.** Lamellibranche provenant du Parpalló, percé par abrasion. La flèche indique une zone polie située sur les parois de la perforation. Échelles égales à 1 mm.



ont été nécessaires pour ouvrir la perforation, le pourtour de l'orifice révèle une surface abrasée et traversée de stries orientées selon la direction de mouvement du percuteur (fig. 5 : F).

La percussion indirecte (fig. 6 : A) est une technique moins contraignante que la précédente quant à l'emplacement de la perforation. Les faces internes ou externes peuvent également être choisies. Au contraire de la précédente elle ne montre pas de surface abrasée autour de la perforation, dont les bords ont toujours un aspect frais.

Les perforations par pression (fig. 6 : B) ont un contour irrégulier qui prend souvent la forme d'un polygone avec des fissures et des enlèvements. Il est probable que cette morphologie est due au fait que l'ouverture de la fracture suit les lignes de structure du test.

Les orifices résultant d'un sciage avec un tranchant lithique (fig. 6 : D) sont allongés. Les stries qui s'observent à proximité de la perforation et à ses extrémités indiquent la direction du mouvement de l'outil. De petits enlèvements apparaissent sur la face opposée.

Le percement par rotation avec un outil lithique (fig. 7 : A) produit des orifices circulaires de morphologie conique. Des stries concentriques ou subconcentriques sont présentes sur les parois de l'orifice et, parfois, sur son pourtour. Des enlèvements se développent sur la surface d'attaque et sur la surface opposée.

La technique de l'abrasion (fig. 6 : E) produit autour de l'orifice une surface plate couverte de stries fusiformes parallèles. De ce fait la forme de la perforation dépend de la forme de la surface attaquée. Comme l'orientation des stries correspond à la direction du mouvement pendant l'abrasion du test, il est possible de connaître l'orientation du coquillage au cours du façonnage.

Lors d'une perforation par grattage, de nombreuses stries d'outil sont visibles autour de l'orifice. Cette technique diffère de la précédente car elle ne produit pas de surface plate autour de la perforation. Ses stries ont des dimensions plus variables et ne sont jamais parfaitement parallèles. L'ornementation du coquillage (par exemple la présence de côtes très marquées) peut conditionner la direction du mouvement lors du grattage.

Dans ce cas les stries de grattage suivent la même direction que les côtes.

## Identification des traces de suspension

Des traces de suspension ont pu être identifiées seulement sur deux lamellibranches, suspendus pendant 15 et 6 h respectivement à un agitateur d'éprouvettes, ainsi que sur un Gastéropode porté au cou pendant trois mois. La suspension expérimentale produit deux types de stigmates : poli et stries.

Le poli se développe sur les parois de l'orifice, où il efface les stigmates du façonnage. Après 15 h de suspension l'orifice produit par rotation (fig. 7 : A-B) ne conserve que des vestiges très émoussés de la morphologie initiale. Le léger émoussé produit par la suspension au cou (fig. 6 : C) semble être un premier stade de développement du poli qu'on observe sur les pièces suspendues artificiellement.

Les zones polies de la pièce suspendue pendant 15 h révèlent, à fort grossissement (fig. 7 : C), des stries allongées perpendiculaires au bord, ne dépassant pas 1  $\mu\text{m}$  de largeur.

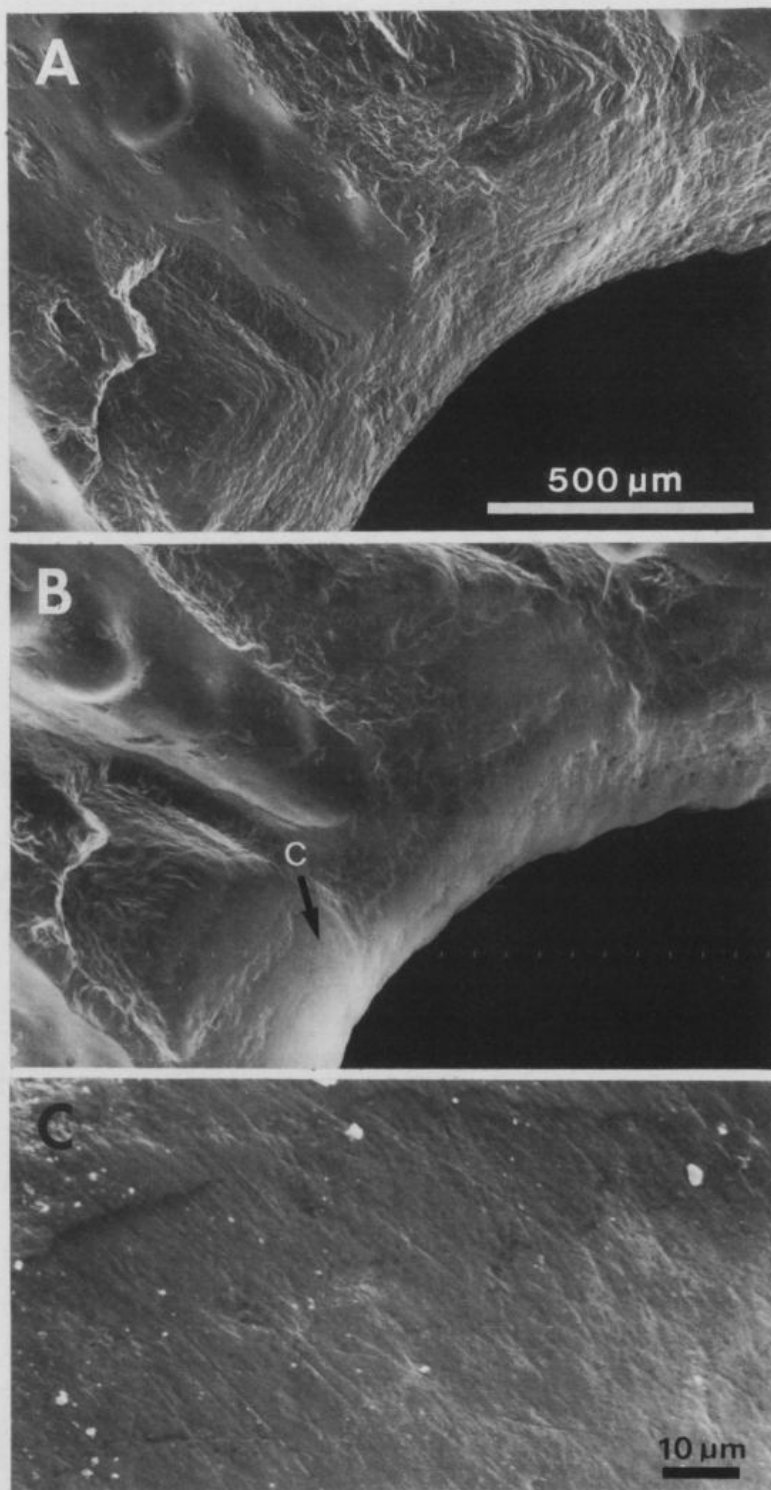
## Analyse du matériel archéologique

La reconnaissance, sur les perforations archéologiques, des stigmates décrits sur les perforations expérimentales permet d'identifier les procédés techniques mis en œuvre par les préhistoriques (fig. 8).

Ainsi les techniques de l'abrasion, de la percussion indirecte, de la rotation et de la pression ont pu être identifiées sur les pièces de Parpalló. Une coquille de ce site présente une perforation due à un prédateur, sur une autre le grattage du test a été suivi par un perçage par rotation. A Beneito les techniques sont moins variées, tout comme les espèces malacologiques. L'abrasion et la pression sont les procédés les plus fréquents. La première s'observe de préférence sur les *Glycimeris* sp., et elle est pratiquée toujours sur l'umbo. Le deuxième procédé a été employé le plus souvent pour percer le dos des *Theodoxus fluviatilis*.

Trois empreintes de perforation par abrasion des *Glycimeris* de Cova de Beneito ont été observées au MEB. Mis à part un léger poli visible sur les parois d'une des perforations (fig. 6 : F), ces pièces ne présentent pas de stigmate qui puisse être attribué à la suspension. De plus leur surface n'a pas la même fraîcheur que les pièces expérimentales.





**Fig. 7.** Perforation expérimentale obtenue par rotation d'une pointe en silex. **A.** Bord de la perforation après le façonnage. **B.** Même zone après 15 h de suspension à un agitateur d'éprouvettes. **C.** Zone montrant des stries perpendiculaires à la perforation et ne dépassent pas 1 µm de largeur

| Dos | Espèce                     | Procédé technique    | Origine Action | Emplacement Perforation | Provenance              | Référence   |
|-----|----------------------------|----------------------|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------|
| 1   | <i>Donax trunculus</i>     | Animal prédateur     | Externe        | Dos                     | Parpalló-Magd. sup.     | P.6366      |
| 2   | <i>Mytilus edulis</i>      | Grattage + rotation  | Externe        | Sous le sommet          | Parpalló-Indét.         | P.6373      |
| 3   | <i>Littorina saxatilis</i> | Abrasion             | Externe        | Base                    | Parpalló-Magd. sup.     | P.6376      |
| 4   | <i>Pectinidae</i>          | Percussion indirecte | Interne        | Dos                     | Parpalló-Magd. sup.     | P.6386      |
| 5   | <i>Theodoxus fluv.</i>     | Pression             | Interne        | Dos                     | Parpalló-Solutr.-Grav.  | P.6384      |
| 6   | <i>Littorina sp.</i>       | Percussion           |                | Dos                     | Parpalló-Solutr.-Grav.  | P.6317      |
| 7   | <i>Theodoxus fluv.</i>     | Pression             | Interne        | Dos                     | Beneito-Indéterminé     | R/2576      |
| 8   | <i>Glycimeris sp.</i>      | Abrasion             | Externe        | Umbo                    | Beneito-Indéterminé     | 5B RC/13    |
| 9   | <i>Theodoxus fluv.</i>     | ?                    | Externe        | Dos                     | Beneito-Solutréen       | 4B 12.2     |
| 10  | <i>Theodoxus fluv.</i>     | Pression             | Interne        | Dos                     | Beneito-Indéterminé.    | 5D R.N°42   |
| 11  | <i>Theodoxus fluv.</i>     | Pression ?           | ?              | Dos                     | Beneito-Indéterminé.    | 5D R.N°43   |
| 12  | <i>Arcularia gib.</i>      | Pression/Perc. ind.  | Interne        | Opposé au labre         | Beneito-Aurignac. évol. | 1E 196-206  |
| 13  | <i>Arcularia gib.</i>      | Fracturé             | -              | -                       | Beneito-Indéterminé.    | 1B N°25     |
| 14  | <i>Theodoxus fluv.</i>     | Pression             | Interne        | Dos                     | Beneito-Indéterminé.    | R.87/2197   |
| 15  | <i>Theodoxus fluv.</i>     | Pression             | Interne        | Dos                     | Beneito-Solutréen.      | 1B 106.44   |
| 16  | <i>Acteon ?</i>            | Naturel              | -              | Dos                     | Beneito-Aurignac. évol. | 1E 206-231  |
| 17  | <i>Glycimeris sp.</i>      | Naturel              | -              | Umbo                    | Beneito-Solutréen.      | 5C 131-36   |
| 18  | <i>Theodoxus fluv.</i>     | ?                    | Externe        | Dos                     | Beneito-Aurignac. évol. | 2D 196.1    |
| 19  | <i>Acteon/Nassa ?</i>      | Pression ?           | Externe        | Dos                     | Beneito-Aurignac. évol. | 1C 231-30   |
| 20  | <i>Theodoxus fluv.</i>     | Pression ?           | Interne        | Dos                     | Beneito-Solutréen       | 2B 11.18    |
| 21  | <i>Theodoxus fluv.</i>     | ?                    | Externe        | Dos                     | Beneito-Indéterminé     | R.4119      |
| 22  | <i>Melanopsis sp.</i>      | Fracturé             | -              | Dos                     | Beneito-Aurignac. évol. | 5C 181-186  |
| 23  | <i>Theodoxus fluv.</i>     | Pression             | Interne        | Dos                     | Beneito-Aurignac. évol. | 5C 196-21   |
| 24  | <i>Theodoxus fluv.</i>     | Pression             | Interne        | Dos                     | Beneito-Indéterminé     | R.733       |
| 25  | <i>Glycimeris sp.</i>      | Altération surface   | -              | Umbo                    | Beneito-Aurignac. évol. | 3B 196.4    |
| 26  | <i>Arcularia sp.</i>       | Fracturé             | -              | Dos                     | Beneito-Aurignac. évol. | 3B 196.56   |
| 27  | <i>Nassarius ret.</i>      | Pression             | Interne        | Dos                     | Beneito-Solutr.-Grav.   | 2D 9.100    |
| 28  | <i>Theodoxus fluv.</i>     | Pression             | Interne        | Dos                     | Beneito-Solutr.-Grav.   | 4D 11.66    |
| 29  | <i>Glycimeris sp.</i>      | Abrasion             | Externe        | Umbo                    | Beneito-Proto-Solutr.   | 2D 146.50   |
| 30  | <i>Theodoxus fluv.</i>     | ?                    | ?              | Dos                     | Beneito-Gravettien      | Son.180-190 |

Fig. 8. Résultats de l'analyse des pièces archéologiques.

tales, si bien que la distinction entre le poli produit éventuellement par la suspension et l'altération de la surface devient problématique.

## Discussion et conclusions

L'analyse des perforations expérimentales a mis en évidence des critères d'identification des procédés techniques. L'application de ces critères au matériel archéologique peut conduire à reconnaître la technique employée.

Certains de ces critères sont propres à une seule technique, d'autres sont communs à plusieurs. La technique est donc identifiée parfois par élimination. C'est par exemple le cas des techniques utilisant la percussion. Dans d'autres cas il est important de prendre en considération l'emplacement de la perforation. Lorsque l'ouverture du Gastéropode est petite et que l'origine de la perforation est interne, deux seules techniques peuvent être envisagées, la pression et la percussion indirecte.

La distinction entre les orifices produits par des facteurs naturels et par l'homme, assez facile pour les perforations de prédateurs, est moins facile pour les fractures naturelles. En effet, si les surfaces sont altérées, il est souvent difficile de distinguer une percussion intentionnelle d'une fracture naturelle. C'est pour cette raison que l'identification de la technique n'a pas été possible sur certaines pièces archéologiques.

Le but de ce travail étant d'identifier les caractères spécifiques de chaque technique, l'expérimentation n'a pas touché au problème du croisement des techniques, souvent pratiqué au Paléolithique supérieur. Cet aspect nécessite donc un approfondissement ultérieur.

L'analyse des coquilles suspendues au cou montre que ce traitement produit de faibles changements de surface, seulement observables au MEB et à partir de grossissements relativement forts (150x).

L'amplification artificielle des usures de suspension par l'agitateur d'éprouvettes devait per-

mettre d'observer les conséquences d'un usage prolongé. Malgré un long traitement (15 h) les traces de suspension restent relativement faibles. Un poli localisé sur les parois de la perforation et la présence de stries, perpendiculaires à cette dernière et d'une largeur inférieure à 1 mm, semblent les seules critères valables pour identifier des coquillages suspendus. Dans ces conditions est-il possible de repérer de telles traces sur le matériel archéologique ? Il est probable qu'une altération du test, même très faible, suffit pour effacer les stries. Rappelons que la radula des Gastéropodes produit des stries bien visibles sur une perforation fraîche, mais que ces stries disparaissent rapidement dans le milieu marin. Le poli peut résister plus longtemps. Toutefois, il faut noter que ce poli a pu être détecté lors de l'expérimentation grâce à la fraîcheur de la pièce et de la perforation.

Sur les pièces archéologiques, l'altération peut homogénéiser l'état de surface et rendre difficile

l'identification de ces traces. Cela semble le cas des coquilles de la Cova de Beneito analysées jusqu'à maintenant. Par conséquent les résultats exposés ici nous suggèrent d'accueillir avec prudence l'identification de traces d'usure qui seraient dues à la suspension.

#### Remerciements

Nous tenons à remercier Bernat Marli Oliver et Guillermo Iturbe Polo pour nous avoir facilité l'accès au matériel archéologique, Pierre Guérin pour la révision du texte français. La recherche d'un des auteurs (F. D.) a été conduite dans le cadre d'une bourse du NATO Science Program et avec l'aide de la Fondation Kodak Pathé et de Bayer Dental France.

\* Institut de Paléontologie Humaine, LA 184 du CNRS,  
1 rue René Panhard, 75013, Paris, France.

\*\* Departament de Prehistoria i Arqueologia,  
Universitat de València, Avda. Blasco Ibañez,  
28. 46010, Valencia, Espagne.

## Bibliographie

- ARNOLD (J. M.), ARNOLD (K. O.) 1969.— Some aspect of hole-boring predation by *Octopus vulgaris*. In : Carricker *et al.*, (Ed.), *Penetration of calcium carbonate substrates by lower plants and invertebrates*. *Am. Zoologist*, 9, p. 991-996.
- AURA TORTOSA (J. E.), 1989.— Solutrenses y Magdalenienenses al sur del Ebro. Primera aproximación a un proceso de cambio tecno-industrial : el ejemplo de Parpalló. *Saguntum*, 22, p. 35-66.
- BISHOP (G. A.), 1975.— Traces of predation. In : *Traces fossils*. New York. Springer-Verlag, p. 261-280.
- BOSINSKI (G.), HAHN (J.), 1973.— Der Magdalenian Fundplatz, Martinsberg. *Rheinische Ausgrabungen*, 11, p. 81-264.
- CARRICKER (M. R.), 1961.— Comparative functional morphology of boring mechanism in gastropods. *Am. Zoologist*, 1, p. 263-266.
- CARRICKER (M. R.), 1969.— Excavation of boreholes by the gastropod *Urosalpinx* : an analysis by light and scanning electron microscopy. In : M. R. Carricker *et al.*, (Ed.), *Penetration of calcium carbonate substrates by lower plants and invertebrates*. *Am. Zoologist*, 9, p. 917-933.
- CARRIKER (M. R.), YOCHELSON (E. L.), 1968.— Recent gastropod boreholes and ordovician cylindrical borings. *Geological Survey Professional Paper*, 593-B, p. 1-26.
- DRISCOLL (E. G.), 1967.— Experimental field study of shell abrasion. *Journ. Sediment. Petrol.*, 37, 4, p. 1117-1123.
- D'ERRICO (F.) 1988.— The use of resin cast for the study of use-wear. In : S. L. Olsen (Ed.), *Scanning Electron Microscopy in Archaeology*. Oxford, BAR International Series, 452, p. 155-167.
- FISCHER (P.), 1876.— Sur les coquilles récentes et fossiles trouvées dans les cavernes du midi de la France et de la Ligurie. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 3<sup>e</sup> série, 4, p. 329-342.
- FRANCIS (P.), 1982.— Experiments with early techniques for making whole shells into beads. *Current Anthropology*, 23, 6, p. 713-714.
- FRETTER (V.), GRAHAM (A.), 1962.— *British prosobranch molluscs ; their functional anatomy and ecology*. London, Royal Soc., 755 p.
- ITURBE POLO (G.), CORTELL (E.), 1987.— Las dataciones de Cova Beneito y su interés para el Paleolítico Mediterraneo. *Trabajos de Prehistoria*, 44, p. 267-270.
- PERICOT GARCIA (L.), 1942.— *La cueva del Parpalló (Gandía)*. Madrid, Instituto Diego Velazquez.
- ROLIN (M.-F.), 1971.— *État des restes de lamellibranches dans les thanatocénoses et relations avec les conditions de déformation : les cassures*. Travaux du Laboratoire de paléontologie. Univ. Paris, Fac. d'Orsay. 77 p.
- SACCHI (D.), 1986.— *Le Paléolithique supérieur du*

- Languedoc occidental et du Roussillon*. Paris, CNRS, XXI<sup>e</sup> suppl. à Gallia Préhistoire, 284 p.
- SOLER MAYOR (B.), 1990.— Estudio de los materiales ornamentales de la Cova del Parpalló. *Saguntum*, 23, p. 39-59.
- TABORIN (Y.), 1987.— *Les coquillages dans la parure paléolithique en France*. Thèse d'État, Université Paris I, vol. I, 664 p.
- WODINSKI (J.), 1969.— Penetration of shell and feeding on Gastropods by *Octopus*. *Am. Zoologist.*, 9, p. 997-1010.
- YERKES (R. W.), 1993.— Methods of manufacturing shell beads at Prehistoric Mississippian sites in Southeastern North America. *Traces et fonction : les gestes retrouvés*. Liège 8-10 déc. 1990, ERAUL, ce volume.