

Materiały nowoczesnych technologii – podglądanie natury

Nauka o materiałach jest taka stara jak cywilizacja.

- W starożytnych piecach do wypalania żelaza, dymarkach, znanych w Egipcie w III tysiącleciu p.n.e w umiejętny sposób wykorzystywano fakt, że żelazo z domieszką węgla topi się w niższej temperaturze (nawet 1154°C) niż czyste żelazo (1538°C) ; dziś nie bardzo potrafimy odtworzyć proces dymarkowy
- odlewanie brązu, na pomniki lub dzwony, jest jeszcze trudniejsze
- sekrety produkcji porcelany były strzeżone przez tysiąclecia

Okazuje się, że natura jest nie mniej pomysłowa niż człowiek.

Drewno, muszla czy nić pajęcza pozostają prawie niedościgłymi wzorami...

Beton, stal, porcelana i muszle

- Badania mikroskopowe materiałów pokazują, że wiele z nich ma podobną strukturę, nawet jeśli są one pozornie bardzo różne
 - Najbardziej odporne materiały konstrukcyjne:
 - beton zbrojony
 - chińska porcelana
 - hartowana stal
 - kompozyty polimerowe
- mają strukturę składającą się z **dwóch faz** – jednej **włóknistej** (pręty zbrojeniowe w betonie, włókna Al_2O_3 w porcelanie, wydłużone kryształy martenzytu w stali, włókna węglowe lub szklane w polimerach), odpornej na rozciąganie i drugiej **wypełniającej** (beton, mulit, austenit, żywica), odpornej na zgniatanie
- Okazuje się, że muszle małż też mają podobną strukturę, wapienno-organiczną, jak to pokazują wyniki naukowe poniżej

Biomateriały (1)

The nanostructural unity of Mollusc shells

Y. Dauphin^{*}

UMR 8148 IDES, bât. 504, Université Paris XI-Orsay, 91405 Orsay cedex, France

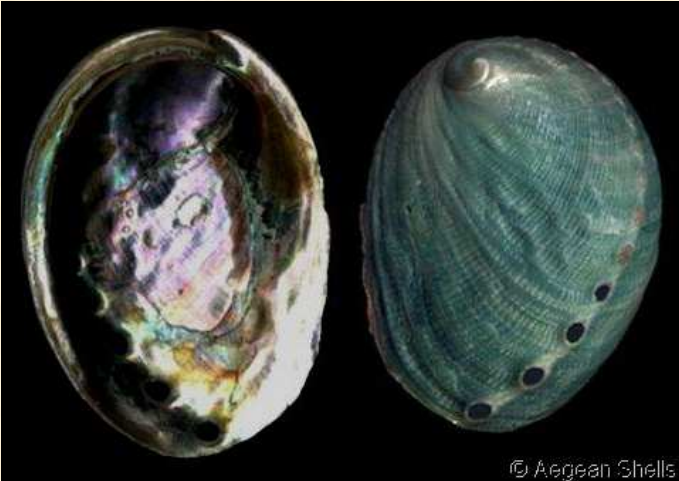
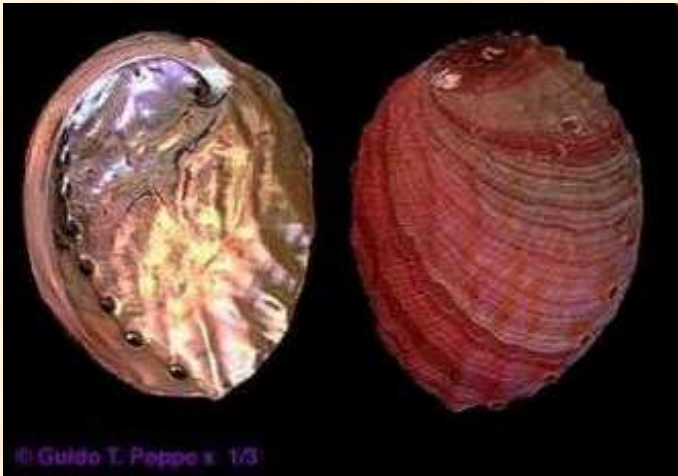
* E-mail: yannicke.dauphin@u-psud.fr

ABSTRACT

Calcite and aragonite shell layers of the main classes of Molluscs are composed of monocrystalline units (prisms, tablets, laths or fibres). Scanning electron and atomic force microscopy studies show these units are composed of small round granules with a thin cortex (amorphous calcium carbonate and/or organic matrix). These granules are organo-mineral composites. A comparison of the size and shape of the granules in different taxa (Mollusca, Brachiopoda) suggests a possible relationship with taxonomy and/or phylogeny.

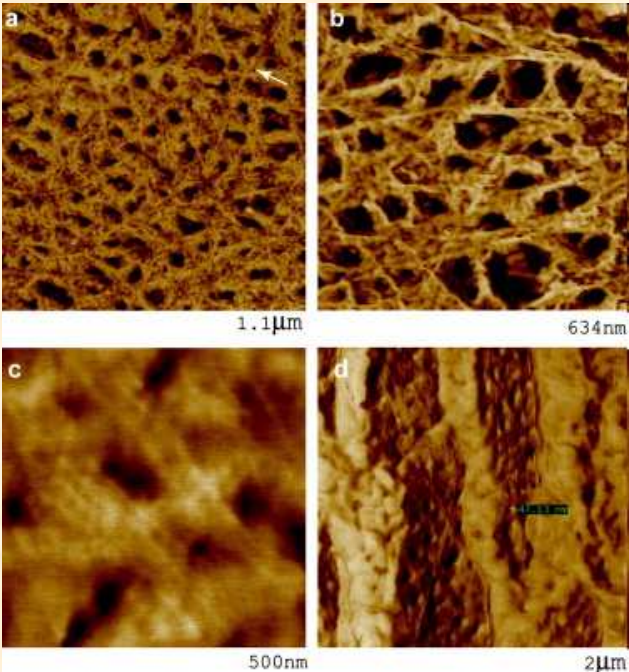


Red abalone



Haliotis rufescens ang. Red abalone
pol. *Śluchotka kalifornijska* – do 30 cm

http://www.gastropods.com/5/Shell_965.shtml



Haliotis rufescens

Macromolecular structure of the organic framework of nacre in *Haliotis rufescens*: Implications for growth and mechanical behavior

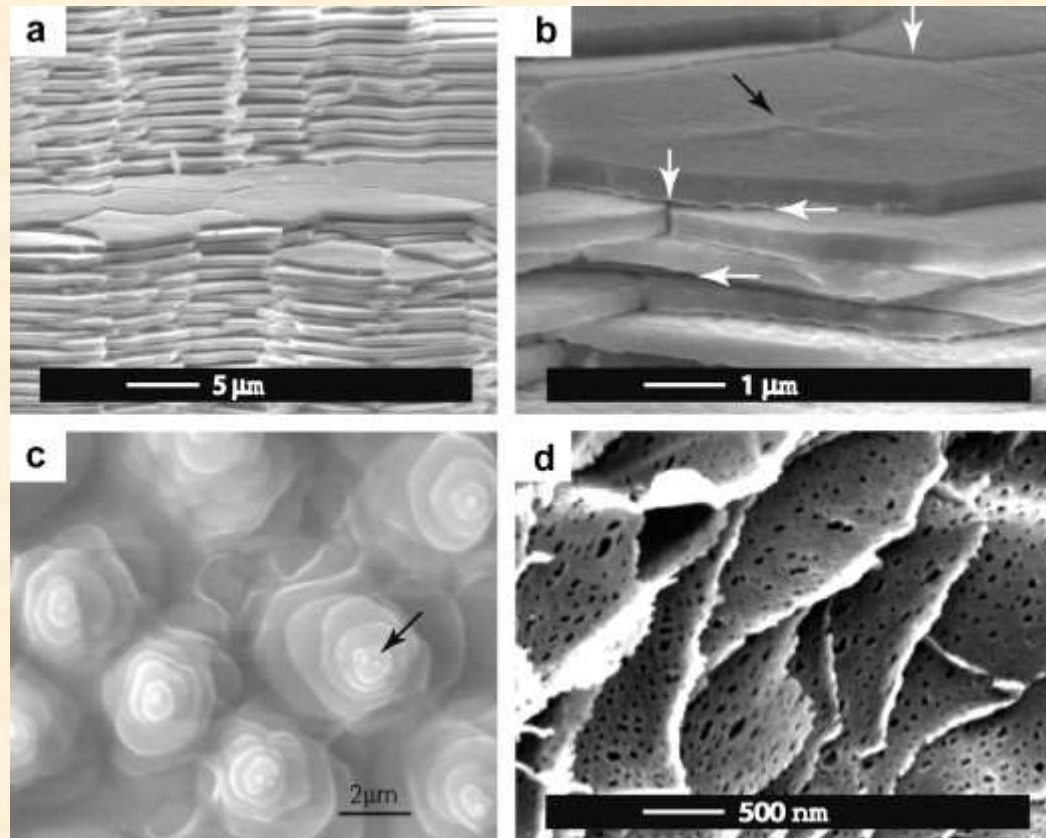


Fig. 1. (a and b) SEM images of fractured nacre from *H. rufescens* illustrating tiles on nearly parallel lamella. The “terrace” consisting of one interlamellar layer of nacre is shown at higher magnification in (b), where the black arrow points to a central region discussed below and referred to in [Mutvei \(1979\)](#). (c) Flat pearls grown on a glass slide inserted into the mantle of a live red abalone (described below). Note the “stack of coins” arrangement with a smaller tile (or tiles) nucleated at the top of each stack. (d) SEM image of a cross section of *H. rufescens* organic matrix, demineralized in EDTA, illustrating individual and apparently porous interlamellar layers

Jiddu Bezarea^a, Robert J. Asaro^{a, b}, and Marilyn Hawley^b

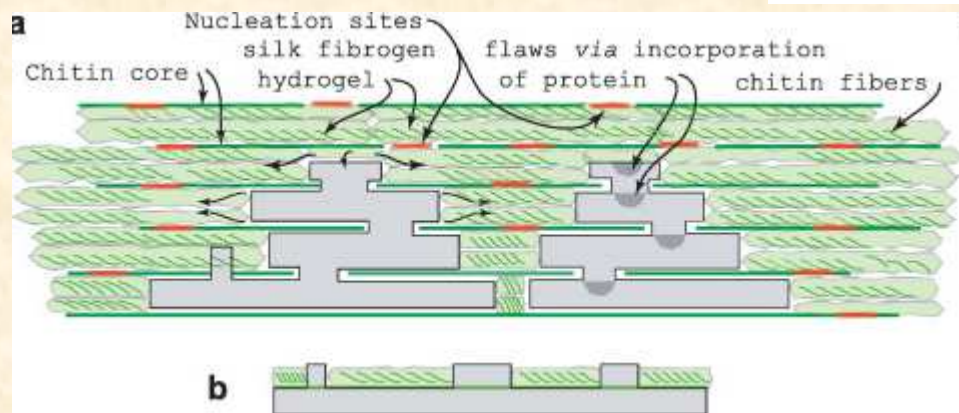
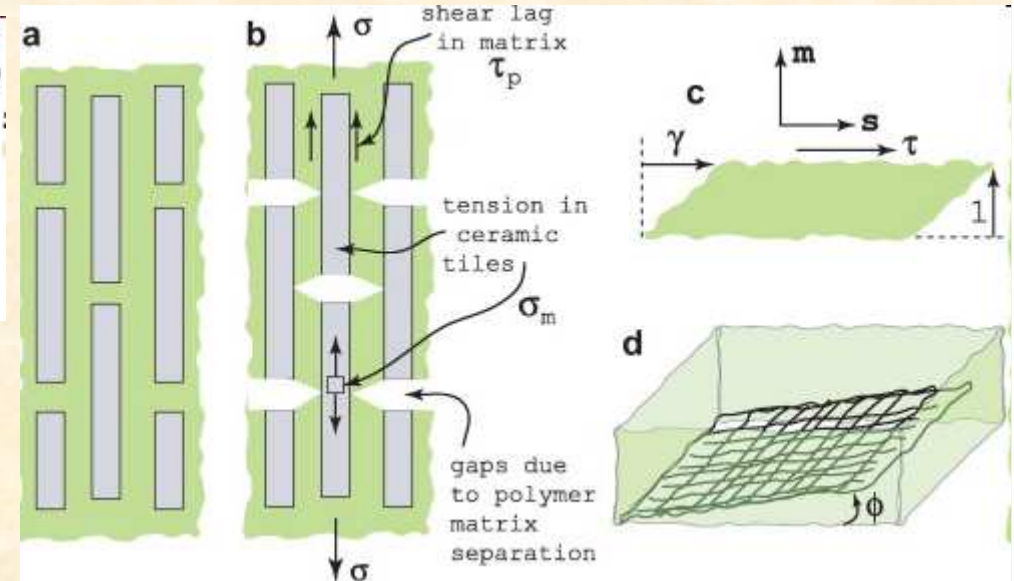
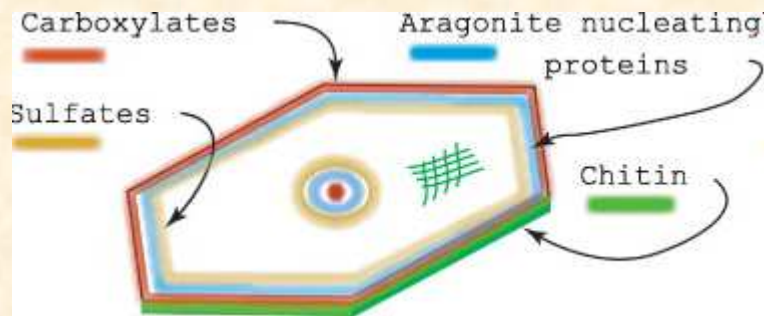
^a Department of Structural Engineering, University of California, San Diego, CA 92093, USA

^b Materials Science and Technology Division, Los Alamos National Lab., Los Alamos, NM 87545, USA

[Journal of Structural Biology](#)

[Volume 163, Issue 1](#), July 2008, Pages 61-75

Haliotis rufescens



Małże, ślimaki ...

The nanostructural unity of Mollusc shells

Mineralogical Magazine, February 2008, Vol. 72(1), pp. 243–246

Y. DAUPHIN*

UMR 8148 IDES, bât. 504, Université Paris XI-Orsay, 91405 Orsay cedex, France

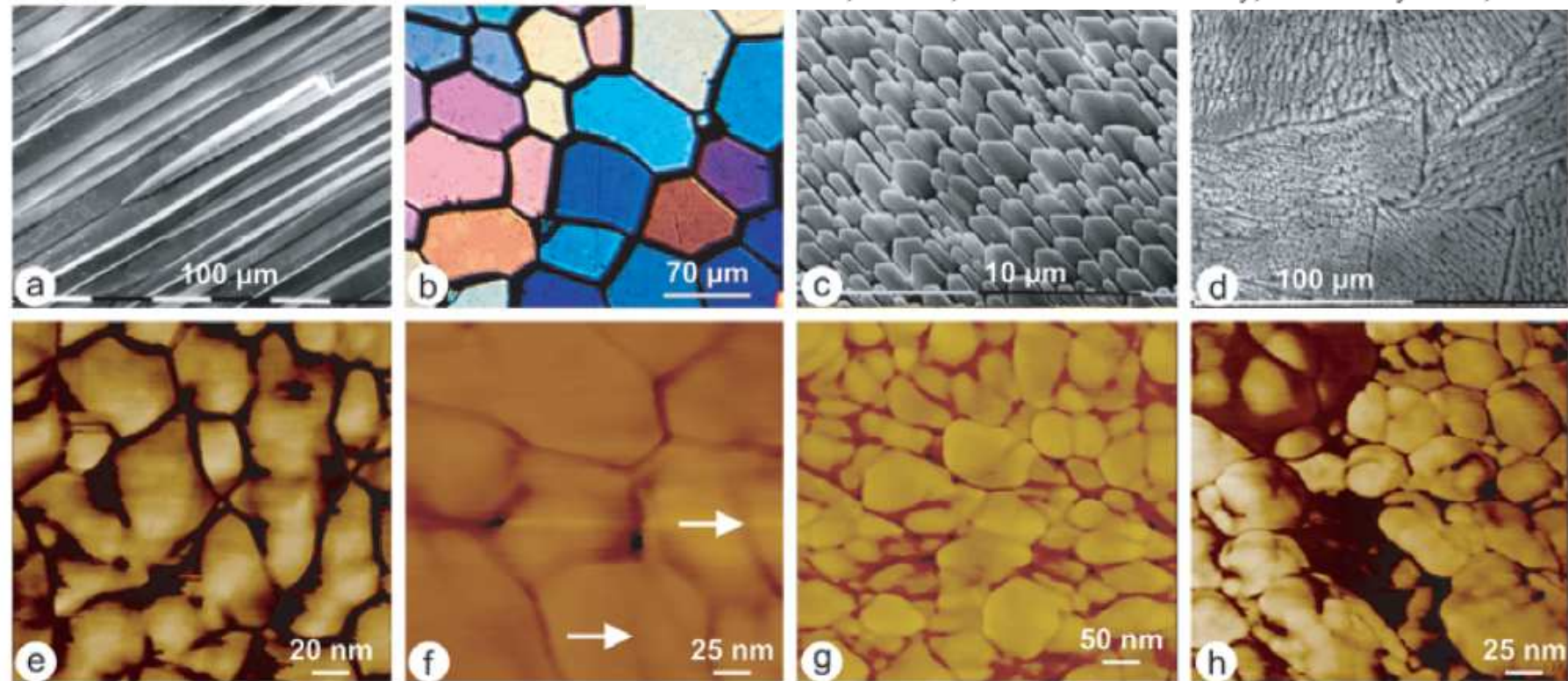
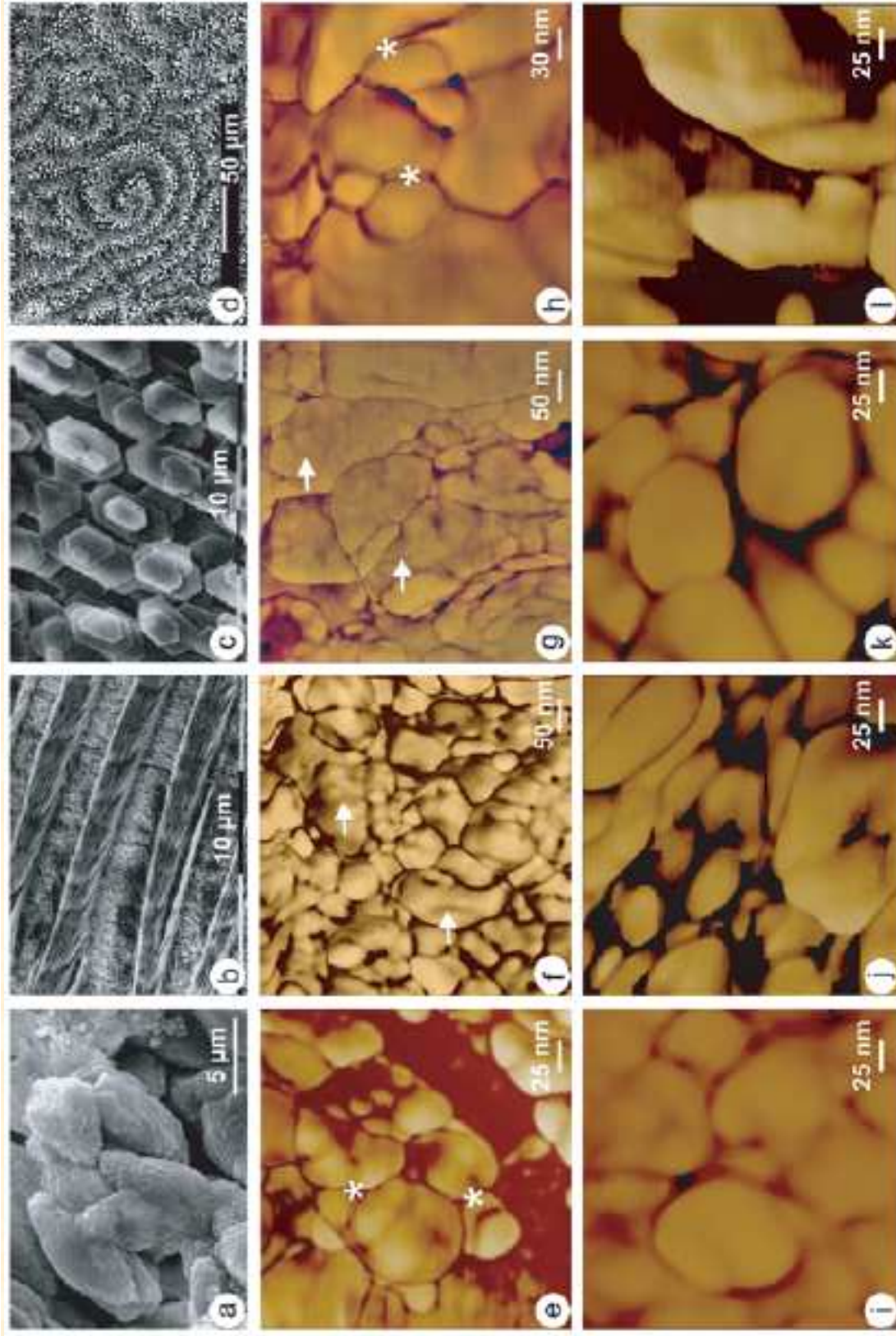


FIG. 1. Calcite structures. (a) Longitudinal fracture in the outer prismatic layer of *Pinna*. Unetched fracture, SEM image. (b) Polarized transverse thin section of the prisms of *Pinna*, showing they are monocrystals. (c) SEM image of the inner foliated layer of *Pecten*. (d) SEM image of the outer prismatic layer of *Haliotis rufescens*. Formic acid 5% for 7 s. (e) Round granules surrounded by a thin dark cortex in the prisms of *Pinna*. AFM phase image. Polished and etched surface, Milli-Q water for 48 h. (f) Granules and cortex in the outer layer of *Concholepas*. AFM phase image. Polished and etched with protease in HEPES buffer for 23 h, at 38°C. (g) Inner surface of the foliated layer of *Pecten*, showing the granules and cortices of the laths. AFM phase image. Na hypochlorite for 3 min. (h) Granules in the middle layer of *Haliotis*. AFM phase image. Polished, fixed and etched surface, glutaraldehyde 25% + acetic acid 2% for 20 s.



Pinctada. (e) Round granules surrounded by a cortex (*) in the prismatic layer of *Haliotis*. Polished, fixed and etched surface, glutaraldehyde 2.5% + acetic acid 2% for 20 s. (f) Round granules with a thin cortex in the crossed lamellar layer of *Cypraea*. Polished and etched section, 1% formic acid for 5 s. (g) Granules and cortex in the nacreous layer of *Nautilus*. Polished and etched with trypsin in HEPES buffer for 48 h, then chitinase in water for 24 h at 38°C. (h) Round granules with cortex (*) in the nacreous layer of *Pinctada*. Polished and etched with Milli-Q water for 20 h. (i)–(l): Unetched structures. (i) Round granules with a cortex at the inner surface of the aragonite nacreous layer of *Pinctada*. (j) Granules and cortex of the aragonite nacreous layer near the pallial edge of *Mytilus*. (k) Round granules and cortex in the calcite prismatic layer of *Pinctada*. (l) Granules and cortex in the calcite fibrous layer of