Preistoria Alpina	Suppl. 1, v. 40 (2004)	pp. 133-160	Museo Tridentino di Scienze Naturali	Trento 2005	ISSN 0393-0157

L'étude de la pourpre: histoire d'une couleur, chimie et expérimentations.

ROLF HAUBRICHS

ABSTRACT – The paper mainly deals with the discovery of the chemical structure of purple-dye. Other topics concern shell species, geographical distribution of purple production and archaeological remains. Different techniques of dyeing are described.

Key words: MURICIDAE, dyeing, Europe, Asia, North, Central and South America.

Mots clé: MURICIDAE, teinture, Europe, Asie, Amériques.

Rolf Haubrichs – 27 rue de la Prairie, 1202 Genève, Svizzera.
e-mail: rolf.haubrichs@worldcom.ch

«…La couleur de pourpre fournie par le murex s'incorpore si étroitement avec la laine, qu'elle ne saurait plus être séparée, quand même on emploierait tous les flots de Neptune pour rendre à l'étoffe sa première teinte, quand même la mer tout entière voudrait l'effacer avec toutes ses ondes…»

Lucrèce, De la Nature,
Livre VI, 1074 (Ier siècle av. J.-C.)

«…La pourpre de la robe n'était pas une teinture commune, mais ressemblait à ce que, d'après la légende tyrienne, avait découvert le chien du berger: la pourpre avec laquelle, jusqu'à nos jours, on teint le peplos d'Aphrodite. Car il fut un temps où la parure de la pourpre était refusée aux hommes. Une petite coquille la dissimulait, au plus profond d'une cavité…»

Tatius d'Alexandrie, Le roman de Leucippé et Clitophon,
Livre II, XI. 4 (Vème siècle apr. J.-C.)

L'emploi de couleurs d'origine végétale, animale ou minérale remonte probablement à l'aube de l'humanité. La nature propose un grand nombre de substances pour réaliser des fresques ou des peintures, tells que la craie, l'hématite ou les ocres. Très tôt l'homme commence à fabriquer des pigments comme le noir de fumée, le charbon de bois, le cinabre ou le minium (VARICHON, 2000). Ces pigments minéraux n'offrent cependant que peu d'intérêt pour teindre des textiles du fait de leur faible affinité avec des fibres. Par contre, de nombreuses plantes constituent de bonnes alternatives en raison de la diversité des teintes qu'elles peuvent fournir (BARBER, 1991; CARDON, 2003). Les substances présentes chez quelques insectes, comme la cochenille ou le kermès, sont très appréciées, en particulier en Amérique Centrale et au Moyen-Orient (DONKIN, 1977 a; 1977 b). En dehors de ces insectes, le règne animal, malgré ses tonalités riches et variées, apporte rarement des matières colorantes utilisables pour la teinture.

Le monde marin compte quelques organismes possédant des molécules colorées utilisées dans leur mécanisme de défense ou de camouflage, mais celles-ci montrent une importance limitée pour la teinture. Toutefois, de nombreux mollusques de la famille des *MURICIDAE* sécrètent un mucus qui, à première vue, ne trahit aucune propriété colorante, mais dans certaines conditions, prend une teinte violacée. Cette couleur est connue sous le nom de *pourpre*.

1. LA RECHERCHE DE LA PROVENANCE DE LA POURPRE.

La littérature sur ce sujet étant d'une extrême richesse, ce chapitre a pour but d'offrir un bref aperçu de la question.

Les sources grecques et latines abondent quant à l'usage et au commerce de textiles teints à la pourpre (sources grecques: BLUM, 1998; STULZ, 1990; VECKENSTEDT, 1888; sources latines: ANDRÉ, 1949: 90-102; BLÜMNER, 1892). Le commerce semblait être particulièrement florissant en Phénicie (WEST, 1924: 169-172). Cependant, ces écrits n'autorisent pas une identification sans équivoque des espèces liées à la production de la teinture. Dans cette même optique se situent les écrits des naturalistes Aristote (dont les Planches Anatomiques accompagnant son *Histoire des Animaux* sont malheureusement aujourd'hui perdues) et Pline l'Ancien (ARISTOTE; PLINE L'ANCIEN; LEITNER, 1972; SAINT-DENIS, 1947; THOMPSON, 1910). Les commentaires de B. Vigenère publiés en 1578 et accompagnant l'œuvre du sophiste grec Philostrate au IIIème siècle de notre ère décrivent avec grand détail la pourpre d'origine marine, en la différenciant d'autres teintures et de ses imitations (PHILOSTRATE).

L'intérêt pour la production et l'utilisation de la pourpre est démontré au cours des XVIIIème et XIXème siècles dans les travaux de A. Amati (1784), A. Rosa (1786), E. Bancroft (1794), F. Hoefer (1852) et E. Martens (1874).

L'œuvre de l'égyptologue A. Dedekind reste la référence incontournable dans le domaine de la «pourprologie», mot qu'il invente pour englober les différents aspects de l'étude de cette couleur. Sa monographie en quatre volumes compile des centaines de références antérieures à 1910 et rend accessibles plusieurs publications anciennes, rééditées avec un soin exemplaire (DEDEKIND, 1898-1911).

D'autres travaux et monographies rédigés pour la plupart au cours de la seconde moitié du XXème siècle contribueront à approfondir les connaissances sur la pourpre (JENSEN & JENSEN, 1965; MOAZZO, 1932; ODDONE LONGO, 1998; REINHOLD, 1970; SPANIER, 1987; STEIGERWALD, 1999).

Les premières illustrations de coquillages à pourpre se caractérisent par leur manque de précision et de détail. Au XIIIème siècle, le manuscrit *Li Livres dou Tresor* du Florentin B. Latini propose un mollusque difficile à identifier. Le texte qui l'accompagne ne laisse cependant aucun doute de son utilisation comme source de couleur: *«Une autre coquille est en mer qui a non Murique ou conche, et li plusor l'apelent oistre, porce que quant ele est taillée environ, il en ist larmes de quoi l'on teint les porpres, et cele teinture est de son charsois»* (CHABAILLE, 1863: 186-187; LATINI, 2000, vol. 2, f. 46). Dans son *Hortus Sanitatis* de 1491, J. Meydenbach montre des xylographies de mollusques à pourpre (CAPROTTI, 1982: 311) (fig. 1). En 1544, dans sa *Cosmographie*, S. Münster donne aussi une gravure fantaisiste d'un mollusque à pourpre (MÜNSTER, 1544) (fig. 2). J. Braun

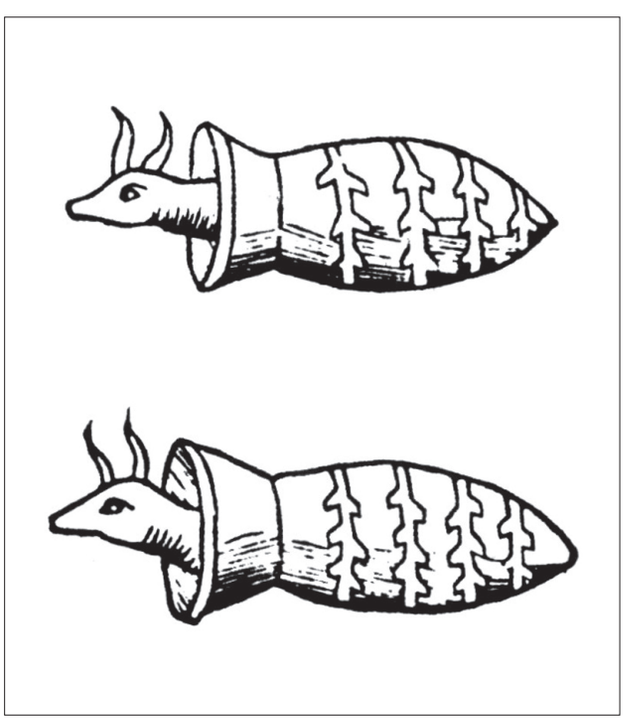


Fig. 1. Mollusques à pourpre. Xylographie. (MEYDENBACH, 1491 dans CAPROTTI, 1982).

Fig. 2. Mollusque à pourpre. Gravure. (MÜNSTER, 1544).

Fig. 3. Mollusques à pourpre sur une plage de Tyr. Gravure. (BRAUN, 1680).

publie en 1680, un livre traitant des techniques et coutumes vestimentaires chez les Hébreux. Les coquilles à pourpre sur une plage de Tyr (Liban) représentées en première page, semblent sorties directement de l'imagination du graveur (BRAUN, 1680) (fig. 3).

Dans son ouvrage *Libri de Piscibus Marinis*, G. Rondelet reconnaît dans le *Purpura* de Pline l'espèce *Bolinus brandaris* (RONDELET, 1555; 1558). L'excellente gravure qui accompagne la description ne laisse aucun doute quant à l'identité de l'animal (fig. 4). F. Colonna[1] identifiera comme *Purpura nostras violacea* un deuxième mollusque à pourpre décrit par Pline: il s'agit de *Hexaplex trunculus* (COLONNA, 1616: 13) (fig. 5).

En 1685, W. Cole donne une description du

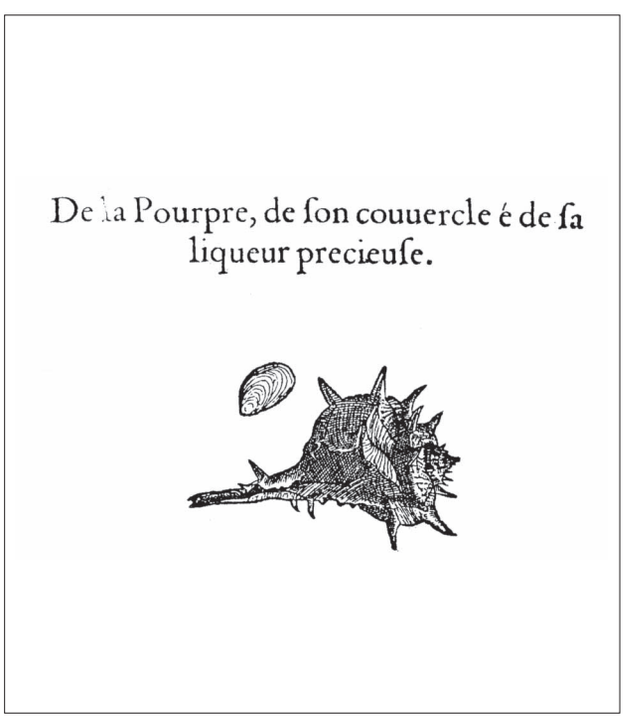


Fig. 4. *Purpura* (*Bolinus brandaris*). Gravure. (RONDELET, 1555).

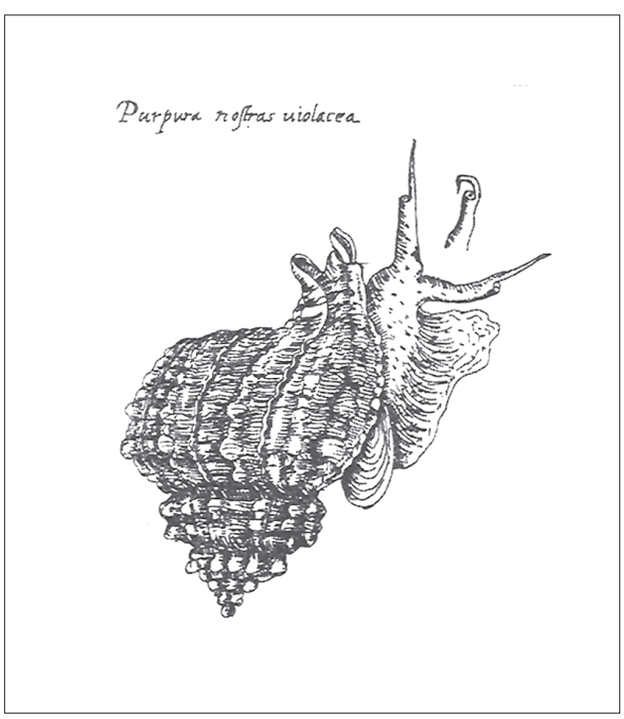


Fig. 5. *Purpura nostras violacea* (*Hexaplex trunculus*). Gravure. (COLONNA, 1616).

«*Poisson Pourpre*» et indique que la liqueur fournissant la teinture se trouve «*dans une sorte de veine blanche*» qui prélevée sur un pinceau et appliquée sur une toile se colore en vert clair et successivement, quand elle est exposée au soleil, en vert-brun, vert-de-gris et bleu avant de virer au rouge et terminer par une couleur pourpre. Les belles gravures qui accompagnent le texte permettent l'identification de *Nucella lapillus* (Cole, 1685) (fig. 6).

Toutefois, il a été suggéré, au cours des XVIIIème et XIXème siècles, que la pourpre de l'Antiquité était fournie par l'aplysie ou lièvre de mer -un mollusque marin sans coquille externe parfois abondant sur les côtes méditerranéennes- qui secrète un liquide rouge violet quand il est irrité[2] (Mariti, 1791), hypothèse soutenue par le naturaliste français G. Cuvier (Cuvier, 1817: 7). La structure du colorant émit par certaines aplysies sera identifiée au cours du XXème siècle: il s'agit d'une molécule de la famille des tétrapyroles assez éloignée de celles que produisent les *MURICIDAE* (Rüdiger, 1967). D'autres auteurs mentionnent des mollusques de la famille des *JANTHINIDAE* (Herzog, 1921; Lesson, 1827; Tryon, 1880); ce sont des espèces pélagiques, que l'on retrouve parfois échouées en grande abondance à la suite des tempêtes, sur les côtes méditerranéennes, les colorant d'un rouge violacé (Pallary, 1938: 40). Une révision récente les écarte définitivement comme source de la pourpre (Mienis & Spanier, 1987). Avant même l'identification des structures chimiques de ces substances, H. Moseley, avait démontré que les matières colorantes extraites de l'aplysie et des *JANTHINIDAE* sont différentes de celles des *MURICIDAE* (Moseley, 1877: 12-15). En utilisant des méthodes spectroscopiques, les frères A. et G. De Negri arrivent à des conclusions semblables (De Negri & De Negri, 1875-1876: 431-436).

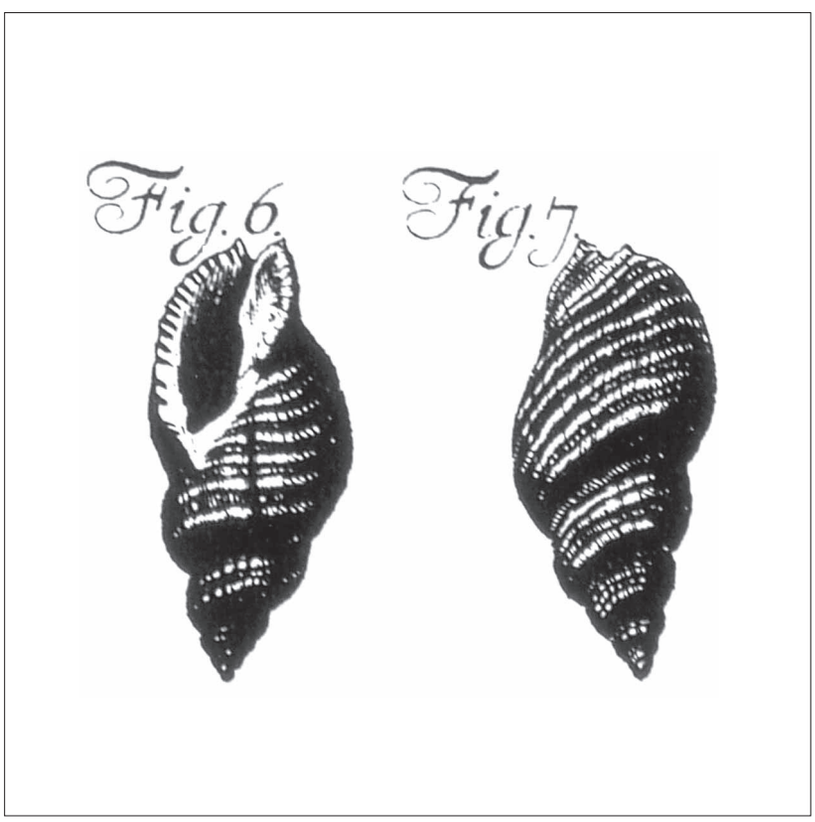


Fig. 6. *Purpura* (*Nucella lapillus*). Gravure. (Cole, 1685).

2. LES MOLLUSQUES À POURPRE.

Aujourd'hui, les recherches des malacologues indiquent que de nombreux mollusques sont susceptibles de fournir de la pourpre. Il s'agit apparemment d'une caractéristique des espèces de la famille des *Muricidae*[3], coquillages d'une étonnante diversité de formes et de couleurs, d'une large répartition dans tous les océans et les mers de la Planète. Carnivores, ils se nourrissent de chair morte ou vivante (fig. 7-8).

Caché au sein de la coquille se trouve un organe: la glande hypobranchiale, essentielle pour la genèse de la pourpre (Grynfeltt, 1911). Cette glande se distingue facilement des autres chairs de l'animal et se présente comme un ruban de quelques millimètres de large et parfois de plusieurs centimètres de longueur, dimensions variables selon l'espèce et l'âge du mollusque. Son épaisseur ne dépasse pas quelques millimètres. Elle possède des cellules qui produisent les substances chromatogènes

nom *	distribution	fig. 8, n°
Acanthina brevidentata (Wood, 1828)	Du Mexique au Pérou	11
Bolinus brandaris (Linnaeus, 1758) **	Méditerranée et Nord-ouest de l'Afrique	14
Chicoreus aculeatus (Lamarck, 1822)	Du Japon aux Philippines	23
Chicoreus ramosus (Linnaeus, 1758)	Indo-Pacifique	29
Concholepas concholepas (Bruguière, 1792) **	Sud du Pérou, Nord du Chili	3
Drupa morum Röding, 1798	Indo-Pacifique	22
Drupina grossularia (Röding, 1798)	Sud-ouest du Pacifique, Est de la Polynésie	17
Hexaplex trunculus (Linnaeus, 1758) **	Méditerranée	2
Homalocantha anatomica (Perry, 1811)	Indo-Pacifique	28
Homalocantha zamboi (Burch & Burch, 1960)	Philippines	15
Latiaxis mawae (Griffith & Pidgeon, 1834)	Japon	16
Murex nigrispinosus Reeve, 1845	Sud-ouest du Pacifique	27
Murex occa Sowerby, 1834	Sud-est de l'Asie	6
Murex pecten Lightfoot, 1786	Indo-Pacifique	24
Nucella lapillus (Linnaeus, 1758) **	Du Canada à New York, de la Norvège au Portugal	1a-1c
Phyllonotus brassica (Lamarck, 1822)	Du Mexique au Pérou	5
Phyllonotus regius (Swainson, 1821) **	Du Mexique au Pérou	***
Plicopurpura patula pansa (Gould, 1854) **	Du Mexique au Pérou, Galápagos	9
Purpura columellaris (Lamarck, 1822)	Du Sud-ouest du Mexique au Nord du Chili	25
Purpura persica (Linnaeus, 1758)	Sud-ouest du Pacifique, Japon	8
Rapa rapa (Linnaeus, 1758)	Sud-ouest du Pacifique	26
Rapana bezoar (Linnaeus, 1758) **	Du Japon au Sud-est de l'Asie	***
Rapana venosa (Valenciennes, 1846)	Japon, Chine, Mer Noire	18
Stramonita biserialis (Blainville, 1832) **	Du Mexique au Chili	***
Stramonita chocolata (Duclos, 1832) **	Équateur, Pérou	10
Stramonita haemastoma (Linnaeus, 1766)	Méditerranée	7
Thais armigera (Link, 1807)	Sud-ouest du Pacifique	4
Thais bufo (Lamarck, 1822)	Indo-Pacifique	21
Thais clavigera (Küster, 1858)	Indo-Pacifique	20
Thais kieneri (Deshayes, 1844)	Des Philippines à l'Australie	13
Thais kiosquiformis (Duclos, 1832) **	Du Mexique au Pérou	19
Thais melones (Duclos, 1832)	Du Mexique au Pérou	12
Thais savignyi (Deshayes, 1844) **	Golfe Persique, Mer Rouge, Est de l'Afrique	****

Fig. 7. Distribution des espèces de mollusques à pourpre illustrées dans la fig. 8 ou citées dans le texte. La plupart ont été identifiées par T. Terada (voir Note 3).

* Les noms des espèces de l'Atlantique et de l'Indo-Pacifique proviennent de *Western Atlantic Gastropod Database* et de *OBIS Indo-Pacific Molluscan Database* (http://erato.acnatsci.org/, janvier 2005). Ceux de la Méditerranée, de *CLENAM* (http: //www. somali.asso.fr/clemam/taxis.php, janvier 2005). Pour les autres dénominations cf. Tucker Abbott & Peter Dance, 2000 et Cardon, 2003.

** Espèce citée dans le texte.

*** Espèce illustrée dans Tucker Abbott & Peter Dance, 2000.

**** Espèce illustrée dans Bosch & Bosch, 1982.

1a
1b
1c
2
3
6
7
8
9
12
13
14
15
19
20
21
22
24
25
26
0
10 cm

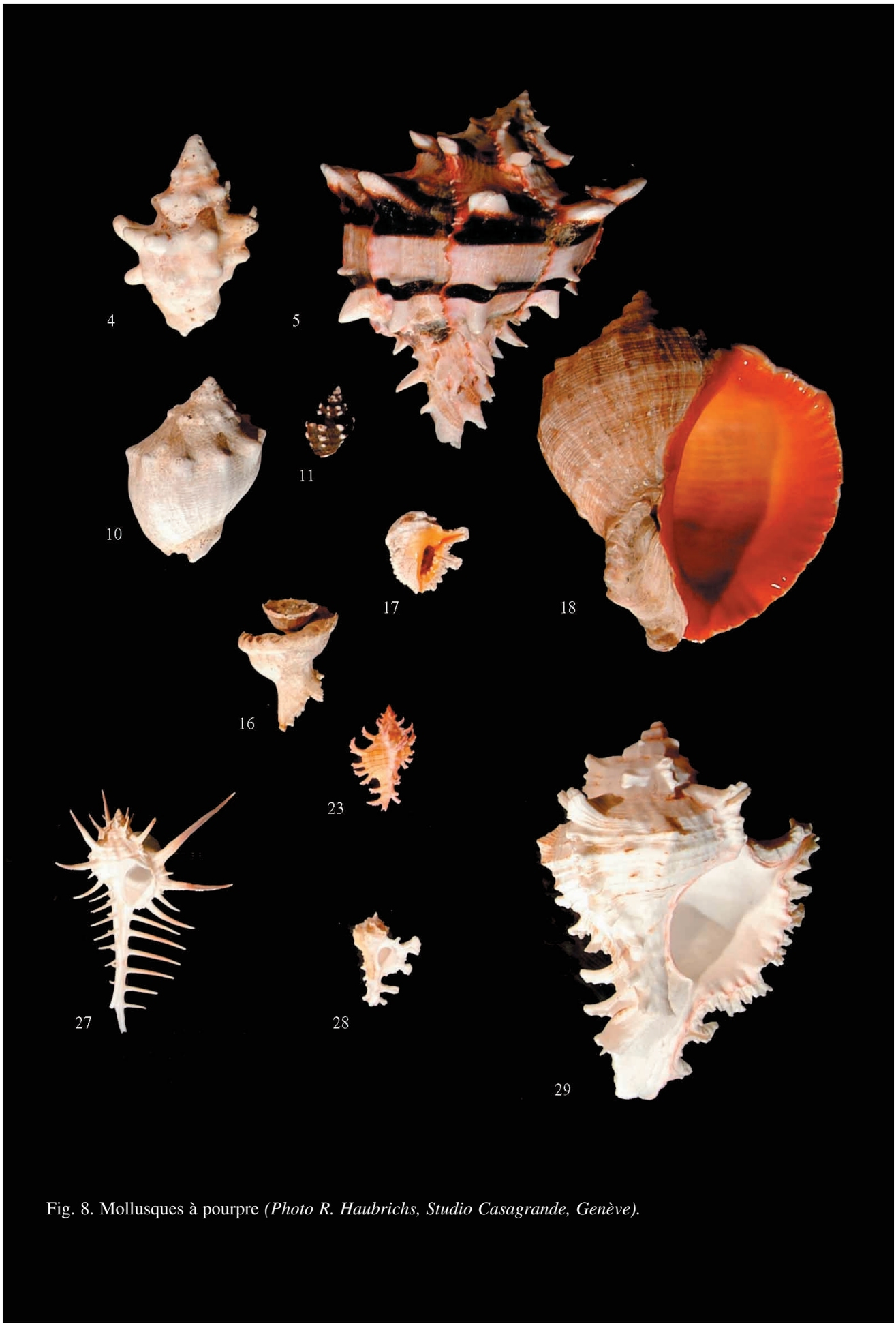


Fig. 8. Mollusques à pourpre *(Photo R. Haubrichs, Studio Casagrande, Genève).*

-appelées aussi précurseurs- qui fourniront la pourpre (fig. 9 a-b, fig. 17 c, fig. 18 c). En effet, on ne trouve jamais cette couleur déjà formée dans le mollusque vivant. Elle préexiste sous forme de substances incolores dans l'animal vivant. En cassant la coquille on accède facilement à cette glande située à environ une spire de l'ouverture[4].

L'utilité pour le mollusque des composés chimiques relatifs à la pourpre n'a pas été élucidée. W. Cole avait suggéré qu'il s'agissait du sperme de l'animal (Cole, 1685: 1284) et A. Letellier pensait à des agents de ralliement (phéromones) liés à la reproduction (Letellier, 1890 a: 210; 1890 b). R. Dubois leur attribuait un rôle d'agent paralysant sur les proies des *MURICIDAE*, mais des expériences postérieures mettent en doute cette propriété, due probablement à la murexine, substance également trouvée dans la glande hypobranchiale (Dubois, 1909; Jullien, 1948; Spanier & Karmon, 1987: 185). En 1925, P.-H. Fischer observe que des précurseurs de la pourpre se retrouvent dans les amas de capsules ovipares du mollusque (Fischer, 1925). Ces masses d'œufs colorés en violet apparaissent souvent échouées sur les plages lorsque la mer agitée les a détachés des rochers (Haubrichs, obs. pers.). Le développement dans un milieu riche en substances purpurigènes pourrait entraîner une action protectrice, bactéricide, pour les œufs ou pour les larves des muricidés (Benkendorff *et alii,* 2000). L'hypothèse d'un «masque olfactif» protégeant le mollusque contre ses prédateurs a été également avancée (Roller *et alii*, 1995).

Le dimère disulfuré de la 6-bromo-2-mercaptotryptamine, découvert dans la glande hypobranchiale de *Calliostoma canaliculatum*, un gastéropode de la famille des *TROCHIDAE* montre une activité d'inhibiteur dans le transport du potassium cellulaire, utile pour sa défense contre des prédateurs tels que les étoiles de mer *Pycnopodia helianthoides* et *Pisaster giganteus*. Cette molécule, similaire aux précurseurs de la pourpre, apporte peut-être une nouvelle approche aux mécanismes biochimiques utilisant ces dérivés[5] (Kelley *et alii*, 2003).

3. LA PRODUCTION DE LA POURPRE, QUELQUES DONNÉES.

Si l'utilisation des muricidés à pourpre est bien connue dans l'Antiquité dans le **Bassin méditerranéen** (Jackson, 1916), rares sont toutefois les indices archéologiques permettant de conclure à leur emploi pour la production de la teinture. La découverte d'amas de coquillages dans un site archéologique ne constitue pas un indicateur sûr de la fabrication de teintures (Karali-Giannakopoulos, dans ce volume). Elle peut montrer le développement d'autres activités telles que la production de chaux, la fabrication d'ornements, un emploi médicinal ou simplement une activité de récolte liée à l'obtention de nourriture[6] (Bélis, 1999).

Parmi les sites avec de grandes accumulations

a

b

Fig. 9. Glande hypobranchiale du *Phyllonotus regius* (a) avant et (b) après exposition au soleil (ca. 1:1) *(Photos R. Haubrichs).*

de coquilles de *Bolinus brandaris* et/ou d'*Hexaplex trunculus* des rivages méditerranéens (Alfaro Giner *et alii*, 2002; Becker, 2001; Edens, 1987: 609-614; Reese, 1979-1980), le plus célèbre est probablement Sidon (Saïda, Liban) découvert en 1864 (Renan, 1864-1874; Saulcy, 1864) (fig. 10). Il s'agit d'une véritable colline où se superposent des strates de coquilles cassées et de fragments de céramique mélangés avec d'autres détritus. Les murex (*Hexaplex trunculus* exclusivement) datant de l'époque classique, sont cassés d'une façon caractéristique, permettant l'accès à la glande hypobranchiale (Cooke, 1909). Cette colline ne restait que partiellement conservée fin 2000 (Haubrichs, obs. pers.) (fig. 11). La présence de grands amas avec une majorité de *Bolinus brandaris* et de rares *Hexaplex trunculus* a été décrite à Tyr et en Laconie (Tristram, 1865: 48). Il est intéressant de noter que malgré la réputation de Tyr comme haut lieu de la teinture dans l'Antiquité, les vestiges de coquillages à pourpre y sont aujourd'hui curieusement absents[7]. Une utilisation pour la fabrication de chaux est probable, mais une autre explication se trouve peut-être dans le recyclage plus tardif de ces résidus de calcaire pour nourrir des élevages

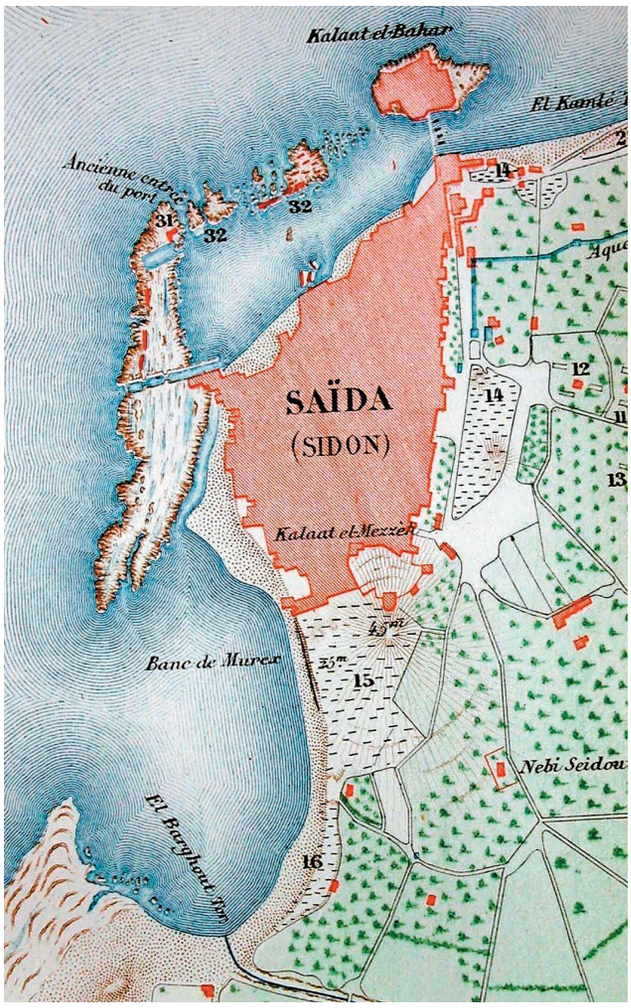


Fig. 10. Saïda, Liban. Plan de la ville au XIXème siècle situant les accumulations de coquillages (*Banc de Murex*) (RENAN, 1864, vol. II, pl. LXVI).

a

b

Fig. 11. Saïda, Liban. a) Détail de l'accumulation de détritus mélangés à des mollusques à pourpre fragmentés; b) Restes de la colline décrite par E. Renan en 1864 *(Photos R. Haubrichs).*

de volaille, comme suggéré par L. R. Lanigan dans sa thèse sur la pourpre à El Dor (Israël) (Lanigan, 1990).

Sur les **côtes européennes de l'Atlantique**, l'exploitation de *Nucella lapillus* a été observée par Bède le Vénérable, au VIIIème siècle. Il signale dans son «Histoire Ecclésiastique»: *«There are also shells in super-abundant quantities, from which a dye of a purple colour is made, the most lovely ruddiness of which, neither by heat of the sun, nor from injury by rain, is ever apt to pale, but the older it is the more beautiful it is»* (Bigger, 1893-1896: 732)[8]. B. Feijoo indique l'utilisation de pourpre en Espagne, en son temps, dans le Golfe de Gascogne (Feijoo, 1778: 195-196). Il s'agit probablement de *Stramonita haemastoma*, qu'il confond avec *Plicopurpura pansa*[9].

La découverte de millions de coquilles cassées de *Thais savignyi* sur la petite île de Khor Ile-Sud dans le **Golfe Persique**, proche des côtes du Qatar suggère une utilisation liée à la production de la pourpre vers la fin du XIIIème et le début du XIIème siècles av. J.-C., pendant la période de domination kassite sur Babylone (Edens, 1987; 1999).

Au **Japon**, de grands dépôts de coquilles sont signalés à Omori, à quelques dizaines de kilomètres au sud de Tokyo, dans lesquels l'espèce *Rapana bezoar* est très bien représentée (Morse, 1879: 34). Des gisements similaires avec une grande quantité de ces mêmes *MURICIDAE*, pratiquement tous fracturés, sont connus dans la province de Hitachi, à proximité du lac Kasumigaura à une trentaine de kilomètres au nord-est de Tokyo (Iijima & Sasaki, 1882: 7). Une preuve de l'utilisation de la pourpre au Japon au Ier siècle av. J.-C. est signalée par l'analyse d'infimes fragments de tissus provenant de Yoshinogari, sur l'île de Kyushu (Cardon, 2003: 467; Nunome, 1994).

En **Amérique centrale**, l'utilisation de *Plicopurpura patula pansa* est mentionnée pour teindre des fils de coton dans le Golfe d'Orotiña (Nicaragua) et sur les côtes du Cap Blanc (Golfe de Nicoya, Costa Rica) (Oviedo, 1529). T. Gage décrit la vie des indigènes dans la même région: réduits à l'esclavage par les Espagnols, ils teignent de pourpre les fibres d'agave, produits qui seront acheminés vers Panama et ensuite vers l'Espagne (Gage, 1648; Nuttall, 1909: 372). Dans les **Caraïbes** l'utilisation d'une espèce voisine, le *Plicopurpura patula* est observé au XVIIème siècle[10] (Forges, 1664: 25). Quant à une connaissance préhispanique de la pourpre dans cette région, les évidences archéologiques sont inexistantes (Olguín, 2000: 13).

En **Amérique du Sud**, le Père Juan de Velasco décrit le commerce florissant de la pourpre à Guayaquil en Equateur, où les aborigènes utilisent des fils colorés pour broder leurs chemises. Son récit indique que les *caracolillos* (petits escargots, coquillages) doivent être cassés avant d'en extraire le «sang» et cela suggère l'utilisation de *Thais kiosquiformis*, espèce abondante dans les forêts de mangroves de la côte sud de l'Equateur (Velasco, 1789). Le même auteur observe l'extraction du jus par compression en replaçant le coquillage par la suite sur les rochers. Cette opération est répétée trois ou quatre fois: la quantité de liquide obtenu diminue progressivement et provoque la mort du mollusque. La description laisse penser à l'emploi de *Plicopurpura patula pansa*, espèce pour laquelle le décès de l'animal à la suite de manipulations répétées et trop rapprochées a été récemment confirmée (Michel-Morfin & Chavez, 2000).

En 1804, environ 500 habitants de Santa Elena dans la province de Guayaquil, vivaient encore de l'activité de teinture (Hamerly, 1973: 102). Dans la même région, l'utilisation de la pourpre était toujours d'actualité quelques années plus tard. La description fournie par W. Stevenson suggère l'emploi des deux espèces: *Plicopurpura patula pansa* et *Thais kiosquiformis.* Dans le premier cas, l'animal était piqué avec une épine de cactus et puis pressé pour l'obtention d'une petite quantité de jus laiteux, dans lequel on trempe un peu de coton, avant de replacer l'animal sur les rochers. Dans le deuxième cas, l'animal était extrait de sa coquille; étendu sur la main, on le pressait avec un couteau de la tête à la queue et le liquide sécrété était absorbé avec du coton. Une fois séché, le fil sera vendu à Guayaquil sous le nom de *caracotillo,* dénomination qui dérive aussi du mot espagnol *caracol*, équivalent à coquillage, limaçon, escargot (Stevenson, 1826: 289-290).

Des vestiges de divers coquillages, parmi lesquels se trouvent des individus cassés de *Purpura* sp. ont été découverts au début du XXème siècle près de Pisagua, dans le nord du Chili (Adams, 1915). Il s'agit vraisemblablement de *Stramonita chocolata* ou de *Stramonita biserialis* seules espèces à pourpre susceptibles d'habiter les eaux froides de cette partie de la côte du Pacifique, peut-être capturés à des fins alimentaires. A l'embouchure de la vallée de Los Camarones, à 120 km au sud d'Arica (Chili), des immenses accumulations de coquilles, mélangées à des débris animaux et végétaux, à des céramiques fragmentées et à des restes de textiles, démontrent une exploitation prolongée des richesses marines dans une zone extrêmement aride (fig. 12). Mis à part les nombreux bivalves comestibles, les amas sont composés essentiellement de *Concholepas concholepas*, un gastéropode à large ouverture qui facilite l'accès à la glande hypobranchiale sans casser la coquille. Quelques exemplaires trouvés récemment sur le site contenaient des résidus de pigment rouge en quantité

a

b

Fig. 12. Los Camarones, Arica, Chile.
a) Accumulations de coquillages;
b) Détail des détritus d'origine animale et végétale mélangés à des coquilles de *Concholepas concholepas.*
(Photos R. Haubrichs).

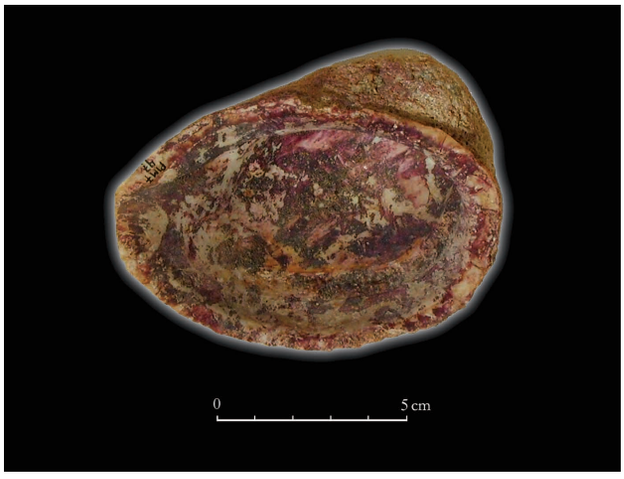


Fig. 13. *Concholepas concholepas* avec résidu de pourpre.
Museo Arqueológico de San Miguel de Azapa (Arica, Chili).
(Photo R. Haubrichs).

supérieure à celle fournie par un seul spécimen, suggérant l'emploi de telles coquilles comme récipients pour le fluide tinctorial (Haubrichs, obs. pers.) (fig. 13). Si cette interprétation est correcte, la série de datations ^{14}C entre 5000 à 2000 av. J.-C. de Camarones-17 ferait de cette découverte la plus ancienne utilisation de la pourpre connue à nos jours (Muñoz *et alii*, 1993: 122, 124).

La présence de l'espèce *Concholepas concholepas* dans l'alimentation humaine, bien que peu importante, est signalée à certaines périodes au Pérou préhispanique (Pozorski, 1979; Quilter *et alii,* 1991, Table 2: 280). De nos jours, la pêche de ce mollusque constitue une importante source de revenus pour les communautés locales (Wolff, 1989: 87). Suggéré par les données bibliographiques à disposition (Bennett & Bird, 1960; Oviedo & De Cavero, 1977), l'emploi de *C. concholepas* pour la teinture, probablement par application directe, n'a fait jusqu'à maintenant l'objet d'aucune description détaillée.

4. UTILISATION ACTUELLE DE LA POURPRE.

Au Mexique, le muricidé *Plicopurpura patula pansa* est connu de la communauté Mixtèque, qui, bien qu'éloignée d'une soixantaine de kilomètres de la côte du Pacifique, l'utilise depuis des siècles pour teindre leurs *posahuanco*. Ce sont de grandes pièces de coton tissé, composées de bandes colorées alternées, teintes à l'indigo, à la cochenille et à la pourpre que les femmes enroulent autour de leur taille (Klein, 1997). Cette tenue vestimentaire est portée durant toute la vie de sa propriétaire (Turok, 1988: 57) (fig. 14).

Sur les côtes du Pacifique du sud du Costa Rica, la communauté Boruca emploie encore de nos jours *Plicopurpura patula pansa* (Fernández, 2003). *Thais kiosquiformis*, trouvé en grand nombre sur les racines des palétuviers à l'embouchure du Rio Terraba, en territoire Boruca, semble avoir été utilisé dans le passé (Haubrichs, obs. pers., avril 2004; Quintanilla Jiménez, 2002).

L'emploi de pourpre à des fins artistiques reste d'actualité de par le monde. Extraite des coquillages méditerranéens, elle entre dans les compositions de l'artiste I. Boesken Kanold en France tandis que T. Terada travaille à Nagasaki avec des espèces japonaises[11].

Fig. 14. Pinotepa de Don Luis, Oaxaca, Mexique. Posahuanco mixtèque. *(Photos R. Haubrichs).*

LA COULEUR DE LA POURPRE

L'étroite association d'une couleur rouge avec la pourpre est liée à la décision du Pape Paul II de remplacer définitivement la teinture d'origine conchylienne par le kermès. Il introduit l'utilisation de l'écarlate, obtenu à partir d'un insecte (*Kermes vermilio*) parasitant le chêne kermès (*Quercus coccifera*) pour l'habillement des cardinaux en 1464, onze ans après la chute de Constantinople. Ce changement n'est pas sans rapport à l'encouragement de l'utilisation de l'alun, un minéral employé comme mordant. Découvert à Tolfa, près de Rome, cet alun était considéré de meilleure qualité que son homologue moyen oriental et, de surcroît, extrait par des fidèles (Martens, 1874: 85; Reinking, 1929). Le résultat de la teinture de kermès mordancée à l'alun est un rouge vif et moins violacé qui resta associé à la *pourpre cardinalice*. Par contre, la dénomination anglaise de *"purple"* est plus justement associée à une teinte violette (Gipper, 1964).

Il est aujourd'hui accepté que les tonalités de la pourpre varient d'un bleu pur à un violet vineux et qu'elles sont influencées par l'espèce -et éventuellement par le sexe- du coquillage utilisé. En effet, la teneur en précurseurs à indigo et dibromoindigo varie selon les espèces de muricidés. La plupart de ces mollusques semblent fournir principalement du 6,6´-dibromoindigo responsable d'un violet intense. Parmi eux, *Hexaplex trunculus* est le plus riche en dérivés non bromés (Cooksey, 2001, Tab. 3) et le mâle semble posséder une teneur majeur en précurseurs non bromés qui accentuent la tonalité bleue (Elsner & Spanier, 1985; Spanier & Karmon, 1987, note 40).

L'importance de la qualité du support textile et des techniques de préparation de la teinture dans la couleur finale a été démontrée par des expériences de laboratoire. Lors de l'exposition à la lumière solaire d'une cuve (cf. #7), une modification de la couleur par perte du brome semble possible (Van Alphen, 1944; Voss, 2000). Plusieurs constituants minoritaires, récemment découverts, peuvent aussi influencer la nuance finale de la couleur (Clark & Cooksey, 1997; 1999).

La véritable couleur de la pourpre et ses tonalités ont fait l'objet de nombreux travaux au cours du XVIIème siècle. F. Colonna offre une représentation graphique des couleurs et place le «*purpureus*» entre le «*ruber*» et le «*coeruleus*» (Colonna, 1675). A la même époque, J. Braun décrit la couleur *Thechelet* des Hébreux, dans son chapitre *De Colore Caeruleo*: cette couleur est aujourd'hui associée à l'espèce *Hexaplex trunculus.* Par opposition, il décrit la couleur *Argaman* dans celui de *Purpura Tyria* provenant plutôt de l'espèce *Bolinus brandaris* ou de *Stramonita haemastoma* (Braun, 1680; Elsner & Spanier, 1987). Précédemment, S. Bochart, dans sa description des animaux de la Bible, avait souligné les différences entre ces deux couleurs, laissant suggérer une origine différente pour chacune d'entre elles (Bochart, 1663; Riedel, 1902: 40).

Au XIXème siècle, les importantes informations résultant des travaux de H. de Lacaze-Duthiers sont synthétisées comme suit: *«Jamais dans les expériences simples et naturelles, le violet n'a fait défaut, jamais le rouge pur ne s'est présenté seul; donc la couleur de la pourpre naturelle, non modifiée, fut, chez les anciens, violette. Avec le* Murex trunculus*, on obtient un bleu seul presque sans rouge, comme aussi du violet. Tant que la matière animale des mollusques fut employée, la pourpre dut être certainement d'un violet plus ou moins foncé, toujours cependant plus voisin du rose que du bleu; mais quand les couleurs minérales la remplacèrent, alors, tout en conservant aux étoffes le nom de pourpre, on leur donna des nuances d'un rouge plus vif, et l'on arriva peu à peu à ces couleurs qui de nos jours se présentent à l'esprit quand on parle de la pourpre des cardinaux. D'après cela, il paraît nécessaire pour les peintres de tenir compte de l'époque à laquelle vivaient les personnages qu'ils représentent vêtus de draperies pourprées, car les tons et les nuances varièrent avec les temps»* (Lacaze-Duthiers, 1862: 21-22).

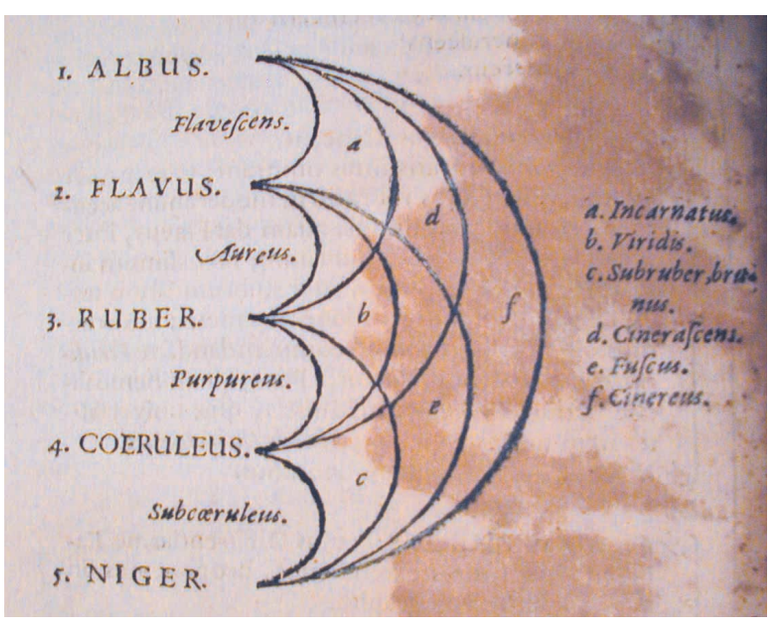


Tableau des couleurs selon F. Colonna (1675).

5. IDENTIFICATION DES COLORANTS DES MOLLUSQUES À POURPRE.

Premières tentatives.

Les changements de couleur de la glande purpurigène décrits par W. Cole (Cole, 1685) font l'objet de nombreuses observations et publications scientifiques au cours du XVIIIème siècle (Duhamel du Monceau, 1736; Réaumur, 1711). L'Italien B. Bizio décrit les différences majeures dans les colorations obtenues à partir de *Bolinus brandaris* et *Hexaplex trunculus:* une nuance plus bleue pour cette dernière espèce, qu'il attribue à la présence d'une deuxième substance colorante analogue au bleu d'indigo[12] (Bizio, 1832, 1833; Ghiretti, 1992-1993; Grimaud de Caux, 1856: 36). A. et G. De Negri confirmeront plus tard la présence d'indigo dans l'*Hexaplex trunculus* (De Negri & De Negri, 1875).

Le Français H. de Lacaze-Duthiers publie un mémoire accompagné de bandelettes de papier coloré illustrant les changements de couleur de la glande hypobranchiale de divers mollusques exposés au soleil (Lacaze-Duthiers, 1859). A. Letellier continue ces recherches en isolant plusieurs composés des glandes du mollusque *Nucella lapillus*, sans toutefois parvenir à en déterminer leurs structures chimiques (Letellier, 1890 b).

En Angleterre, E. Schunck extrait à partir de 400 coquilles de *Nucella lapillus* 7 milligrammes d'un corps de la famille des indigoïdes qu'il appelle punicine (Schunck, 1879). L'année suivante l'analyse d'un échantillon de 24 grammes de coton teint avec *Plicopurpura patula pansa* provenant du Nicaragua fournit 99 mg d'une substance qu'il considère -avec raison- identique à la punicine (Schunck, 1880). Cette quantité ne suffit cependant pas à identifier sa structure.

Identification de la structure chimique de la pourpre.

P. Friedländer élucide la structure de la pourpre en 1909. Il avait synthétisé précédemment un dérivé soufré de l'indigo d'un très beau violet, qu'il appela *thioindigo* (Friedländer, 1906: 590; Martin, 1906). La présence de soufre dans la glande à pourpre de *Nucella lapillus* découverte par A. Letellier et la description des propriétés physiques de la punicine d'E. Schunck, incitent Friedländer à s'intéresser aux colorants des mollusques (Friedländer, 1907: 993). Avec son *thioindigo*, avait-il, sans le savoir, fabriqué la *"pourpre de Tyr"* ou *"pourpre impériale"* si chère aux grands dignitaires de l'Antiquité? L'analyse élémentaire montre que les 1,4 g de colorant provenant d'environ 12.000 *Bolinus brandaris* ne contient pas de soufre. Cependant, en plus du carbone, de l'hydrogène, de l'azote et de l'oxygène, cette matière contient une forte quantité (environ 37%) d'un halogène, le brome (Friedländer, 1909: 767). Diverses réactions chimiques confirment que la molécule isolée est apparentée à celle de l'indigo[13].

Cette structure indigoïde et la teneur en brome, suggèrent à P. Friedländer qu'il doit s'agir d'une molécule contenant deux atomes de brome. Malheureusement, une molécule d'indigo liée avec deux atomes de brome, autorise la formation de vingt-deux isomères. En écartant les structures asymétriques, peu probables dans le cas d'une dimérisation, il ne reste plus que quatre molécules possibles, les 4,4´; 5,5´; 6,6´ et 7,7´-dibromoindigo. La synthèse en laboratoire de ces différents isomères conduit dans trois cas à des produits plus bleu-vert que le colorant recherché (Friedländer *et alii,* 1912: 26). Seul le 6,6´-dibromoindigo possède une couleur violette, comme nous le montre une planche d'échantillons de textiles teints avec du 5,5´ et du 6,6´-dibromoindigo synthétique, incluse dans la *Revue Générale des Matières Colorantes* (Friedländer, 1910). Les caractéristiques spectroscopiques de cette molécule se montrent identiques à celles du colorant extrait de *Bolinus brandaris* (Friedländer, 1909: 768). En 1922, Friedländer démontre que les 7 milligrammes isolés par E. Schunk en 1879 sont identiques à son 6,6´-dibromoindigo[14] (Friedländer, 1922; Schunk, 1879).

La publication d'un important travail sur les précurseurs de la pourpre chez *Hexaplex trunculus* (Bouchilloux & Roche, 1955) et deux thèses de doctorat sous la conduite de H.-J. Bielig complètent les recherches sur les mollusques à pourpre de la Méditerranée (Fouquet, 1970; Malaszkiewicz, 1967). Il faudra attendre les progrès de l'analyse spectroscopique pour mieux comprendre cette succession de réactions chimiques et biochimiques qui, des substances incolores contenues dans les mollusques à pourpre, conduisent à la précieuse couleur (Baker & Duke,1973; Baker & Sutherland, 1968; Christophersen *et alii*, 1978; Cooksey, 2001).

6. POURPRE ET VESTIGES ARCHÉOLOGIQUES.

Un tableau récapitulatif des méthodes d'analyse utilisées pour l'identification de la pourpre dans les mollusques, sur des céramiques et des textiles est publié par C. Cooksey (Cooksey, 2001, Tab.1). Pour cette raison, nous ne présenterons ici que quelques exemples retenus parmi les plus significatifs.

La pourpre a été détectée sur quelques **matériaux céramiques**, tels qu'un fragment datant du XIIIème siècle av. J.-C., trouvé à Sarepta (Liban) et analysé par différentes techniques spectroscopiques modernes[15] (McGovern & Michel, 1985). N. Karmon mentionne des grandes jarres à large ouverture (40-60 cm) datant de l'âge du Fer II, provenant de Tel Shiqmona (Israël) portant des résidus de pigment près de l'ouverture (Karmon & Spanier, 1988).

La pourpre a été identifiée par spectroscopie infrarouge sur des figurines crétoises du IIIème siècle av. J.-C.[16] (Maravelaki-Kalaitzaki & Kallithrakas-Kontos, 2003). Des vases polychromes du IVème au IIIème siècle av. J.-C., complètement ou partiellement recouverts de substances colorantes tirées de murex, ont été retrouvés sur la côte Adriatique de l'Italie (Antonacci Sanpaolo *et alii,* 1990).

La technique de fluorescence par rayons X a été appliquée à un échantillon d'une poudre fine trouvée dans le bâtiment Bronos 2 à Akrotiri, sur l'île de Théra (Grèce) avec une datation autour de 1600 av. J.-C.. Une teneur de 1.5% de 6,6´ dibromoindigo a été calculée sur la base du contenu de brome. En outre, la présence de plus d'un millier de fragments de *Hexaplex trunculus* et de *Bolinus brandaris* constituant près de 55% du total des mollusques trouvés dans diverses parties du site archéologique, suggère l'utilisation courante de ces espèces, sans exclure des buts alimentaires (Aloupi *et alii,* 1990; Aloupi *et alii,* 2000; Karali-Giannacopoulos, 1990). C'est aussi à Akrotiri qu'une pourpre de la même nature que celle reconnue à Bronos 2 a été identifiée sur diverses **fresques** du bâtiment Xesté 3 par spectroscopie micro-Raman, et par chromatographie en phase liquide. La richesse en 6,6´ dibromoindigo laisse penser à une utilisation préférentielle de *Bolinus brandaris*, plus riche en dérivé bromé (Karapanagiotis *et alii, sous presse*). La pourpre est utilisée pour rehausser certains détails des ensembles muraux illustrant des scènes et des rites associés à la récolte du safran (Doumas, 1992; Soutiropoulou, dans ce volume).

A Pompéi, la présence de tyrindoxyle, détecté par spectroscopie de masse a été associée à la présence de pourpre (Andreotti *et alii*, 2004: 1219).

En dépit de l'énorme volume d'informations fournies par différentes sources littéraires, l'utilisation de la pourpre comme matière tinctoriale n'a pas été détectée dans les **tissus** anciens conservés jusqu'à nos jours, avec la fréquence que l'on pourrait espérer (Alfaro Giner, 1996: 830).

La première identification de la pourpre appliquée à des fibres textiles anciennes est réalisée par R. Pfister en 1934 en utilisant des réactions colorimétriques sur des fragments de tissu trouvés à Palmyre (Syrie), datant du Ier - IIème siècles ap. J.-C. (Pfister, 1934; Schmidt-Colinet *et alii*, 2000; Stauffer, 1995: 57) (fig. 15). Quelques décennies plus tard, la présence de 6,6'-dibromoindigo est établie par différents chercheurs sur des textiles provenant d'Europe et d'Amérique du Sud (Michel *et alii*, 1992; Saltzman, 1986; Wagner, 1982). Plusieurs publications offrent des illustrations en couleur de textiles précolombiens péruviens de la Période intermédiaire tardive (*Período Intermedio Tardío*, 900-1476 ap. J.-C.) (Anton, 1984, Pl. 9; Yoshioka, 1983: 25) sur lesquels des motifs ont été

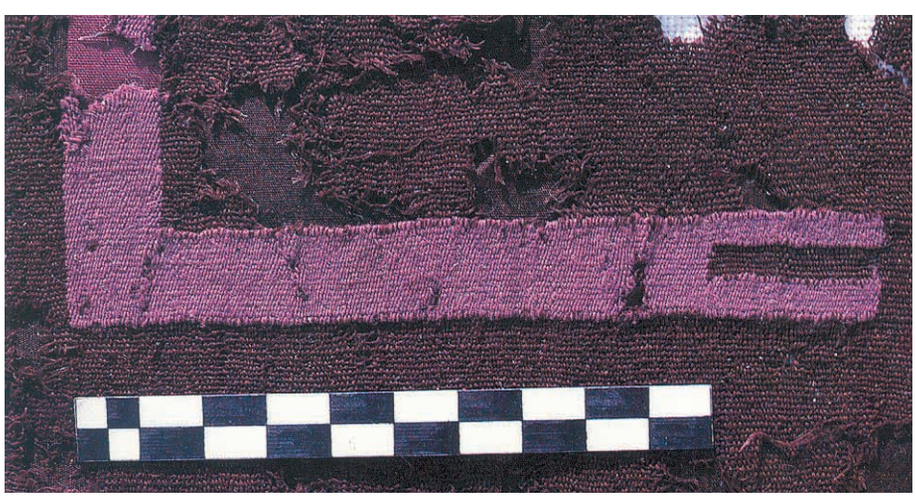


Fig. 15. Textile de Palmyre, Ier - IIème siècles ap. J.-C. (*Photo A. Schmidt-Colinet*).

apparemment réalisés par application directe. Des dessins sur des masques funéraires de momies de la région d'Ica au Pérou remontant à la période Ocucaje 9 (correspondant au tournant de notre ère) laissent supposer l'utilisation d'une technique similaire (Dawson, 1979: 83; Menzel *et alii,* 1964: 4).

Malheureusement aucune recherche systématique n'a été entreprise dans le but d'analyser les riches tissus du trésor de Philippe II de Macédoine. Des résidus textiles de couleur pourpre mélangés à de l'or ont été trouvés dans son urne funéraire: leur extrême fragilité à demandé un travail de restauration et de conservation par enrobage dans une résine synthétique (Andronikos, 1977; Flury-Lemberg, 1988). Parmi d'autres exemples citons la pourpre présente dans des restes de laine datant probablement du début de l'ère chrétienne, découverte à Al-Tar, dans le désert de Karubara (Iraq) identifiée par spectroscopie de masse (Sato & Sasaki, 2003) et dans une dalmatique d'origine syrienne du XIème siècle (Schmedding, 1978).

Pour ce qui concerne le monde byzantin, il faut mentionner les textiles cités par A. Muthesius (Muthesius, 2002: 160) et des vestiges probablement teints à la pourpre, recensés par G. Steigerwald (Steigerwald, 1986: 49-52). J. Hofenk de Graaff présente des exemples de ses propres analyses qui révèlent la présence de 6,6´-dibromoindigo dans plusieurs tissus conservés actuellemment dans différents musées européens (Hofenk de Graaff, 2004: 272-273). Des analyses physico-chimiques mettent en évidence la pourpre sur des textiles historiques de la région d'Oaxaca au Mexique (Wallert, 1997: 71).

L'ODEUR DE LA POURPRE

Le processus de teinture à la pourpre est toujours accompagné d'émanations d'une très forte odeur rappelant l'ase fétide (*Ferula assa-foetida*, plante de la famille des *APIACEAE*; ses tiges sont utilisées comme épice dans les pays méditerranéens) ou le gaz de ville. Ces émanations sont certainement à l'origine du passage de Strabon: *«Il est notoire que la pourpre de Tyr est universellement réputée la plus belle: on la recueille à proximité de la ville, et dans la ville même se trouvent réunies toutes les conditions les plus favorables aux diverses opérations de la teinture. Il faut convenir seulement que, si cette industrie enrichit la ville, le nombre toujours grossissant des teintureries en rend le séjour fort incommode»* (Strabon).

L'odeur de la pourpre est liée à la présence d'un groupe soufré fixé sur le dérivé indoxyle, c'est-à-dire le précurseur incolore et soluble qui se trouve dans le mollusque. Ce radical se détache pendant la dimérisation qui conduit à la structure indigoïde, libérant au passage des mercaptans (composés soufrés) nauséabonds (Shiomi *et alii,* 1982). Les tissus teints conservent cette odeur si particulière et très difficile à éliminer. Dans l'Antiquité cette caractéristique a été parfois décrite sous forme de raillerie: *«Si Philaenis porte des étoffes de pourpre pendant toute la journée et toute la nuit, ce n'est pas par amour du luxe ou par vanité: c'est l'odeur qui l'enchante, non la couleur»* (Martial). Toutefois, elle semble constituer un signe ostentatoire de richesse: *«Zoïle qui fait le malade et garde le lit uniquement pour montrer et faire sentir ses nouvelles couvertures de pourpre»* (Derrien, 1911: 172; Martial).

M. Mongez attribue à cette odeur des vertus conservatrices pour les textiles, peut-être une fois mélangées aux arômes des épices (Mongez, 1818: 256), une propriété qui expliquerait le remarquable état de conservation du trésor de Suse, constitué d'une grande quantité d'étoffes (Perrault, 1684).

En Amérique centrale, cet arôme bien particulier impliquait aussi une garantie d'authenticité des textiles (Bailey, 1850; Naegel, 2004). Le parfum de la pourpre est perceptible en frottant le tissu, indépendamment de l'ancienneté de la teinture. Au Mexique, les fameux *posahuanco* (cf. #4), démontrent aujourd'hui la précision de ces observations (Haubrichs, obs. pers.; Turok, 1988).

7. PROCÉDÉS DE TEINTURE À LA POURPRE. EXPÉRIMENTATIONS.

Teinture directe.

C'est le procédé le plus simple, pratiqué avec les espèces de muricidés qui relâchent spontanément leur sécrétion sans être cassés. Il s'agit principalement de l'espèce *Plicopurpura patula pansa,* habitant la côte Pacifique, du Mexique à l'Equateur. Détachés des rochers sur lesquels ils sont fixés, ces coquillages émettent spontanément un liquide incolore et très fluide qui devient vite laiteux (on parle de la *traite* des mollusques). Ce liquide s'absorbe très bien dans les fibres, particulièrement celles du coton (fig. 16). Sous l'action de la lumière solaire, la fibre est teinte de manière irréversible. Les mollusques sont ensuite replacés dans leur habitat; le processus peut être répété après trois semaines sans influencer la mortalité des animaux (Michel-Morfín & Chavez, 2000; Michel-Morfín *et alii*, 2000). Un exemplaire de moins de 2 cm de longueur fournit environ 0.5 ml de sécrétion, ceux de 5-6 cm, jusqu'à 4 ml. Un litre du liquide sécrété est nécessaire pour teindre environ 200 g de coton (Naegel & Cooksey, 2002: 198).

a

b

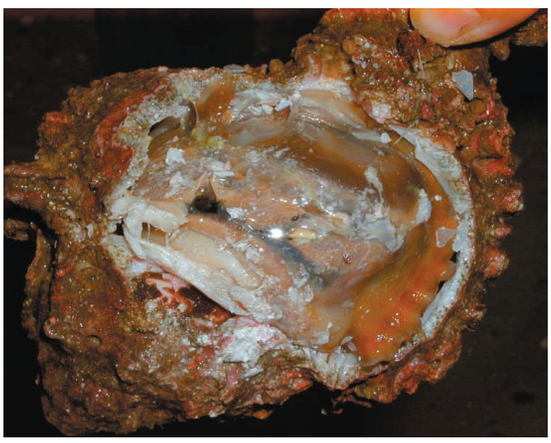
Fig. 16. Teinture directe avec *Plicopurpura patula pansa,* Costa Rica;
a) Application du liquide extrait du coquillage;
b) Écheveau de coton teint.
(Photos R. Haubrichs).

Teinture par application directe de la glande.

La glande est détachée avec l'ongle ou plus facilement avec une paire de ciseaux ou des pinces brucelles[17]. Elle est appliquée entière ou broyée, mélangée à un peu d'eau de mer; celle-ci est préférable à l'eau douce qui favorise la coagulation des matières organiques (Letellier, 1890: 392). Cette opération doit se faire à l'abri de la lumière et permet l'obtention d'une préparation visqueuse de couleur vert-brunâtre. L'application de cette substance au pinceau sous forme de dessins sur un support textile, fournira, après exposition à la lumière, une empreinte exacte du motif exécuté (Cole, 1685; Duhamel du Monceau, 1736; Lacaze-Duthiers, 1859: 22-26; Haubrichs, obs. pers.) (fig. 17). En 1777, le Danois H. Ström publie une description anatomique détaillée du *Buccinum lapillus* (*Nucella lapillus*) tout en indiquant qu'il est possible de tracer des lettres sur un linge en mélangeant la glande gluante du mollusque avec une quantité équivalente de lait aigre (Ström, 1777). Cette méthode peut être pratiquée avec la majorité des coquilles à pourpre. Parmi les rares exceptions se trouve le mollusque *Hexaplex trunculus* qui, ne nécessitant pas d'exposition à la lumière, rend l'opération plus difficile, le virage coloré se faisant très rapidement (Marinescu, 1938).

a

b


c

d

e

Fig. 17. Expérimentation de la technique de H. de Lacaze-Duthiers (Puerto Pizarro, Pérou, juillet 2003). *(Photos R. Haubrichs).*

a) *Phyllonotus regius*;
b) Fragmentation de la coquille;
c) Glande;
d) Prélèvement de la glande à l'aide de pinces;
e) Plusieurs glandes sont placées dans un récipient;

Plus remarquable encore est la description de H. de Lacaze-Duthiers de la stabilité des substances chromogènes. Un dessin réalisé en 1859 avec la sécrétion fraîche et incolore de *Nucella lapillus* et protégé de la lumière avec du papier noir pendant trente-sept ans fut humidifié avec de l'eau de mer, puis partiellement exposé à la lumière. Seuls les endroits découverts prirent la coloration pourpre (Lacaze-Duthiers, 1898, Pl. XXIX). C'est par cette méthode et à l'aide de négatifs photographiques placés sur de la soie imprégnée de la sécrétion incolore de divers mollusques que H. de Lacaze-Duthiers obtient ses remarquables «tirages couleur» (Cardon, 1999-2000; Dedekind, 1889-1911: 704-706; Lacaze-Duthiers, 1859; 1898). La découverte en 1902, par R. Dubois d'un enzyme intervenant dans le mécanisme de la formation de couleur, lui permet d'améliorer les reproductions photographiques avec l'utilisation d'extraits alcooliques de *Bolinus brandaris* suivi de l'enzyme purifié qu'il appela *purpurase* (Dubois, 1902; 1907).

Une étude spectrométrique de ces changements de couleur, effectuée au Japon avec l'espèce *Rapana thomasiana* a été récemment publiée (Uchida *et alii,* 2003).

f

g

h

i

j

f) Broyage de la glande et obtention d'une préparation vert-brunâtre;
g) Dilution de la préparation par adjonction d'eau douce;
h) Application sur un support textile;
i) Un tirage négatif ou positif est placé sur le textile;
j) Résultat après exposition au soleil d'un négatif.

Teinture *à la cuve*.

Avec cette technique deux approches semblent possibles. La première maintient en solution les substances chromogènes solubles, la deuxième utilise la pourpre sous forme de pigment sec. Les deux approches demandent de procéder en milieu alcalin, condition que Pline ne mentionne pas[18] (Michel & McGovern, 1990: 99).

Dans les deux cas, le mécanisme chimique ou biochimique de la remise en solution du pigment reste à étudier. J. Edmonds suggère une réduction bactérienne par analogie avec les travaux de A. Padden sur une cuve de pastel (*Isatis tinctoria*) sans en apporter de preuve (Padden *et alii*, 1998; 1999). L'utilisation de pigments secs offre l'avantage de permettre les processus de teinture en tout temps, même dans un lieu éloigné de la source de mollusques[19].

• Pline décrit l'utilisation de récipients en *plumbum* ce qui peut être interprété comme plomb ou étain, selon qu'il s'agit de *plumbum album* ou *plumbum nigrum*. Dans ses expériences, J. Doumet souligne l'importance du choix de l'étain pour éviter la précipitation de la pourpre[20]. Un demi-litre d'eau salée (40 g/L) et alcaline (pH 12) est porté à ébullition dans des vases en étain pour permettre à l'oxygène dissout dans cette eau de s'échapper. Pendant le chauffage l'étain commence à être attaqué par la solution alcaline, ce qui se manifeste par un dégagement de gaz (hydrogène naissant). Selon J. Doumet c'est lui qui maintient le milieu réducteur[21] permettant la teinture. Un kilogramme de glandes de mollusques additionné au mélange refroidi est laissé à reposer pendant trois jours. Aucune coloration violette n'apparaît. Le jus de cette préparation est décanté. Il constitue le bain dans lequel une petite quantité de laine est trempée à température ambiante pendant six heures. Cette opération est répétée. Les bains utilisés une première fois sont mélangés et concentrés à une température ne dépassant pas les 45°C. Pendant la concentration, le pH diminue

Fig. 18. Expérimentation de la teinture *à la cuve* (Lacoste, France). a) *Hexaplex trunculus*; b) Coquillage fragmenté; c) Détail de la glande immédiatement après fracturation; d) Une cinquantaine de glandes, 20 minutes après extraction; e) Glandes après une heure;

dû de la formation de stannates (sels d'étain) par attaque du récipient. Une pellicule pourpre se forme en surface. Ceci est une indication pour rajouter de la potasse. Avant de plonger la laine, un dernier ajustement de pH est effectué avec de l'urine fermentée, un alcali faible[22], qui permet un meilleur contrôle du pH (un pH trop élevé pourrait conduire à une détérioration de la laine). A pH 9, la laine teinte précédemment est replongée dans ce nouveau bain pendant 6 heures et exposée à l'air pour prendre la couleur caractéristique. Un lavage au vinaigre destiné à raviver les couleurs complète le processus. Cette méthode est pratiquée avec succès en adoptant *Hexaplex trunculus.* Pour teindre avec les espèces *Stramonita haemastoma* et *Bolinus brandaris*, un ajout d'environ 10% en poids d'*Hexaplex trunculus* est nécessaire pour obtenir une coloration[23] (Doumet, 1980).

• J. Edmonds décrit la préparation d'une *cuve* en utilisant du pigment sec obtenu par séchage au soleil de glandes hypobranchiales de mollusques à pourpre (*Hexaplex trunculus* et *Bolinus brandaris* ou le mélange des deux). Ce pigment est placé dans de l'eau de pluie rendue alcaline à pH 9 avec de l'ammoniaque ou de la potasse. On additionne quelques morceaux de bucardes (*Cerastoderma edule*) conservés dans du vinaigre et rincés avant d'être placés dans le bain. On laisse «fermenter»[24] pendant 10 jours à une température de 50°C environ. Le bain est prêt pour la teinture. Le récipient en étain de la méthode de J. Doumet n'est pas nécessaire ici (Edmonds, 2000). Deux modifications de cette technique de teinture par «fermentation» ont été proposées récemment:

• Des glandes fraîches de *Hexaplex trunculus* sont *montées en cuve* comme précédemment sans ajout de *Cerastoderma edule* (fig. 18).

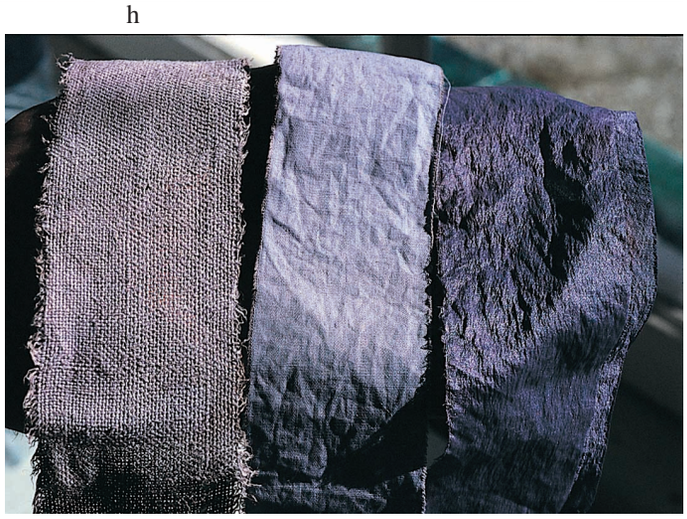
• Des glandes salées[25] et séchées de *Hexaplex trunculus* sont additionnées d'une portion de liquide soutiré d'une *cuve* ancienne. La température est maintenue vers 50°C et l'alcalinité proche de pH 9 (Boesken Kanold, 2001).

f

g

h

i


j

f) Cuve fraîchement préparée; g) Cuve après conservation pendant une semaine à ca. 50°C, prête à être utilisée pour la teinture; h, i) Exposition des tissus à l'air après une nuit d'immersion dans la cuve; j) Tissus après séchage (*Photos R. Haubrichs*).

Teintures avec utilisation d'un réducteur synthétique.

Le dithionite de sodium, puissant agent réducteur synthétique découvert en 1869 par P. Schützenberger, facilite aujourd'hui les processus de teinture (Brunello, 1973). Avec ce produit la réduction de la pourpre et d'une manière générale des dérivés de l'indigo sous la forme de «leuco»[26] en milieu basique, ne prend que quelques minutes.

L'exposition à l'air des tissus imprégnés de cette solution régénère la couleur. Les tonalités résultantes varient en fonction de la fibre et de l'espèce de mollusque utilisée (Verhecken, 1990).

8. CONCLUSIONS.

La Science a peu à peu élucidé la plupart des mystères entourant la pourpre. Son origine est maintenant bien connue. Sa couleur, entre le bleu indigo et le violet, bien définie.

Il faut espérer que les développements récents des techniques d'analyse physico-chimique appliquées systématiquement aux archéomatériaux permettront de mieux tracer le parcours de l'utilisation de cette matière tinctoriale et de compléter progressivement la connaissance des rapports entretenus entre les hommes et la pourpre, de la Préhistoire à nos jours.

REMERCIEMENTS:
Je tiens particulièrement à remercier J. Falquet, M.-P. Gilliéron-Graber, M. Grenon, C. Magistrini et A. Verhecken, qui m'ont permis d'améliorer le manuscrit, tant par l'enrichissement de son contenu que par des corrections de style et des discussions générales sur les matières colorantes et leurs propriétés. Un grand merci aussi à J.-C. Cailliez pour ses suggestions et la transmission de son savoir en matière de photographies de coquillages et aux conservateurs du Musée Archéologique de San Miguel d'Azapa, Arica (Chile) qui m'ont permis de prendre contact avec une riche documentation archéologique. Merci aussi à l'infatigable C. Cooksey pour m'avoir généreusement envoyé et informé des publications modernes sur le sujet, à la passionnée T. Terada qui m'a souvent accompagné dans l'une ou l'autre excursion sur les traces de la pourpre de par le monde. Je dois aussi ma reconnaissance aux nombreux spécialistes rencontrés à l'occasion de Congrès et de Forums internationaux, qui ont su partager leurs connaissances du monde des couleurs naturelles, en particulier à D. Cardon, J. Doumet, J. Edmonds, M. Garcia, L. Naegel, S. Sotiropoulou et G. Voss. Mon premier contact avec l'usage de la pourpre à des fins artistiques m'a été fourni par I. Boesken-Kanold: c'est avec elle que j'ai également cassé mes premiers coquillages. Sans ces expériences «sur le terrain» ma connaissance de la pourpre ne serait restée que littéraire ; je tiens à la remercier tout particulièrement. Ma gratitude va également à M. Borrello, sans qui ce texte n'aurait pas vu le jour. Enfin à D. Zurcher, ma compagne, qui supporte ma passion pour ce colorant depuis de nombreuses années, avec tous les excès qui peuvent en résulter.

NOTES:

[1] En 1675, une réédition de cet ouvrage identifiera ce mollusque comme *Purpura columnaera* (Dollfus & Dautzenberg, 1932: 286).

[2] Une photo spectaculaire d'*Aplysia californica* par G. Anderson se trouve sous http: //www.seaslugforum.net/seahatac.htm, avril 2005.

[3] L'identification systématique des mollusques à pourpre est en cours par T. Terada au Japon; au début de l'année 2005 le recensement comportait plus de 240 espèces, allongeant considérablement la liste d'une vingtaine de mollusques à pourpre publiée par A. Verhecken (Terada, com. pers.; Verhecken, 1989). Des illustrations de nombreuses espèces fournissant la teinture se trouvent dans l'ouvrage de D. Cardon (Cardon, 2003: 421-467).

[4] Il n'est généralement pas nécessaire de casser la coquille du mollusque pour observer la coloration. En effet, une fois sorti de l'eau, l'animal mourant relâche peu à peu un fluide qui teint tout objet entrant en contact avec lui. Ce phénomène est particulièrement évident avec *Hexaplex trunculus*. La fracturation de la coquille permet seulement un accès plus facile à la glande hypobranchiale (Verhecken, 1989: 190).

[5] Un dérivé de la molécule 6-bromoindirubine trouvée dans *Hexaplex trunculus*, et modifiée pour la rendre plus soluble (6-bromoindirubine-3'-oxime, BIO), semble posséder des propriétés pharmacologiques remarquables, en inhibant le GSK-3 (glycogen synthase kinase-3), un enzyme intervenant dans divers mécanismes biochimiques cellulaires essentiels. En particulier, il a été démontré que la molécule BIO permet de maintenir à l'état indifférencié des cellules souches embryonnaires murines et humaines en culture, ouvrant peut-être de nouvelles approches à la médecine régénératrice (Meijer, 2004; Sato *et alii*, 2004).

[6] Les opercules aussi appelés «Blatta Byzantia» des *MURICIDAE* ont probablement été une des raisons de la capture des mollusques car ils étaient couramment utilisés en médecine ou comme encens (Adanson, 1757: 141; Bass, 1997: 163; Ducros, 1930; Hohlfelder & Vann, 1998; Levey, 1961: 407; Pulak, 1988: 5; Rondelet, 1558: 46; Schneider, 1781: 402).

[7] L'importance de Tyr pour le commerce et/ou la fabrication de la pourpre semble trouver une confirmation par la découverte de pièces de monnaie portant des représentations de murex frappées dans cette région au cours des IIème et IIIème siècles ap. J.-C. (Hanson, 1980; Imhoof-Blumer & Keller, 1889; Naster, 1985).

[8] D'importantes accumulations de *Nucella lapillus* ont été retrouvées sur la côte Atlantique française (Cocaign, 1997); dans cette région, différents sites pourraient être datés de la protohistoire au Haut Moyen Age (Cardon, 2003: 456). D'autres amas de coquillages soit d'âge préhistorique, soit remontant aux VII-VIIIème siècles de notre ère et pour lesquels une utilisation alimentaire a été suggérée sont décrits en Irlande (Bigger, 1893-1896; Henry, 1952; Knowles *et alii*, 1898-1900: 437-438).

[9] La distribution de *Stramonita haemastoma* est présentée dans Houart, 2001.

[10] Lors de son voyage à l'île de la Grenade, C. Plumier décrit un coquillage qu'il appelle *"Cochlea veram purpuram fundens"*, probablement l'espèce *P. patula* (Plumier, 1703).
[11] http: //www.artemision.free.fr/boesken/, mai 2005.
[12] B. Bizio trouve aussi du cuivre dans les *MURICIDAE* et dans d'autres familles de mollusques, substance qui sera mise en relation plus tard, avec l'hémocyanine, l'équivalent chez les mollusques de l'hémoglobine des mammifères (Bizio, 1833: 364; Ghiretti-Magaldi & Ghiretti, 1992).
[13] Un pas décisif pour l'élucidation de la structure de la pourpre fut celle de l'indigo, établie 26 ans plus tôt par A. von Baeyer (Seefelder, 1994).
[14] Le 6,6´-dibromoindigo est le premier composé organique bromé trouvé dans la nature; sa découverte a ouvert la voie à l'identification de centaines de molécules naturelles bromées connues aujourd'hui (Gribble, 1996).
[15] Pour des illustrations en couleur de vestiges pourpres à Tel-Shiqmona et Sarepta voir Karmon & Spanier, 1987: 193, Pl. A et McGovern & Michel, 1990, Pl. F.
[16] La présence des 4- et 7-bromoindigo détectés par la même méthode d'analyse est par contre très improbable. Des dérivés indoliques substitués avec du brome en position 4 et 7 n'ont en effet jamais été identifiés chez les mollusques (Gribble, 1996: 141-161).
[17] L'arrachage de la glande est beaucoup plus facile et rapide avec une paire de pincettes qu'avec une paire de ciseaux (Haubrichs, obs. pers., en suivant les indications de T. Terada). La découverte d'une pince sur le site de Ras Shamra (Ugarit, Syrie), fameux pour ses ateliers de teinture, laisse supposer une utilisation probable de ce genre d'outil pour l'extraction de la glande à pourpre (Schaeffer, 1952, Pl. III, Fig. 1).
[18] L'alcalinité peut être obtenue par le lavage, avec de l'eau de pluie de préférence, de cendres de bois. On obtient ainsi une solution riche en carbonate de potassium (K_2CO_3).
[19] Cette technique pourrait expliquer la découverte à Fegousia (entre Batna et El Kantara, Algérie) à environ 200 kilomètres des côtes, d'un cippe représentant deux coquillages, probablement des *Stramonita haemastoma* ou des *Hexaplex trunculus*, au-dessus du mot *purporiorum* (Villefosse & Papier, 1879). W. A. Schmidt soutient aussi qu'il existait une fabrique de pourpre à This en Haute Egypte (Schmidt, 1842: 96). La traduction faite par A. Dedekind des hiéroglyphes signifiant *pourpre* confirmerait cette hypothèse (Dedekind, 1894; 1896). Toutefois, les textiles teints à la pourpre sont apparemment absents en Egypte (Germer, 1992: 138; Pfister, 1934: 22).
[20] M. Krünitz signale l'utilisation d'un chaudron en étain (Dedekind, 1908: 463-465; Krünitz, 1811: 780).
[21] Milieu réducteur: milieu susceptible de soustraire l'oxygène.
[22] Théoriquement l'urine humaine peut produire 12 grammes d'ammoniaque par litre, l'urine de bœuf environ 30 grammes, ce qui correspond à une alcalinité inférieure à pH 9 (Pfister, 1935: 13, note 54).
[23] Les expériences de R. Michel avec du 6,6´-dibromoindigo synthétique en présence d'étain et de carbonate de potassium (K_2CO_3) confirment les observations de J. Doumet. Les conditions utilisées pour la teinture ne permettant pas de réduire le pigment une fois formé, cette procédure implique nécessairement l'utilisation de mollusques frais (Doumet, 1980: 21; Michel *et alii*, 1987: 139). Par contre à un pH supérieur, entre 11.4 et 14, et une température de 90°C, il est possible en présence d'étain comme de plomb de réduire le pigment en une à deux heures (McGovern & Michel, 1990: 98).
[24] Cette opération est appelée *monter une cuve* et consiste à rendre réducteur (cf. Note 21) le bain de teinture par différents ajouts, dans le but de maintenir ou de rendre solubles dans l'eau les substances colorantes.
[25] Le sel employé pendant le séchage des glandes permet d'éviter l'infestation de mouches attirées par la décomposition des mollusques cassés pour en prélever la glande hypobranchiale. L'adjonction de sel est aussi suggérée par M. Krünitz pour éviter la pourriture (Krünitz, 1811: 780).
[26] Du grec *leuco* = blanc: forme réduite, incolore et soluble de divers colorants de cuve (Fernelius, 1983).

SUMMARY - Purple-dye, knew also as Tyrian, Imperial or Royal Purple, has been largely considered in literature and described by Aristotle and Pline the Old. The production, identified in many Aegean Bronze age sites, was an important commercial activity for the Phoenicians and declines with the fall of the Byzantine Empire. Research of the second half of the XIX Century and XX Century has identified many species of *MURICIDAE* from which purple-dye is obtained as well as its chemical structure. Experimental approaches demonstrate that different methods of dyeing were probably used in the past.

RIASSUNTO - La porpora, chiamata anche Porpora di Tiro, Imperiale o Reale, è senza dubbi la sostanza colorante naturale sulla quale è stato proposto il più importante numero di testi. Identificata in siti dell'età del Bronzo dell'Egeo, menzionata da Aristotele e da Plinio il Vecchio, di spettacolare produzione ai tempi dei Fenici, l'interesse scompare con la caduta di Bisanzio, perdendosene progressivamente le conoscenze relative al suo impiego come materia tintoriale. Le ricerche condotte particolarmente nella seconda metà del XIX secolo e principalmente a partire del XX secolo hanno permesso l'identificazione di numerose specie di muricidi e la scoperta della sua struttura chimica, oltre alle catene operative della tintura, osservata con il concorso della sperimentazione.

SOURCES ANTIQUES

Aristote. *Histoire des Animaux*. Texte établi, traduit et commenté par P. Louis, Tome I (1964), pp. XXXIII; Tome II (1968), Livre V, 15. Les Belles Lettres, Paris.

Martial. *Epigrammes*. Tome II, 1ère Partie, Livre IX, LXII, p. 58. Texte établi et traduit par H. J. Izaac. Les Belles Lettres, Paris. 1973.

Philostrate. *Les Images ou Tableaux de Platte-Peinture*. Traduction et commentaire de Blaise de Vigenère (1578), Tome I, pp. 411-431. Honoré Champion Editeur, Paris. 1995.

Pline l'Ancien. *Histoire Naturelle*. Texte établi, traduit et commenté par E. de Saint-Denis, Livre IX, Chap. XXXVI-XLI, pp. 77-82. Les Belles Lettres, Paris. 1955.

Strabon. *Géographie*. Nouvelle traduction par A. Tardieu. Tome 3, Livre XVI, 2.23; p. 337. Hachette, Paris. 1880.

BIBLIOGRAPHIE

ADAMS L. E., 1915 - Conchological Notes from Chile and Brazil. *Journal of Conchology* 14 (11), pp. 347-352.

ADANSON M., 1757 - *Histoire naturelle du Sénégal, coquillages. Avec la Relation abrégée d'un voyage fait en ce pays: pendant les années 1749, 50, 51, 52 et 53*. Bauche, Paris.

ALFARO GINER C., 1996 - La teinture de draps dans les provinces romaines du nord de l'Afrique. In: KHANOUSSI M. (ed.) *L'Africa romana, Atti del XI convegno di studio*, 15-18 dicembre 1994, Cartagine, pp. 823-836.

ALFARO GINER C., COSTA RIBA B. & TÉBAR MEGÍAS E., 2002 - Informe de la campaña de excavaciones de 2001 en el Pou des Lleó/Canal d'en Martí (Ibiza). *Datatèxtil (Publicación semestral del Centre de Documentació i Museu Tèxtil, Terrassa, España)* 7, pp. 44-53.

ALOUPI E., KARYDAS A. G. & PARADELLIS T., 2000 - Pigment Analysis of Wall Paintings and Ceramics from Greece and Cyprus. The Optimum Use of X-Ray Spectrometry on Specific Archaeological Issues. *X-Ray Spectrometry* 29 (1), pp. 18-24.

ALOUPI E., MANIATIS Y., PARADELLIS & KARALI-GIANNAKOPOULOS, 1990 - Analysis of a Purple Material Found at Akrotiri. In: HARDY D. A. *et alii* (eds), Thera and the Aegean World III, Vol. 1, Archaeology, *Proceedings of the Third International Congress*, Santorini, Greece, 3-9 September 1989, pp. 488-490. Thera Foundation, London.

AMATI P., 1784 - Marco Elephantutio comiti et Ravennatium senatori amplissimo libellum «*De restitutione purpurarum*» Blasinius, Caesenae.

ANDRÉ J., 1949 - *Etude sur les termes de couleur dans la langue latine*. Thèse de Doctorat Ès-Lettres, Université de Paris. Paris.

ANDREOTTI A., BONADUCE I., COLOMBINI M. P. & RIBECHINI E., 2004 - Characterisation of Natural Indigo and Shellfish Purple by Mass Spectrometric Techniques. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 18 (11), pp. 1213-1220.

ANDRONIKOS M., 1977 - The Royal Graves at Vergina. *Athens Annals of Archaeology* 10, pp. 40-72, Pl. I.

ANTON F., 1984 - *Altindianische Textilkunst aus Peru*. Seemann Verlag, Leipzig.

ANTONACCI SANPAOLO E., FOLLO L. & SFRECOLA S., 1990 - Alcuni aspetti tecnologici della ceramica policroma della Daunia nella Collezione Sansone di Mattinata (FG). L'apporto dell'archeometria. In: GRAVINA A. (ed.), *Atti del XI Convenio Nazionale sulla Preistoria-Protostoria-Storia della Daunia*, 2-3 Dicembre 1989, San Severo, pp. 139-170.

BAILEY J., 1850 - *Central America, describing each of the states of Guatemala, Honduras, Salvador, Nicaragua, and Costa Rica.* T. Saunders, London, pp. 124-125.

BAKER J. T. & DUKE C. C., 1973 - Chemistry of the Indoleninones. II. Isolation from the hypobranchial glands of marine molluscs of 6-Bromo-2,2-dimethylthioindolin-3-one and 6-Bromo-2-methylthioindoleninone as alternative precursors to Tyrian Purple. *Australian Journal of Chemistry* 26, pp. 2153-2157.

BAKER J. T. & SUTHERLAND M. D., 1968 - Pigments of marine animals, pp. VIII. Precursors of 6,6'-Dibromoindigotin (Tyrian Purple) from the mollusc *«Dicathais Orbita»* Gmelin. *Tetrahedron Letters* 9 (1), pp. 43-46. (Erratum, *Tetrahedron Letters* 9 (26), p. ii).

BANCROFT E., 1794 - *Experimental Research concerning the Philosophy of Permanent Colors*. Cadell, London. (2ème édition, Dobson, Philadelphia, 1814; édition allemande, Schrag, Nürnberg, 1817).

BARBER E. J. W., 1991 - Prehistoric Textiles. *The Development of Cloth in the Neolithic and Bronze Ages with Special Reference to the Aegean.* Princeton University Press, New York, pp. 223-243.

BASS G. F., 1997 - Prolegomena to a study of maritime traffic in raw materials to the Aegean during the fourtheenth and thirteenth Centuries B. C. In: LAFFINEUR R. & BETANCOURT P. P. (eds), *TEXNH Craftsmen, Craftswomen and Craftsmanship in the Aegean Bronze Age*. Aegaeum 16. Annales d'archéologie égéenne de l'Université de Liège et UT-PASP. Proceedings of the 6th International Aegean Conference, Philadelphia, Temple University, 18-21 April 1996, pp. 153-170.

BECKER C., 2001 - Did the people in Ayios Mamas produce Purple-dye during the Middle Bronze Age? Considerations on the prehistoric production of Purple-dye in the Mediterranean. In: BUITENHUIS H. (ed.), *Animals and Man in the Past. Essays in honour of Dr. A.T. Clason emeritus professor of archaeozoology*, Rijksuniversiteit Groningen, ARC-Publicatie 41, pp. 122-134. Groningen.

BÉLIS M., 1999 - The Use of Purple in Cooking, Medicine, and Magic. An Example of Interference by the Imaginary in Rational Discourse. In: BUXTON R. (ed.), *From Myth to Reason. Studies in the Development of Greek thought*, pp. 295-316. Oxford University Press, Oxford.

BENKENDORFF K., BREMNER J. B. & DAVIS A. R., 2000 - Tyrian purple precursors in the egg masses of the Australian muricid *Dicathais orbita*. A possible defensive role. *Journal of Chemical Ecology,* 26 (4), pp. 1037-1050.

BENNETT W. C. & BIRD J. B., 1960 - *Andean Cultural History*. American Museum of Natural History, Handbook Series 15, New York.

BIGGER F. J., 1893-1896 - Prehistoric Settlements at Portnafeadog, in the Parish of Moyrus, Connemara. *Proceedings of the Royal Irish Academy* 3 (3), pp. 727-732.

BIZIO B., 1832 - *La porpora degli antichi rivocata entro i confini del rosso. Dissertazione critica*. Tipografia di Commercio, Venezia.

- 1833 - Scoperta del principio purpureo nei due *Murex brandaris* e *trunculus* Linn., e studio delle sue proprietà. Appendice. Scoperta recentissima del rame nei murici porporiferi. *Annali Scienze Regno Lombardo-Veneto,* 3, pp. 346-364.

BLUM H., 1998 - Purpur als Statussymbol in der Griechischen Welt. *Antiquitas, Reihe 1, Abhandlungen zur alten Geschichte* 47. Habelt, Bonn.

BLÜMNER H., 1892 - Die Farbenbezeichnungen bei den römischen Dichtern. 3. «Purpureus». 4. «Puniceus». *Berliner Studien für classische Philologie und Archäologie* 13 (3), pp. 184-203.

BOCHART S., 1675 (1663) - *Hierozoïcon. Sive bipertitum opus de Animalibus S. Scripturae*. Francofurti ad Moenum, Lib. V, pp. 727-742.

BOESKEN KANOLD I., 2001 - The Purple Fermentation Vat: Dyeing or Painting Parchment with *Murex trunculus*. *Dyes in History and Archaeology* 20, pp. 150-154.

BOSCH D. & BOSCH E., 1982 - *Seashells of Oman*. Longman Group Limited, London, New York.

BOUCHILLOUX S. & ROCHE J., 1955 - Contribution à l'étude biochimique de la pourpre des Murex. *Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco* 52 (1054), pp. 1-23.

BRAUN J., 1680 - Id Est, *Vestitus Sacerdotum Hebraeorum*. Amstelodami, Vol. 1, Caput XIII, De Colore Caeruleo, Thechelet, pp. 244-263, Caput XIV, De Purpura Tyria, Argaman, pp. 263-285.

BRUNELLO F., 1973 - *The Art of Dyeing in the History of Mankind*. Pozza, Vicenza.

CAPROTTI E., 1982 - Le conoscenze malacologiche del Rinascimento. I. Le prime raffigurazioni di molluschi. *Bollettino Malacologico* 18 (9-12), pp. 307-314. Milano.

CARDON D., 1999-2000 - *Teintures précieuses de la Méditerranée. Pourpre - Kermès - Pastel*. Musée des Beaux-Arts de Carcassone, Centre de documentació i Museu Tèxtil de Terrassa, pp. 81-87.

- 2003 - *Le monde des teintures naturelles*. Belin, Paris.

CHABAILLE P., 1863 - *«Li Livres dou Tresor» par Brunetto Latini publié pour la première fois d'après les manuscrits de la Bibliotèque Impériale, de la Bibliotèque de l'Arsenal et plusieurs manuscrits des Départements et de l'Etranger*. Imprimerie Impériale, Paris.

CHRISTOPHERSEN C., WAETJEN F., BUCHART O. & ANTHONI U.,

1978 - A Revised Structure of Tyriverdin, the Precursor of Tyrian Purple. *Tetrahedron* 34 (18), pp. 2779-2781.

Clark R. J. H. & Cooksey C. J., 1997 - Bromoindirubins. The synthesis and properties of minor components of Tyrian purple and the composition of the colorant from *Nucella lapillus*. *The Journal of the Society of Dyers and Colourists* 113 (11), pp. 316-321.

- 1999 - Monobromoindigos, a new general synthesis, the characterization of all four isomers and an investigation into the purple colour of 6,6'-dibromoindigo. *New Journal of Chemistry* 23 (3), pp. 323-328.

Cocaign J.-Y., 1997 - Le pourpre (*Nucella lapillus*) et son utilisation comme teinture en Armorique. *Annales de Bretagne et des Pays de l'Ouest, Anjou, Maine, Touraine* 104 (4), pp. 7-22.

Cole W., 1685 - A Letter from Mr Willam Cole of Bristol, to the Phil. Society of Oxford, containing his Observations on the Purple Fish. *Philosophical Transactions* 15 (December, N. 178), pp. 1278-1286.

Colonna F., 1616 - *Purpura*. Romae.

- 1675 - *Opusculum De Purpura*. Romae primum, An. 1616 editum & nunc iterum Luci datum. Opera ac Studio Johann-Danielis Majoris. Kiliae.

Cooke A. H., 1909 - On the Shell-Mound at Sidon. *Proceedings of the Malacological Society of London* 8, pp. 341-342.

Cooksey C. J., 2001 - Tyrian Purple, 6,6' -Dibromoindigo and Related Compounds. *Molecules,* 6, pp. 736-769.

Cuvier G., 1817 - Mémoire IX, Sur le genre Aplysia. *Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des mollusques*. Deterville, Paris.

Dawson L. E., 1979 - Painted Cloth Mummy Masks of Ica, Peru. In: Rowe A. P., Benson E. P. & Schaffer A.-L. (eds), *The Junius B. Bird Pre-Columbian Textile Conference*, May 19th and 20th, 1973, pp. 83-104.

De Negri A. & De Negri G., 1875 - Dell'indigotina negli animali ovvero della porpora degli antichi. *Gazzetta Chimica Italiana* 5, pp. 437-438.

- 1875-1876 - Della Porpora degli Antichi e Relazione di altri lavori eseguiti nel Laboratorio di Chimica Generale della R. Università di Genova. *Atti della Reale Accademia del Lincei,* Ser. 2, 3 (2), pp. 394-449.

Dedekind A., 1894 - Das Wort für Purpur im Altegyptischen. *Wiener Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes,* 8, pp. 74-83.

- 1896 - Recherches sur la Pourpre Oxyblatta chez les Assyriens et les Egyptiens. Première à neuvième note. *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale* 3-4, pp. 481-516.

- 1898-1911 - *Ein Beitrag zur Purpurkunde*. Mayer & Müller, Berlin, Vol. I-IV (1898, 1906, 1908, 1911).

Derrien E., 1911 - L'odeur de la pourpre. *Bulletin mensuel de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier* 4, pp. 168-190.

Dollfus G. & Dautzenberg P. H., 1932 - Les Mollusques de Fabius Columna. *Journal de Conchyliologie* 76, pp. 283-333.

Donkin R. A., 1977 a - Spanish Red. An Ethnogeographical Study of Cochineal and the Opuntia Cactus. *Transactions of the American Philosophical Society,* N. S. 67 (5), pp. 5-83.

- 1977 b - Insect Dyes of Western and West-Central Asia. *Anthropos,* 72, pp. 847-880.

Doumas C., 1992 - *The Wall-Paintings of Thera*. The Thera Foundation, Petros M. Nomikos, Athens.

Doumet J., 1980 - *Etude sur la Couleur Pourpre Ancienne et tentative de reproduction du procédé de teinture de la ville de Tyr décrit par Pline l'Ancien*. Imprimerie Catholique, Beyrout.

Dubois R., 1902 - Sur le mécanisme intime de la formation de la Pourpre. *Comptes Rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences* 134, pp. 245-247. Paris.

- 1907 - Nouvelles recherches sur la Pourpre du *Murex brandaris*. Action des lumières colorées, teinture, purpuro-photographies. *Comptes Rendus hebdomadaires des Séances et Mémoires de la Société de Biologie* 62, pp. 718-720. Lyon.

- 1909 - Recherches sur la Pourpre et quelques autres pigments animaux. *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale* 5 (2), pp. 471-529.

Ducros A. H., 1930 - Essai sur le droguier populaire arabe de l'inspectorat des pharmacies du Caire. *Mémoires présentés à l'Institut d'Egypte* 15, pp. 86-87.

Duhamel du Monceau H. L., 1736 - Quelques expériences sur la liqueur colorante que fournit la Pourpre, espèce de Coquille qu'on trouve abondamment sur les Côtes de Provence. *Histoire de l' Académie Royale des Sciences. Mémoires de Mathématique et de Physique,* Année 1736, pp. 6-8, pp. 49-63. Paris.

Edens C. M., 1987 - *A Late Second Millenium B.C. Purple Dye Industry in Qatar (Arabian Gulf). Archaeological and Historical Interpretations*. Harvard University, Cambridge.

- 1999 - Khor Ile-Sud, Qatar, The archaeology of Late Bronze Age purple-dye production in the Arabian Gulf. *Iraq* 61, pp. 71-88.

Edmonds J., 2000 - *Tyrian or Imperial Purple Dye*. Historical Dyes Series, N. 7.

Elsner O. & Spanier E., 1985 - The dyeing with Murex extracts, an unusual dyeing method of wool to the Biblical sky blue. *Proceedings of the 7th International Wool Textile Research Conference,* Tokyo, Vol. 5, paper C-45, pp. 118-130.

Elsner O. & Spanier E., 1987 - The Past, Present and Future of Tekhelet. In: Spanier E. (ed.) *The Royal Purple and The Biblical Blue*., pp. 167-177. Keter, Jerusalem.

Feijoo B. J., 1778 - *Theatro crítico universal*. Tomo 6, Discurso 4, Hallazgo de especies perdidas. Nueva impresion, Madrid.

Fernández E. P., 2003 - *Hilando el pasado y tallando el presente, tradiciones artesanales borucas*. Fundación Museos Banco Central, Costa Rica.

Fernelius C. W., 1983 - Indigo. *Journal of Chemical Education* 60 (8), pp. 633-634.

Fisher P. -H., 1925 - Sur le rôle de la glande purpurigène des Murex et des Pourpres. *Comptes Rendus hebdomadaires des Séances de l' Académie des Sciences* 180, pp. 1369-1371. Paris.

Flury-Lemberg M., 1988 - Textil-Konservierung im Dienste der Forschung. *Schriften der Abegg-Stiftung,* pp. 234-237. Bern.

Forges T., 1664 - *A Catalogue of many Natural raritys.* London.

Fouquet H., 1970 - *Bau und Reaktionen natürlicher Chromogene indigoider Farbstoffe bei Purpurschnecken*. Dissertation, Univ. Saarbrucken.

Friedländer P., 1906 - Ueber Thionaphtenderivate und Thioindigo. *Festschrift Adolf Lieben zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum und zum siebzigsten Geburtstage von Freunden, Verehrern und Schülern. (Lieben- Festschriften),* pp. 587-609 (Réédité en 1907 dans *Justus Liebig's Annalen für Chemie*, 351, pp. 390-412).

- 1907 - Zur Kenntnis des Farbstoffs des antiken Purpurs aus *Murex brandaris*. *Monatshefte für Chemie* 28, pp. 991-996.

- 1909 - Ueber den Farbstoff des antiken Purpurs aus *Murex brandaris. Berichte der Deustchen Chemischen Gesellschaft* 42, pp. 765-770.

- 1910 - Sur la pourpre antique. *Revue Générale des Matières Colorantes, de la Teinture, de l'Impression et des Apprêts* 14, 157, pp. 1-4 et Carte d'échantillons, 1.

- 1922 - Über die Farbstoffe aus *Purpura aperta* und *Purpura lapillus*. *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft* 55, pp. 1655-1658.

Friedländer P., Bruckner S. & Deutsch G., 1912 - Über Brom- und Methoxyderivate des Indigos. *Justus Liebig's Annalen der Chemie* 388, pp. 23-49.

Gage T., 1928 (1648) - *The English-American, his Travel by Sea and Land, or, A New Survey of the West Indies.* Broadway Travellers, Routledge & Sons, London.

Germer R., 1992 - Die Textilfärberei und die Verwendung gefärbter Textilien im Alten Ägypten. *Ägyptologische Abhandlung* 53, pp. 138-153, Harrassowitz, Wiesbaden.

Ghiretti F., 1992-1993 - Bartolomeo Bizio e la riscoperta della porpora. *Atti dell' Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Classe di Scienze Morali, Lettere ed Arti* 151 (3), pp. 868-886. Venezia.

Ghiretti-Magaldi A. & Ghiretti F., 1992 - The pre-history of hemocyanin. The discovery of copper in the blood of molluscs. *Experientia* 48, pp. 971-972.

Gipper H., 1964 - Purpur. Weg und Leistung eines umstrittenen

Farbwortes. *Glotta, Zeitschrift für griechische und lateinische Sprache* 42, pp. 39-69.

Goulandris N., 1977 - Georgi P. Moazzo (1893-1975), Greek conchologist. *Annales Musei Goulandris* 3, pp. 105-112.

Gribble G. W., 1996 - Naturally Occurring Organohalogen Compounds- A Comprehensive Review. *Progress in the Chemistry of Organic Natural Products* 68, pp. 141-160. Springer, Wien, New York.

Grimaud de Caux G., 1856 - Sur l'animal de la Pourpre des Anciens. *Revue et Magasin de Zoologie Pure et Appliquée* 2 (8), pp. 34-42.

Grynfeltt E., 1911 - Sur la glande hypobranchiale de *Murex trunculus*. *Bibliographie Anatomique* 21, pp. 181-209. Paris.

Hamerly M. T., 1973 - *Historia social y economica de la antigua provincia de Guayaquil 1763-1842*. Publicaciones del Archivo Histórico del Guayas, Guayaquil.

Hanson R. S., 1980 - *Tyrian influence in the Upper Galilee*. American Schools of Oriental Research, Cambridge.

Henry F., 1952 - A Wooden Hut on Inishkea North, Co. Mayo (Site 3, House A). *Journal of the Royal Society of Antiquaries of Ireland* 82, pp. 163-178, Pl. XXIV-XXIX.

Herzog I., 1921 - The Dyeing of purple in Ancient Israel. *Report and Proceedings of the Belfast Natural History and Philosophical Society,* Session 1919-1920, 2, pp. 21-33.

Hoefer F., 1852 - *Chaldée, Assyrie, Médie, Babylonie, Mésopotamie, Phénicie, Palmyrène. L'Univers, ou Histoire et Description de tous les Peuples, de leurs religions, mœurs, coutumes, etc.* Firmin Didot Frères, Paris.

Hofenk de Graaff, J. H., 2004 - *The Colourful Past. Origins, Chemistry and Identification of Natural Dyestuffs.* Abbeg-Stiftung & Archetype Publications, Riggisberg, London.

Hohlfelder R. L. & Vann R. L., 1998 - Uncovering the Maritime Secrets of Aperlae, A Coastal Settlement of Ancient Lycia. *Near Eastern Archaeology* 61, 1, pp. 26-37.

Houart R., 2001 - *A Review of the Recent Mediterranean and Northeastern Atlantic Species of Muricidae.* Evolver, Rome.

Iijima I. & Sasaki C., 1882 - Okadaira Shell Mound at Hitachi. *Memoirs of the Science Department, Tôkiô Daigaku, (University of Tokio),* Appendix to Memoir, 1, Part 1, pp. 1-7, Pl. I-XI.

Imhoof-Blumer F. & Keller O., 1972 (1889) - *Tier- und Pflanzenbilder auf Münzen und Gemmen des Klassischen Alterthums.* Gerstenberg, Hildesheim.

Jackson J. W., 1916 - The Geographical Distribution of the Shell-Purple Industry (VII). *Memoirs and Proceedings of the Manchester Literacy & Philosophical Society* 60 (7), pp. 1-29.

Jensen L. & Jensen F., 1965 - *The Story of Royal Purple*. Garrard Press, Champaign.

Jullien A., 1948 - La substance toxique de la glande à pourpre est-elle un dérivé de la choline? Recherches sur les fonctions de la glande hypobranchiale chez *Murex trunculus*. *Comptes Rendus de la Société de Biologie de Lyon* 142, pp. 101-103.

Karali-Giannakopoulos L., 1990 - Sea Shells, Land Snails and other Marine Remains from Akrotiri. *1990* In: Hardy D. A. *et alii* (ed.), *Thera and the Aegean World III*, 2, Earth Sciences, Proceedings of the Third International Congress, Santorini, Greece, 3-9 September 1989, Thera Foundation, London, pp. 410-415.

Karapanagiotis I., Sotiropoulou S., Chryssikopoulou E., Magiatis P. Andrikopoulos K. S. & Chryssoulakis Y., *Sous presse* - Investigation of Tyrian Purple occurring in historial Wall Paintings of Thera. *Dyes in History and Archaeology* 23.

Karmon N. & Spanier E., 1987 - Archaeological Evidence of the Purple Dye Industry from Israel. In: Spanier E. (ed.), 1987, *The Royal Purple and The Biblical Blue*. Keter, Jerusalem, pp. 147-158.

- 1988 - Remains of a Purple Dye Industry Found at Tel Shiqmona. *Israel Exploration Journal* 38 (3), pp. 184-187.

Kelley W. P., Wolters A. M., Sack J. T., Jockusch R. A., Jurchen J. C., Williams E. R., Sweedler J. V. & Gilly W. F., 2003 - Characterization of a Novel Gastropod Toxin (6-Bromo-2-mercaptotryptamine) that Inhibits Shaker K Channel Activity. *The Journal of Biological Chemistry* 278 (37), pp. 34934-34942.

Klein, K. (ed.), 1997 - *The Unbroken Thread. Conserving the Textile Traditions of Oaxaca*. The Getty Conservation Institut, Los Angeles.

Knowles W. J., Paterson W. H., Praeger R. L. & Bigger F. J., 1898-1900 - Investigation of the Prehistoric Settlements near Roundstone, Connemara (XXV). *Proceedings of the Royal Irish Academy* 3 (5), pp. 433-440.

Krünitz J. G., 1811 - Purpur. *Oekonomische Encyclopädie*, Pauli, Berlin, Theil 118, pp. 774-787.

Lacaze-Duthiers F.-J. H. de, 1859 - Mémoire sur la pourpre. *Annales des Sciences Naturelles (Zoologie)* 4, 12, pp. 5-84.

- 1862 - *Notice sur les travaux scientifiques de M. F.-J.-Henri de Lacaze-Duthiers* présentée à l'appui de sa candidature à l'Académie des Sciences. Paris.

- 1898 - Explication des PL. XXVIII, XXIX, XXX. Sur la couleur de la Pourpre verte (Annexe d'un mémoire de M. A. Dedekind, sur la pourpre verte). *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale* 3 (6), pp. 479-480.

Lanigan L. R., 1990 - *The Purple Dye Industry at Tel Dor, Israel*. Thesis, California State University, Sacramento.

Latini B., 2000 - *Li Livres dou Tresor*. 2 vol. (Fac-similé du manuscrit de la Bibliothèque nationale de Russie, St. Pétersbourg Ms Fr. Fv. III N 4). Moleiro, Barcelona.

Leitner H., 1972 - *Zoologische Terminologie beim Älteren Plinius.* Verlag Gerstenberg, Hildesheim.

Lesson M., 1827 - Sur la coquille qui fournissait la pourpre de Tyr. *Journal de Pharmacie et des Sciences accessoires* 2 (13), pp. 601-602.

Letellier A., - 1890 a - Explications données par M. Letellier à propos du dépôt de son Mémoire sur la couleur pourpre produite par le *Purpura lapillus*, paru dans les Archives de Zoologie expérimentale. *Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie* 4 (4), pp. 208-213.

- 1890 b - Recherches sur la pourpre produite par le *Purpura lapillus*. *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale* 2 (8), pp. 361-408.

Levey M., 1961 - Ibn Masawaih and His Treatise on Simple Aromatic Substances. Studies in the History of Arabic Pharmacology I. *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 16, pp. 394-410.

Malaszkiewicz J., 1967 - *Chromogene und Farbstoff-komponenten der Purpurschnecke Murex trunculus L.* Dissertation, Univ. Saarbrucken.

Maravelaki-Kalaitzaki P. & Kallithrakas-Kontos N., 2003 - Pigment and terracotta analyses of Hellenistic figurines in Crete. *Analytica Chimica Acta* 497 (1-2), pp. 209-225.

Marinescu T., 1938 - Notes sur le spectre ultraviolet de la pourpre. *Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco* 753, pp. 1-12.

Mariti G., 1791 - *Voyages dans l'isle de Chypre, la Syrie et la Palestine, avec l'histoire générale du Levant*. Société Typographique. Neuwied.

Martens E. von, 1874 - Purpur und Perlen. *Sammlungen gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge,* 9. Serie, Heft 214, pp. 1-55.

Martin F., 1906 - Thioindigorot B. *Zeitschrift für Farben-Industrie,* 5, pp. 185-188.

McGovern P. E. & Michel R. H., 1985 - Royal Purple Dye. Tracing Chemical Origins of the Industry. *Analytical Chemistry* 57 (14), pp. 1514A-1521A.

- 1990 - Royal Purple Dye. Its identification by complementary physicochemical techniques. In: Biers, W. R. & McGovern P. E. (eds), *Organic Contents of Ancient Vessels, Materials Analysis and Archaeological Investigation.* MASCA Research Papers in Science and Archaeology 7, pp. 69-76. University of Pennsylvania, Philadelphia.

Meijer L., 2004 - La pourpre de Méditerranée, une source inattendue d'inhibiteurs de GSK-3. *Médecine/Sciences* 20 (5), pp. 516-518.

Menzel D., Rowe J. H. & Dawson L. E., 1964 – *The Paracas*

Pottery of Ica: a Study in Style and Time. University of California Publications in America Archaeology an Ethnology 50, University of California Press, Berkeley and Los Angeles.

MICHEL R. H., LAZAR J. & MCGOVERN P. E., 1987 - The Chemical Processing of Royal Purple Dye. Ancient Descriptions as Elucidated by Modern Science. *Archeomaterials* 1, pp. 135-143.

- 1992 - Indigoid Dyes in Peruvian and Coptic Textiles of The University Museum of Archeology and Anthropology. *Archeomaterials* 6, pp. 69-83.

MICHEL R. H. & MCGOVERN P. E., 1990 - The Chemical Processing of Royal Purple Dye. Ancient Descriptions as Elucidated by Modern Science, Part II. *Archeomaterials,* 4 (1), pp. 97-104.

MICHEL-MORFÍN J. E. & CHÁVEZ E. A., 2000 - Effect of repetitive dye extraction over yield and survival rate of the purple snail *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853). *Journal of Shellfish Research* 19 (2), pp. 913-917.

MICHEL-MORFÍN J. E., CHÁVEZ E. A. & LANDA V., 2000 - Population parameters and dye yield of the purple snail *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) of west central Mexico. *Journal of Shellfish Research* 19 (2), pp. 919-925.

MIENIS H. K. & SPANIER E., 1987 - A Review of the Family Janthinidae (Mollusca, Gastropoda) in Connection with the Tekhelet Dye. In: SPANIER E. (ed.), *The Royal Purple and The Biblical Blue,* pp. 197-205. Keter, Jerusalem.

MOAZZO G. P., 1932 - *Porphyra*. Alexandria (en grec, voir aussi le résumé en français dans GOULANDRIS, 1977).

MONGEZ M., 1818 - Recherches sur les habillemens des anciens. *Histoire et Mémoires de l'Institut Royal de France. Classe d'Histoire et de Littérature ancienne* 4, 1ère partie, pp. 222-282. Paris.

MORSE E. S., 1879 - The Shell Mounds of Omori, Japan. *Memoirs of the Science Department, University of Tokio, Japan* 1 (1), pp. 1-55, Pl. I-XVIII. Tokio.

MOSELEY H. N., 1877 - On the Colouring Matters of Various Animals. *Quarterly Journal of Microscopical Science,* N. S. 17, pp. 1-23.

MUÑOZ I., ARRIAZA B. & AUFDERHEIDE A., 1993 - Poblamiento. El poblamiento Chinchorro. Nuevos indicadores bioantropológicos y discusión en torno a su organización social. In: MUÑOZ OVALLE I., ARRIAZA TORRES B. & AUFDERHEIDE A. (eds), *Acha-2 y los Orígenes de Poblamiento Humano en Arica*, pp. 107-132. Ediciones Universidad de Tarapaca, Arica, Chile.

MÜNSTER S., 1544 - *Cosmographia, das ist eine Beschreibung der ganzen Welt.* Basel.

MUTHESIUS A., 2002 - Essential Processes, Looms, and Technical Aspects of the Production of Silk Textiles. In: LAIOU A. E. (ed.), *The Economic History of Byzantium, From the Seventh through the Fifteenth Century*, Washington, Dumbarton Oaks Studies 39, pp. 147-168.

NAEGEL L. C. A., 2004 - *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) from the Pacific Coast of Mexico and Central America. A Traditional source of Tyrian Purple. *Journal of Shellfish Research* 23 (1), pp. 211-214.

NAEGEL L. C. A. & COOKSEY C. J., 2002 - Tyrian Purple from Marine Muricids, especially from *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853). *Journal of Shellfish Research* 19 (2), pp. 193-200.

NASTER P., 1985 - Le Chien et le Murex sur des monnaies impériales de Tyr. *Quaderni Ticinesi, Numismatica e Antichità Classiche* 14, pp. 257-260.

NUNOME J., 1994 - Scientific research on determination of dyed textiles excaved from the Yoshinogari site. In: SAGASHI (ed.), *Yoshinogari / Henshu Saga-ken Kyoiku Iinkai*, pp. 522-54 (en japonais). Tokyo.

NUTTALL Z., 1909 - *A curious survival in Mexico of the use of the Purpura Shell-Fish for dyeing*. Putnam Anniversary Volume, The Torch Press, Cedar Rapids, Iowa. pp. 368-384.

ODDONE LONGO O., 1998 (ed.) - *La Porpora, realtà e immaginario di un colore simbolico*. Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti. Atti del convegno di studio, 24 e 25 ottobre 1996, Venezia.

OLGUÍN E. M, 2000 - El empleo de tinte *Púrpura patula pansa* en Mesoamerica. Evidencias arqueológicas, ethnográficas e historicas. In: *Primera Jornada de Historia de la Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 24/25 de Agosto 2000. Memorias, pp. 13-24, Universidad Nacional Autónoma de Mexico, México.

OVIEDO G. F. DE, 1529 (2002) - *Singularités du Nicaragua*. Livre XLII de l' «Historia General y Natural de las Indias» traduit par Henri Ternaux-Compans. Introduction, Révision & Notes de Louise Bénat-Tachot. Editions Chandeigne, Presses Universitaires de Marne-la-Vallée.

OVIEDO S. G. & DE CAVERO, L. S., 1977 - Producción de la púrpura de Tiro a partir del molusco *Concholepas* "Chanque". *Boletín de la Sociedad Química del Perú* 43. 3, pp. 139-140.

PADDEN A. N., DILLON V. M., JOHN P., EDMONDS J., COLLINS M. D. & ALVAREZ N., 1998 - *Clostridium* used in mediaeval dyeing. *Nature* 396, pp. 1025-1031.

- 1999 - An indigo-reducing moderate thermophile from a woad vat, *Clostridium isatidis* sp. nov.. *International Journal of Systematic Bacteriology* 49, pp. 1025-1031.

PALLARY P., 1938 – Les mollusques marins de la Syrie. *Journal de Conchyliologie* 82, pp. 5-82.

PERRAULT C., 1979 (1684) - *Les Dix Livres d'Architecture de Vitruve, corrigez et traduits nouvellement en François, avec des Notes & des Figures*. Coignard, Paris.

PFISTER R., 1934 - *Textiles de Palmyre*. Les Editions d'Art et d'Histoire, Paris.

- 1935 - Teinture et alchimie dans l'Orient Hellénistique. *Seminarium Kondakovianum (Recueil d'Etudes. Archéologie. Histoire de l'Art. Etudes Byzantines)* 7, pp. 1-59. Prague.

PLUMIER C., 1703 - Réponse du R. P. Charles Plumier Minime à Monsieur Friederic Richter Docteur en Medecine à Lipsic, sur la Cochenille. *Journal de Trévoux ou Mémoires pour l'Histoire Sciences et des Arts,* 1671-1691 (Reprint Slatkine, Genève, 1968, pp. 449-455).

POZORSKI S. G., 1979 - Prehistoric Diet and Subsistence of the Moche Valley, Peru. *World Archaeology* 11 (2), pp. 163-184.

PULAK C., 1988 - The Bronze Age shipwreck at Ulu Burun, Turkey, 1985 Campaign. *American Journal of Archaeology* 92 (1), pp. 1-37.

QUILTER J., OJEDA B. E., PEARSALL D. M., SANDWEISS D. H., JONES J. G. & WING E. S., 1991 - Subsistence Economy of El Paraíso, an Early Peruvian Site. *Science* 251, 4991, pp. 277-283.

QUINTANILLA JIMÉNEZ I., 2002 - Moluscos, tintes y textiles. Historia y uso del tinte morado entre las artesanas borucas de Costa Rica. In: SOLANILLA DEMESTRES, V. (ed.), *II Jornadas Internacionales sobre Textiles Precolombinos*. Barcelona-Terrassa, 23, 24 y 25 de abril de 2001, pp. 43-59.

RÉAUMUR R. A. F. DE, 1711 - Découverte d'une nouvelle Teinture de Pourpre et diverses expériences pour la comparer avec celle que les Anciens tiroient de quelques espèces de Coquillages que nous trouvons sur nos Côtes de l'Océan. *Histoire de l'Académie Royale des Sciences,* pp. 218-258. Amsterdam.

REESE D. S., 1979-1980 - Industrial Exploitation of Murex Shells, Purple-dye and Lime Production at Sidi Khrebish, Benghazi (Berenice). *Annual Report of the Society of Libyan Studies* 11, pp. 79-93.

REINHOLD M., 1970 - The History of Purple as Status Symbol in Antiquity. *Collection Latomus, Revue d'Etudes Latines* 116, pp. 1-73. Bruxelles.

REINKING K., 1929 - Über den Schnecken-Purpur. *Melliand Textilberichte* 10, pp. 634-636.

RENAN E., 1864-1874 - *Mission de Phénicie,* II. Imprimerie Impériale, Paris.

RIEDEL W., 1902 - Die Hebräischen Wörter für Purpur. *Alttestamentliche Untersuchungen,* 1. Heft, pp. 37-41. Leipzig.

ROLLER R. A., RICKETT J. D. & STICKLE W. B., 1995 - The hypobranchial gland of the estuarine snail *Stramonita haemastoma canaliculata* (Gray) (Prosobranchia, Muricidae) - A light and electron microscope study. *American Malacological Bulletin* 11 (2), pp. 177-190.

RONDELET G., 1555 - *Libri de Piscibus Marinis, in quibus verae Piscium effigies expressae sunt*. Livre 2. Matthiam Bonhomme, Lugduni.

- 2002 (1558) - *L'Histoire entière des poissons*. Edition du CTHS, Paris.

ROSA M., 1786 - *Delle Porpore e delle Materie Vestiarie presso gli Antichi*. Dissertazione Epistolare. Modena.

RÜDIGER W., 1967 - Über die Abwehrstoffe von Aplysia-Arten. I. Aplysioviolin, ein neuartiger Gallenfarbstoff. II. Die Struktur von Aplysioviolin. *Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie* 348, pp. 129-138.

SAINT-DENIS E. DE, 1947 - *Le vocabulaire des animaux marins en latin classique*. Klincksieck, Paris.

SALTZMAN M., 1986 - Analysis of Dyes in Museum Textiles or, You Can't Tell a Dye by Its Color. In: MCLEAN C. C. & CONNEL P. (eds), *Textile Conservation Symposium in Honor of Pat Reeves*. 1 February 1986, pp. 27-39. The Conservation Center. Los Angeles County Museum of Art, Los Angeles, California.

SATO M. & SASAKI Y., 2003 - Blue and Purple Dyestuffs Used for Ancient Textiles. *Dyes in History and Archaeology* 19, pp. 100-105.

SATO N., MEIJER L., SKALTSOUNIS L., GREENGARD P. & BRIVANLOU A.H., 2004 - Maintenance of pluripotency in human and mouse embryonic stem cells through activation of Wnt signaling by a pharmacological GSK-3-specific inhibitor. *Nature Medicine* 10 (1), pp. 55-63.

SAULCY E. DE, 1864 - Lettre sur la Pourpre Phénicienne à M. Alex. Bertrand. *Revue Archéologique,* N. S. 9, pp. 216-218.

SCHAEFFER C. F. A., 1952 - Nouvelles fouilles et découvertes de la Mission archéologique de Ras-Shamra dans le Palais d'Ugarit. *Les Annales Archéologiques de Syrie* 2 (1), pp. 3-22.

SCHMEDDING B., 1978 - Mittelalterliche Textilien in Kirchen und Klöstern der Schweiz. *Schriften der Abegg-Stiftung* 3, pp. 250-252. Bern.

SCHMIDT W. A., 1842 - Die Purpurfärberei und der Purpurhandel im Alterthum. Forschungen auf dem Gebiete des Alterthums. *Die griechischen Papyrusurkunden der Königlichen Bibliothek zu Berlin*, Abhandlung III, pp. 96-212.

SCHMIDT-COLINET A., STAUFFER A. & KHALED A., 2000 - *Die Textilien aus Palmyra*. von Zabern, Mainz.

SCHNEIDER J. G., 1781 - Abhandlung über die Purpurfärberey der Spanier in Südamerika. *Leipzig. Physikalische und historische Nachrichten vom südlichen und nordöstlichen America*, aus d. Span. übers. v. Johann Andreas Dieze, Th. II, pp. 377-431 (Réédité dans DEDEKIND, 1908, pp. 379-426).

SCHUNCK E., 1879 - Notes on the Purple of the Ancients. 1. The Chromogen of *Purpura Capillus*. 2. Properties of the Colouring Matter formed by Insolation from the Chromogen of *Purpura capillus*. *Journal of the Chemical Society, Papers* 35, pp. 589-596. London.

- 1880 - Notes on the Purple of the Ancients (continuation). 3. Purple Dyeing in Modern Times. 4. Examination of a Sample of Purple Yarn from Nicaragua. *Journal of the Chemical Society, Transactions* 37, pp. 613-617. London.

SCHWEPPE H., 1993 - *Handbuch der Naturfarbstoffe*. Ecomed, Landsberg.

SEEFELDER M., 1994 - *Indigo, Kultur, Wissenschaft und Technik*. Ecomed, Landsberg (2ème édition).

SHIOMI K., SASAKI, K., YAMANAKA H. & KIKUCHI T., 1982 - Volatile Sulphur Compounds Responsible for a Fetid Odour of the Hypobranchial Gland of the Muricid Gastropods *Reishia (Thais) clavigera* and *R. (T.) bronni*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 48 (9), pp. 1353-1356.

SPANIER E. (ed.), 1987 - *The Royal Purple and The Biblical Blue*. Argaman and Tekhelet, The Study of Chief Rabbi Isaac Herzog on the Dye Industries in Ancient Israel and Recent Scientific Contributions. Keter, Jerusalem.

SPANIER E. & KARMON N., 1987 - Muricid Snails and the Ancient Dye Industries. In: SPANIER E. (ed.), *The Royal Purple and The Biblical Blue,* pp. 179-192. Keter, Jerusalem.

STAUFFER A., 1995 - Kleider, Kissen, bunte Tücher. Einheimische Textilproduktion und weltweiter Handel. In: SCHMIDT-COLINET A. (ed.), *Palmyra Kulturbegegnung in Grenzbereich*, pp. 57-71.

STEIGERWALD G., 1986 - Die antike Purpurfärberei nach dem Bericht Plinius' des Älteren in seiner «Naturalis Historia». *Traditio* 42 (1), pp. 1-57.

- 1999 - Purpurgewänder biblischer und kirchlicher Personen als Bedeutungsträger in der frühchristlichen Kunst. *Hereditas, Studien zur Alten Kirchengeschichte* 16.

STEVENSON W., 1826 - *Relation historique et descriptive d'un séjour de vingt ans dans l'Amérique du Sud.* Kilian, Paris.

STRÖM H., 1777 - Le mollusque de la pourpre (*Buccinum lapillus*) (Traduction du texte original danois en français dans DEDEKIND, 1908, pp. 216-266).

STULZ H., 1990 - Die Farbe Purpur im frühen Griechentum. *Beiträge zur Altertumskunde* 6, Teubner, Stuttgart.

THOMPSON A. W., 1910 - *The Works of Aristotle*. Vol. IV, Historia Animalium. Clarendon Press, Oxford.

- 1947 - *A Glossary of Greek Fishes*. Oxford University Press, London.

TRISTRAM H. B., 1882 (1865) - *The Land of Israel*. Society for Promoting Christian Knowledge, London.

TRYON G. W., 1880 - *Manual of Conchology, structural and systematic*. *Vol. II, Muricinae, Purpurinae*. Philadelphia.

TUCKER ABBOTT R. & PETER DANCE S., 2000 - *Compendium of Seashells*. Odyssey Publishing.

TUROK M., 2003 (1988) - *El caracol púrpura. Una tradición milenaria en Oaxaca.* Dirección General de Culturas Populares e Indígenas, Mexico.

UCHIDA K., HAYASE I., ISIO, K., KUMADA T. & AKAIKE T., 2003 - Color Analysis by means of a Color Computer System-An examination into the color-changing process of the Tyrian purple and its dyeing effects. *Bulletin of Tokyo Kasei University, Natural Science* 43 (2), pp. 77-85 (en japonais).

VAN ALPHEN J., 1944 - Remarks on the action of light on several substances, most of them containing halogen, in particular several indigo dyes in a reducing medium. *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas* 63, pp. 95-96.

VARICHON A., 2000 - *Couleurs, pigments et teintures dans les mains des peuples*. Seuil, Paris.

VECKENSTEDT E., 1973 (1888) - *Geschichte der griechischen Farbenlehre*. Gerstenberg, Hildesheim.

VELASCO J. DE, 1961 (1789) - *Historia del Reino de Quito en la América Meridional*. Cajica, Puebla, Mexico, Tomo I, Parte 1.

VERHECKEN A., 1989 - The Indole Pigments of Mollusca. *Annales de la Société Royale Zoologique de Belgique* 119 (2), pp. 181-197.

- 1990 - Experiences with mollusc purple. *La Conchiglia - The Shell* 22 (250-252), Gennaio-Marzo, pp. 32-34, 46. Roma.

VILLEFOSSE H. & PAPIER A., 1879 - Des coquillages à pourpre et des anciennes usines à teinture en Afrique. A propos d'une Inscription découverte à l'enchir Fegousia. *Bulletin de l'Académie d'Hippone* 14, pp. 8-11.

VOSS G., 2000 - The analysis of indigoid dyes as leuco forms by NMR spectroscopy. *Journal of the Society of Dyers and Colourists* 116, pp. 87-90.

WAGNER H., 1982 - Der Kölner Dreikönigenstoff, III. Bayer-Labor wies Antiken Purpur nach. *Bayer Berichte* 47, pp. 24-28.

WALLERT A., 1997 - The Analysis of Dyestuffs on Historial Textiles from Mexico. In: KLEIN K. (ed.), *The Unbroken Thread. Conserving the Textile Traditions of Oaxaca*. The Getty Conservation Institute, Los Angles, pp. 57-85.

WEST L. C., 1924 - Commercial Syria under the Roman Empire. *Transactions and Proceedings of the American Philological Association* 55, pp. 159-189.

WOLFF M., 1989 - Estimates of Growth, Mortality and Recruitment of the Loco *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 24 (2), pp. 87-96.

YOSHIOKA T., 1983 - *Teiomurasaki tanbo.* Shikosha, Showa, Kyoto (en japonais).