

# Détérioration des collections de coquilles

*causes, conséquences et traitement*

Roland De Prins

*Traduit par Elhabib Rour*



Volume 2 (2007)

# Abc Taxa

une Série de Manuels  
Dédiés aux Renforcements  
des Capacités en Taxonomie  
et en Gestion des Collections



Produit avec le soutien financier de la  
Direction générale de la Coopération  
au Développement, Belgique

## Editeurs

### **Yves Samyn – Zoologie (non africaine)**

Point Focal Belge pour l'Initiative Taxonomique Mondiale  
Institut royal des Sciences naturelles de Belgique  
Rue Vautier 29, B-1000 Bruxelles, Belgique  
Yves.samyn@sciencesnaturelles.be

### **Didier VandenSpiegel – Zoologie (africaine)**

Département de Zoologie africaine  
Musée royal de l'Afrique centrale  
Chaussée de Louvain 13, B-3080 Tervuren, Belgique  
dvdspiegel@africamuseum.be

### **Jérôme Degreef – Botanique**

Point Focal Belge pour la Stratégie Globale pour la Conservation des Plantes  
Jardin botanique national de Belgique  
Domaine de Bouchout, B-1860 Meise, Belgique  
Jerome.degreef@br.fgov.be

## Instructions aux auteurs

<http://www.biodiv.be/abctaxa>

ISSN 1784-1283 (hard copy)  
ISSN 1784-1291 (on-line pdf)  
D/2007/0339/3

# **Détérioration des collections de coquilles**

## causes, conséquences et traitements



par

**Roland De Prins**

Département des Invertébrés  
Section Malacologie  
Institut royal des Sciences naturelles de Belgique  
Rue Vautier 29, B-1000 Bruxelles, Belgique  
Email: roland.deprins@belgacom.net

traduit par

**Elhabib Rour**

Département de Biologie  
Faculté des Sciences  
Université Moulay Ismail  
BP 4010 Béni M'Hammed Meknès, Maroc  
Email: rour@fsmek.ac.ma ou elhabib.rour@caramail.com

## Préface

Bien que les problèmes de détérioration des collections de coquillages soient rarement reconnus, ils doivent néanmoins être sérieusement pris en compte car tous les collectionneurs et conservateurs y seront tôt ou tard confrontés.

Personnellement, j'ose déclarer qu'aucune collection conchyologique à travers le monde, n'est épargnée de l'un ou l'autre type de détérioration.

Ce travail est le fruit de mes propres investigations. La nécessité de préserver ma collection, souffrant de différentes formes de détériorations connues, mais aussi d'autres moins évidentes, fut pour moi le déclic.

Je ne prétends pas être exhaustif, bien des questions pourraient encore nourrir des pensées, des débats, et des études supplémentaires. Néanmoins, je pense que je suis en mesure de présenter un aperçu général des différents types de détérioration, et de proposer des traitements et des mesures de précaution. Je suis parfaitement convaincu que les collectionneurs trouveront, dans le présent travail, réponse à certaines de leurs questions précises.

Ceci m'a permis de réaliser que tout ce que la nature nous a offert est transitoire, puisqu'il est condamné à s'éteindre tôt ou tard. Notre intervention se limite à retarder ce processus, aussi longtemps que possible, pour permettre aux générations futures d'apprécier les formes, les couleurs et les beautés que la nature nous a généreusement procurées.

Roland De Prins

# Sommaire

<b>1.</b>	<b>Structure et composition chimique des coquilles .....</b>	<b>1</b>
1.1.	Le périostacum (matériel organique) .....	1
1.2.	L'ostracum (matériel inorganique).....	1
1.2.1.	Couche des prismes (calcite) .....	1
1.2.2.	Couche à nacre (aragonite).....	2
1.3.	L'opercule, une autre structure dure .....	2
<b>2.</b>	<b>Causes de détérioration .....</b>	<b>2</b>
2.1.	Milieu acide.....	2
2.1.1.	Bois et produits dérivés .....	3
2.1.2.	Réactions chimiques .....	4
2.1.3.	Les genres de bois et leur degré de nocivité .....	8
2.1.4.	Influence de la manipulation manuelle.....	9
2.2.	Influence de l'humidité en milieu acide .....	11
2.3.	Relation entre humidité atmosphérique et dioxyde de carbone.....	12
2.4.	Les détériorations occasionnées par les champignons .....	14
2.5.	Les détériorations occasionnées par les insectes.....	16
2.6.	Les détériorations occasionnées par la lumière.....	20
<b>3.</b>	<b>Comment reconnaître les détériorations au sein de sa propre collection? .....</b>	<b>23</b>
3.1.	Les détériorations causées par un environnement acide .....	23
3.2.	Les détériorations causées par les champignons .....	32
3.3.	Les détériorations causées par les insectes .....	35
<b>4.</b>	<b>Comment traiter les spécimens détériorés ? .....</b>	<b>36</b>
4.1.	Les détériorations causées par un environnement acide .....	36
4.2.	Les détériorations causées par les champignons .....	37
4.3.	Les détériorations causées par les insectes .....	37
<b>5.</b>	<b>Mesures de précaution .....</b>	<b>37</b>
<b>6.</b>	<b>Conditions optimales.....</b>	<b>43</b>
<b>7.</b>	<b>Informations complémentaires.....</b>	<b>46</b>
7.1.	Les huiles .....	47
7.1.1.	Les huiles minérales (non dissolubles dans l'eau).....	47
7.1.2.	Les huiles naturelles (miscibles dans l'eau).....	47
7.1.3.	La glycérine .....	48
7.1.4.	Les silicones .....	48
7.1.5.	Les huiles parfaitement adaptées pour les coquillages .....	48
7.2.	Coton et autres fibres textiles.....	49
7.2.1.	Les fibres naturelles .....	49
7.2.2.	Les fibres artificielles .....	49
7.2.3.	Comment reconnaître les différentes fibres ? .....	49
7.2.4.	Types de cotons .....	50

7.2.5.	Alternatives.....	51
7.3.	Le plastique.....	51
7.3.1.	Interprétation élémentaire.....	52
7.3.2.	Quelques types de plastique.....	52
7.3.3.	Les plastiques à éviter.....	53
7.3.4.	Les plastiques à utiliser.....	53
7.4.	Peintures et vernis.....	53
7.5.	Absorbants.....	54
7.6.	Identification des acides organiques volatiles et du formaldéhyde.....	54
7.6.1.	Test d'Oddy (Oddy, 1973).....	55
7.6.2.	Test avec les ions iodure-iodate (Feigl, 1954).....	55
7.6.3.	Test avec l'acide chromotropique (West & Sen, 1956).....	55
<b>8.</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>56</b>
<b>9.</b>	<b>Références.....</b>	<b>57</b>
<b>10.</b>	<b>Remerciements.....</b>	<b>59</b>
<b>11.</b>	<b>Au sujet de l'auteur et du traducteur.....</b>	<b>60</b>



## 1. Structure et composition chimique des coquilles

La coquille de la plupart des mollusques est constituée de: (i) un matériel organique d'environ 10%, appelé le périostracum et (ii) un matériel inorganique d'au moins 90% ( $\text{CaCO}_3$ , Si, Mg, Fe, Ba, et autres), appelé ostracum (Fig. 1).

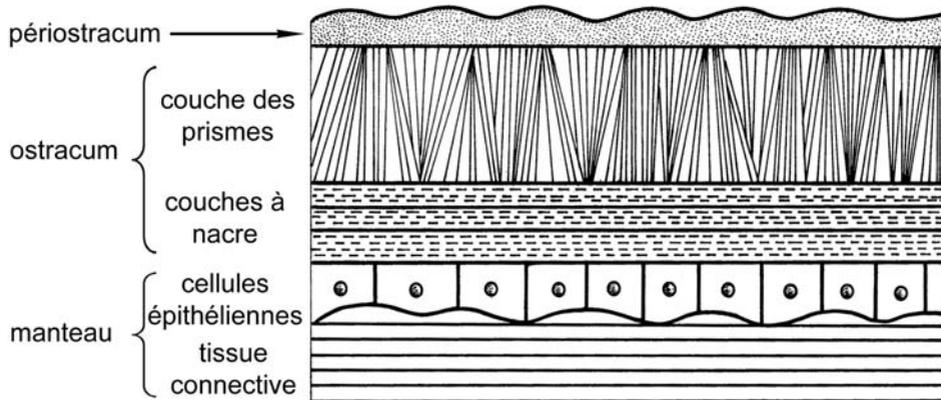


Fig. 1. Structure générale des coquilles.

### 1.1. Le périostracum (matériel organique)

Un mucus particulier est sécrété par des cellules spécialisées, situées près du bord du manteau. Ce mucus est une combinaison d'albumines, qui s'étalent le long de l'extérieur de la coquille et durcissent dans la **conchyoline**, substance azotée à consistance cornée, similaire à la chitine qui forme l'exosquelette des insectes et des crevettes, par exemple.

Le périostracum protège la coquille contre la corrosion et contre bien d'autres types de détérioration quand la coquille est dans l'eau. Chez certaines espèces, il fait toutefois défaut. C'est le cas notamment chez les Cypraeidae où les bords latéraux du manteau se rejoignent dorsalement pour recouvrir la coquille.

### 1.2. L'ostracum (matériel inorganique)

Principalement constitué de  $\text{CaCO}_3$ , l'ostracum contient une faible quantité de conchyoline. Les acides aminés qui y sont présents permettent d'observer la calcification à la surface de la matrice de conchyoline. C'est ainsi que les éléments calciques sécrétés par les cellules de l'épiderme se cristallisent.

L'ostracum est constitué de deux couches, la couche des prismes et la couche à nacre, chacune caractérisée par la nature de ses cristaux.

#### 1.2.1. Couche des prismes (calcite)

La couche des prismes est la couche externe de l'ostracum, située directement, quand il est présent, sous le périostracum. Elle est formée par des prismes de

calcite orientés orthogonalement à la surface de la coquille, la calcite étant la configuration la plus stable du  $\text{CaCO}_3$ .

Chez les bivalves, la couche des prismes constitue souvent la couche la plus épaisse.

### **1.2.2. Couche à nacre (aragonite)**

La couche à nacre, qui est la couche la plus interne, est formée de très minces feuillets d'aragonite, disposés parallèlement à la surface de la coquille et séparés les uns des autres par de fines couches de conchyoline. Les rayons lumineux réfléchis par ces feuillets provoquent l'irisation caractéristique de la nacre. Dans les conditions atmosphériques l'aragonite n'est pas stable et a tendance à se transformer en calcite, forme la plus stable de  $\text{CaCO}_3$ .

**Note:** Les coquilles des Cypraeidae, des Olividae, et de certaines autres familles de mollusques sont uniquement constituées d'aragonite. Le  $\text{CaCO}_3$  y est alors associé à une protéine fibreuse pour constituer des cristaux en aiguilles, prenant différentes orientations pour former des couches entrecroisées, offrant à la coquille une rigidité renforcée.

### **1.3. L'opercule, une autre structure dure**

L'opercule, constitué de conchyoline et/ou de calcaire, est souvent présente chez les gastéropodes prosobranches. Par exemple, chez les espèces des genres *Turbo* et *Natica*, l'opercule est particulièrement calcifié. L'opercule calcaire provient de sels de calcium qui se cristallisent sur une mince couche de périostacum qui sert de catalyseur.

## **2. Causes de détérioration**

### **2.1. Milieu acide**

George Byne, fut le premier à signaler qu'une enceinte acide est l'une des causes majeures de la détérioration des coquilles qu'elle contient. Suite à l'observation de spécimens recouverts de poudre blanche, il a émis des conclusions, qui, désormais, apparaissent dans leurs majorités incorrectes. George Byne pensait en effet que la détérioration était causée par des bactéries qui seraient passées d'une coquille à l'autre, à la manière d'une maladie infectieuse, d'où le terme de « maladie de Byne », terme encore utilisé de nos jours. Il a aussi constaté que seules les coquilles des espèces marines sont sujettes à ce type de détérioration, alors que celles des espèces terrestres ou dulçaquicoles y échappent. Les conclusions de Byne seront plus tard rejetées par des travaux plus minutieux (Nicholls, 1934; Tennant & Baird, 1985), qui montrent que la poudre blanche n'est autre que de l'acétate de calcium, du formate de calcium ou un mélange des deux. Ce type de détérioration peut surtout être observé quand les coquilles sont conservées dans des boîtes en chêne.



Le chêne, comme beaucoup d'autres essences de bois, produit en effet des vapeurs acides par désintégration naturelle de la cellulose. Ces acides réagissent avec le carbonate de calcium de la coquille pour former des sels, sous forme de poudre ou de cristaux, qui se déposent à sa surface (Fig. 2).

Réactions chimiques et formation de sels seront discutées plus en détail au point 2.1.2.

**Fig. 2.** *Conus geographus* Linnaeus, 1758. Coquille affectée par la « maladie de Byne » .

### 2.1.1. Bois et produits dérivés

Le *bois naturel* est le bois utilisé sans traitement préalable dans l'industrie des meubles et recouvert, dans la plupart des cas, d'une fine couche de vernis ou de cire (offrant peu ou pas de protection contre les acides). Les *produits dérivés du bois* sont les panneaux et les autres produits à base de bois ou de fibres de bois.

#### Bois naturel

Le bois naturel contient des quantités plus ou moins importantes de tannins, qui jouent un rôle primordial dans la protection contre les parasites. Les tannins possèdent la caractéristique de bronzer la peau des animaux en se combinant aux albumines, conférant ainsi aux collagènes une résistance à la solubilité dans l'eau. Ces composés contiennent divers groupements phénoliques, ce qui les rend toxiques et corrosifs.

Par ailleurs, le bois dégage lentement des vapeurs acides suite à la désintégration naturelle de la cellulose, un procédé qui peut s'étaler sur des siècles! Une étude a montré qu'un noyau de chêne dans une statue de plomb datant du huitième siècle av. J.-C., continuait à produire des quantités assez importantes de vapeurs acides même après presque 3.000 ans! L'idée que le bois s'arrête de libérer des vapeurs acides quand il est relativement vieux, est donc fausse.

Toutes les essences ne sont cependant pas sur un pied d'égalité quant à leur nuisance: certains bois ne dégagent que de faibles quantités de vapeurs acides

et sont donc moins nuisibles. Ce sont les bois qui dégagent le plus de tannins qui semblent être les plus suspects.

Une liste des différentes essences avec leur degré de nocivité est présentée au paragraphe 2.1.3

### Produits dérivés

Les panneaux sont constitués de déchets ou de fibres de bois, agglomérés avec de la résine. Celle-ci contient souvent du formaldéhyde, et constitue de ce fait un véritable danger pour les collections de coquilles. Le formaldéhyde, dégagé sous forme de vapeurs, s'oxyde en effet en acide formique.

Les quantités dégagées de formaldéhyde en fonction du type de panneau sont représentées dans le tableau suivant (Tab. 1):

type de panneau	type de résine, si présent	quantité dégagée de formaldéhyde
multiplex	PF/UF	++
OSB	PF	++
aggloméré	MF/UF	++++
MDF	MF/UF	++++
dur	Lignine	+
latté	UF	+++

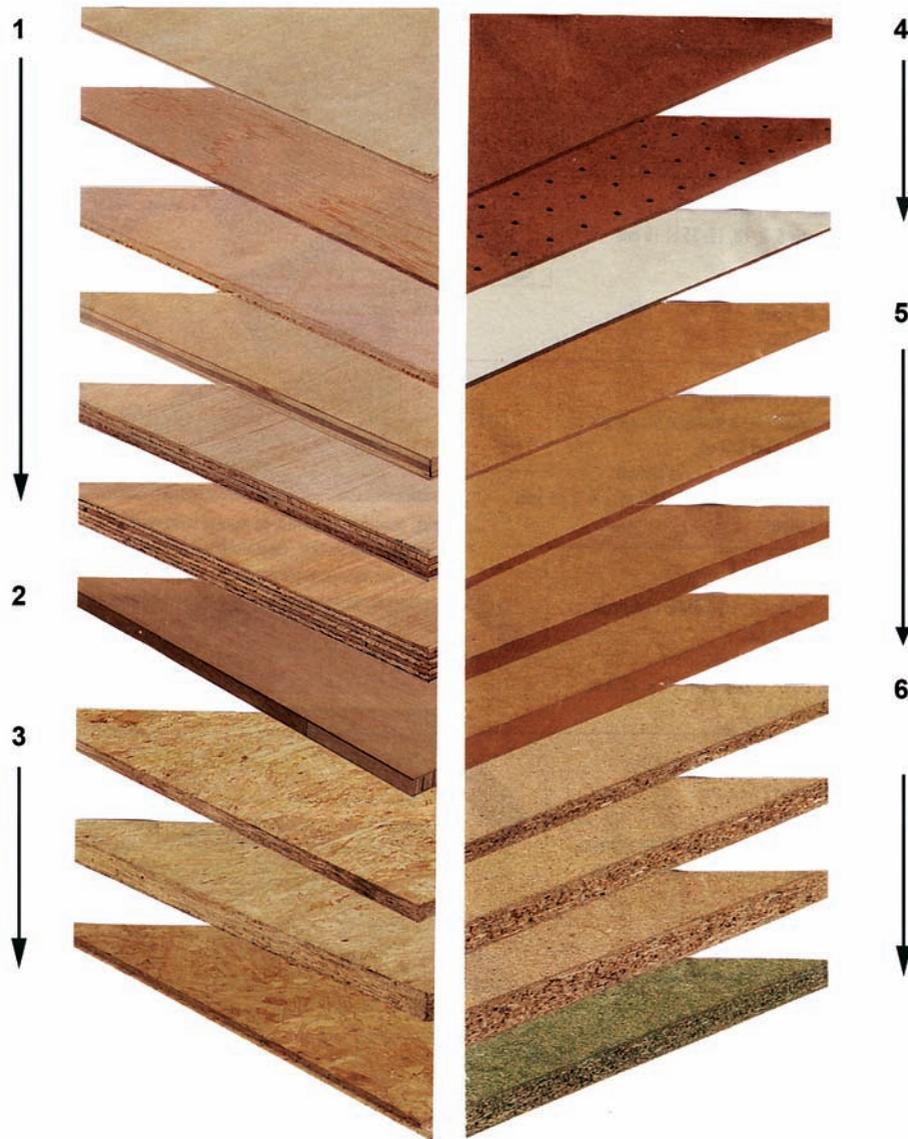
**Tab. 1.** Différents types de panneaux et leurs propriétés. PF = phénol formaldéhyde; MF = mélamine formaldéhyde; UF = uréum formaldéhyde; + = dégagement nihil à très faible; ++ = dégagement faible; +++ = dégagement moyen; ++++ = dégagement important.

Les différents types de panneaux sont représentés dans la figure 3.

### 2.1.2. Réactions chimiques

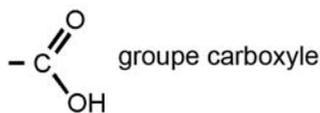
#### Vapeurs acides libérées par le bois

Les deux principaux acides à l'origine de l'altération des coquilles sont l'acide formique et l'acide acétique. Ces deux acides font partie des acides carboxyliques, porteurs d'un groupe carboxyle. En réaction avec une base, le résidu acide qui se forme est un sel qui se dépose à la surface de la coquille sous forme de poudre ou de cristaux (Fig. 4).



**Fig. 3.** Différents types de panneaux. 1 = multiplex; 2 = contreplaqué; 3 = OSB; 4 = panneaux durs; 5 = MDF; 6 = aggloméré.

vapeurs acides  $\longrightarrow$  acide carboxylique



formule	nom systématique	nom trivial	résidu acide
HCOOH	acide méthanoïque	acide formique <sup>1</sup>	formate
CH <sub>3</sub> COOH	acide éthanoïque	acide acétique <sup>2</sup>	acétate

<sup>1</sup> extrait des fourmis

<sup>2</sup> le vinaigre utilisé dans notre cuisine

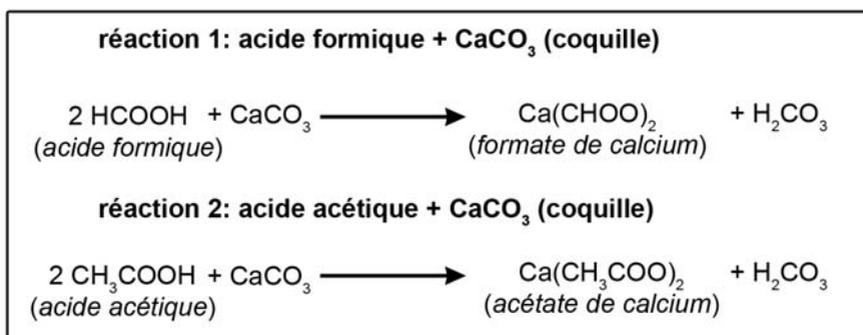


Fig. 4. Réactions chimiques et détérioration des coquilles.

### Formaldéhyde des panneaux

Comme on l'a vu, les panneaux sont construits à base de résidus du bois, de différentes origines, unis par une substance à base de formaldéhyde. Les panneaux de particules et les panneaux MDF sont les plus nuisibles pour les collections des coquilles, j'ai pu en faire la désagréable expérience.

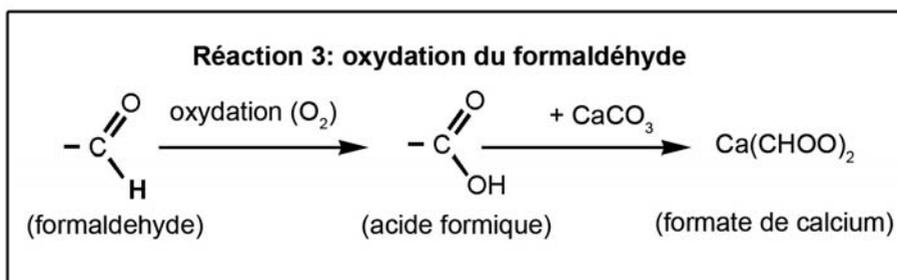
Il y a quelques années, j'ai entamé un remaniement des conservatoires de ma collection de coquillages, qui après vingt ans de récoltes, étaient devenus trop petits, et peu pratique. Afin d'adopter un système uniforme de rangement, j'ai jugé bon de suivre les recommandations qui préconisent le rangement des collections dans des tiroirs. Toutefois, devant le coût élevé des modèles vendus dans les commerces spécialisés, j'ai décidé de procéder personnellement à leur construction.

Je savais déjà que le chêne est nuisible pour les collections, mais mes connaissances quant aux autres types de bois étaient restreintes, voire nulles. La plupart des collections que j'ai consultées pendant ces dernières années

utilisent des systèmes de rangement à base de multiplex, de panneaux de particules, de panneaux lattés, etc. Ces produits sont en effet d'un prix abordable et faciles à travailler. De tous ces genres de panneaux, le MDF était le type préféré car de structure et de couleur assez uniforme. J'ai donc également choisi d'utiliser ce type de matériel. C'était malheureusement un mauvais choix qui par la suite s'est avéré lourd de conséquences. Moins de six mois plus tard, de nombreuses pièces de ma collection commencèrent à se détériorer. Dans chaque tiroir, on pouvait voir plusieurs coquillages recouverts d'une sorte de poudre. Les coquilles des espèces du genre *Cypraea* étaient devenues ternes, suite à la destruction de la partie brillante de la coquille. Les petites coquilles fragiles étaient complètement détruites.

Je découvrais de nouveaux cas de détérioration chaque jour! Des mesures de précaution s'imposaient d'urgence. J'ai tout d'abord décidé d'identifier la source de ces détériorations qui semblait provenir des panneaux MDF. En effet, en les manipulant, une très grande quantité de formaldéhyde s'est dégagée dans l'air, et comme la pièce où je gardais mes collections était assez étanche, le formaldéhyde s'y concentrait démesurément. Je savais, d'après mes études en chimie, que le formaldéhyde peut s'oxyder dans l'air en acide formique. Je fus donc capable d'identifier la raison de la détérioration rapide de ma collection.

Les vapeurs de formaldéhyde dégagées par les panneaux MDF sont quotidiennement relâchées partout dans notre entourage. Partant du fait que ces panneaux sont largement utilisés dans l'industrie des meubles (portes, placards, plafonds, planchers, cuisines, etc.), je suppose que les risques sur notre santé ne sont pas négligeables. Un petit sondage a confirmé que les fournisseurs du bois et produits dérivés, sont conscients du fait que des vapeurs de formaldéhyde sont incontestablement libérées par les colles, mais toutes dans les normes ISO. Le schéma suivant montre comment les détériorations peuvent apparaître (Fig. 5).



**Fig. 5.** Réaction chimique et détérioration des coquilles.

Les préparations fluides non convenablement fermées, de même que les collections d'animaux, crabes, étoiles de mer etc. qui sont saturées en formaldéhyde, peuvent constituer une autre source de libération de vapeurs de ce produit. A noter aussi que certains collectionneurs de coquilles utilisent du coton imbibé par le formaldéhyde, pour dégager les restes des parties molles. En agissant ainsi, la partie interne de la coquille peut se détériorer, sans qu'on puisse tout de suite s'en rendre compte.

### 2.1.3. Les genres de bois et leur degré de nocivité

Le bois naturel utilisé dans l'industrie des meubles est divisé en deux types: le bois dur et le bois tendre. La partie centrale d'un tronc d'arbre (Fig. 6), la plus forte, est constituée de bois dur, contenant des volumes importants de tannins et autres substances chimiques. Le bois tendre, qui entoure le bois dur, est protégé à l'extérieur par l'écorce et présente beaucoup moins de structure dense et de substances chimiques. C'est dans le bois tendre que l'eau et la nourriture sont véhiculés vers le reste de l'arbre. Cette partie est pauvre en substances chimiques et est de qualité inférieure.

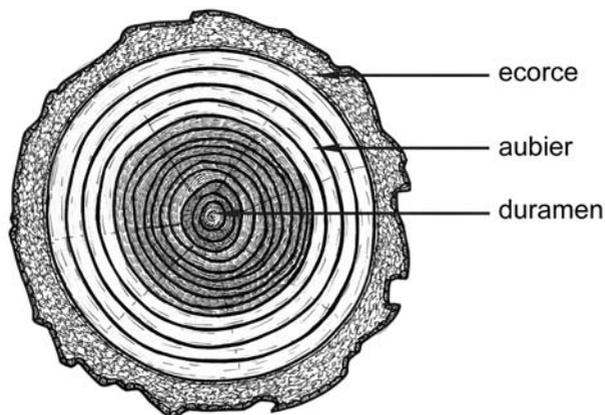


Fig. 6. Coupe transversale d'un tronc d'arbre. (Dessin par N. Van Noppen)

En se basant sur la résistance naturelle du bois contre les champignons, on peut diviser le bois en cinq catégories de durabilité (Tab. 2). Celle-ci est fonction de la quantité de résistants naturels dans le bois. Le bois tendre, qui contient des quantités minimales de ces substances, appartient invariablement à la catégorie V.

Puisque le bois durable contient beaucoup plus de substances chimiques, il les relâchera même après avoir été traité, causant ainsi un plus haut risque de détérioration. On peut conclure que le bois de la catégorie I est généralement plus nocif que celui de la catégorie V; cependant des exceptions à cette règle sont fort probables.

catégorie	durabilité	risque
I	Parfaitement durable	Très grand à grand
II	Durable	Grand
III	Moyennement durable	Grand à modérée
IV	Légèrement durable	Modérée
V	Nullement durable	Modérée à faible

Tab. 2. Durabilité naturelle du bois et le danger pour la détérioration d'une collection de coquilles.

La durabilité est donc un élément décisif quand il s'agit du choix du bois pour la construction de conservatoires de collection de coquilles.

Le tableau 3 énumère 34 essences de bois qui sont universellement utilisées, leur nom scientifique, leur origine et leur durabilité. Nous pouvons dès lors distinguer les différents types de bois en fonction de la quantité d'acides qu'ils risquent de libérer. Gardons toutefois en tête que ne sont repris dans ce tableau que des bois non traités, n'ayant subi aucun processus d'imprégnation de lissage ou de peinture.

#### **2.1.4. Influence de la manipulation manuelle**

Les coquilles des espèces du genre *Cypraea*, les porcelaines, pourraient-elles perdre leur éclat, suite à d'excessives manipulations manuelles? C'est la question qui me fut un jour posée et à laquelle aucune étude n'a à ce jour été consacrée. En voici donc une interprétation théorique.

En plus de son rôle de protection de l'organisme contre les bactéries, les virus et les radiations, la peau humaine s'octroie d'autres fonctions telles que la thermorégulation, le stockage des graisses et la production de vitamine D. Un centimètre carré de peau compte dix poils, cent glandes sudoripares, quinze glandes sébacées, un mètre de capillaires, 3,5 mètres de nerfs et une centaine de minuscules organes sensoriels. Chaque être humain possède deux millions de glandes sudoripares, soit une longueur totale de dix kilomètres, et produit quotidiennement entre un demi et six litres de sueur. Le nombre le plus élevé de glandes sudoripares se trouve au niveau des paumes des mains, des plantes des pieds et des aisselles. L'évaporation de cette sueur est absolument nécessaire pour que notre corps puisse se rafraîchir. 75 % de la chaleur humaine (produite par le métabolisme des glucides) est éliminée par les radiations et 25 % à travers la sueur.

La sueur contient non seulement de l'eau et des sels, mais aussi quelques acides comme l'acide urique, l'acide valérique, l'acide caproïque et l'acide butyrique (Tab. 4). La sécrétion d'acide lactique est aussi possible. Les glandes sudoripares sont capables d'absorber l'adrénaline, une hormone qui stimule le métabolisme cellulaire. Ceci nécessite plus d'énergie et donc plus de glucose. Cependant, à défaut d'oxygène, la production d'énergie n'est plus possible ce qui entraîne l'accumulation de l'acide lactique, considéré comme déchet. Les acides contenus dans la sueur, et parmi eux l'acide lactique, protègent notre peau contre les moisissures et les produits nocifs ambiants.

Ces acides forment avec les acides acétique et formique le groupe des acides carboxyliques. Ils réagissent avec les ions  $\text{Ca}^{2+}$  pour donner naissance à un sel. Le butyrate de calcium par exemple est ainsi issu de la réaction de l'acide butyrique avec le  $\text{CaCO}_3$ .

<b>essence</b>	<b>Nom scientifique</b>	<b>origine</b>	<b>cat.</b>
afromosia	<i>Pericopsis elata</i>	Ouest de l'Afrique centrale	I
afzélia	<i>Azelia bipindensis</i>	Cameroun, Gabon	I
azobé	<i>Lophira alata</i>	Ouest de l'Afrique centrale	I
bangkirai	<i>Shorea</i> sp.	Sud-est de l'Asie	II
hêtre	<i>Fagus sylvatica</i>	Europe occidentale	V
thuya	<i>Thuja plicata</i>	Ouest du Canada, Etats-Unis	II
chêne d'Europe	<i>Quercus robur</i> , <i>Q. petraea</i>	Europe	II
chêne d'Amérique	<i>Quercus rubra</i>	Est des Etats-Unis, Sud-est du Canada	IV
érable	<i>Acer</i> sp.	Canada, Europe, Etats-Unis	V
frêne	<i>Fraxinus excelsior</i>	Centre de l'Europe du Sud	V
eucalyptus	<i>Eucalyptus delegatensis</i>	Tasmanie, Australie	III
pin sylvestre	<i>Pinus sylvestris</i>	Europe, Asie du Nord	III
hemlock	<i>Tsuga heterophylla</i>	Ouest du Canada, Etats-Unis	IV
iroko	<i>Chlorophora regia</i>	Afrique tropicale	I
châtaignier	<i>Castanea sativa</i>	Europe, Afrique du Nord	II
mérisier	<i>Prunus avium</i>	Europe	III
keruing/yang	<i>Dipterocarpus</i> sp.	Indonésie, Malaisie, Thaïlande	III
mélèze	<i>Larix decidua</i>	Europe	III
acajou d'Afrique	<i>Khaya</i> sp.	Afrique tropicale	III
acajou d'Amérique	<i>Swietenia macrophylla</i>	Amérique centrale, Amérique du Sud	II
meranti	<i>Shorea</i> sp.	Sud-est de l'Asie	II
merbau	<i>Intsia</i> sp.	Sud-est de l'Asie	I
noyer d'Europe	<i>Juglans</i> sp.	Europe	III
pin d'Orégon	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Ouest du Canada, Etats-Unis	III
pin maritime	<i>Pinus pinaster</i>	Europe du Sud et Afrique du Nord	IV
peuplier	<i>Populus</i> sp.	Europe, Asie, Amérique du Nord	V
ramin	<i>Gonystylus</i> sp.	Sud-est de l'Asie	V
robinier	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Europe (Hongrie)	I
sapelli	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	Afrique centrale, Afrique de l'Ouest	III
sipo/utile	<i>Entandrophragma utile</i>	Afrique centrale, Afrique de l'Ouest	II
pin (jaune) du Sud	<i>Pinus taeda</i> , <i>P. echinata</i>	Sud-est des Etats-Unis	III
tek	<i>Tectona grandis</i>	Thaïlande, Indonésie	I
épicéa	<i>Picea abies</i> , <i>P. excelsa</i>	Europe du Nord, Asie du Nord	IV
wengé	<i>Millettia laurentii</i>	Afrique Centrale, Afrique de l'Ouest	II

**Tab. 3.** Les différents types de bois, leurs origines et leurs catégories.

Il est possible que les acides présents dans la sueur déclenchent au contact des coquilles des réactions chimiques aboutissant à la formation de sels. La quantité de sécrétion de la sueur varie d'une personne à l'autre et en fonction des conditions de température, de stress, etc.

Il est dès lors conseillé, pour protéger les coquilles, de porter des gants blancs duvetés, à l'image de ceux utilisés dans la manipulation des objets d'art.

Nom systématique	Nom trivial	Formule	Reste acide
acide butanoïque	acide butyrique	$C_4H_8O_2$	butyrate
acide pentanoïque	acide valérique	$C_5H_{10}O_2$	valérate
acide hexanoïque	acide caproïque	$C_6H_{12}O_2$	capronate
acide hydroxypropionique	acide lactique	$C_3H_6O_3$	lactate

**Tab. 4.** Présentation des principaux acides présents dans la sueur humaine.

## 2.2. Influence de l'humidité en milieu acide

Un taux d'humidité élevé a souvent un effet négatif sur les personnes et les objets. Il ne constitue cependant nullement la cause directe de la détérioration des collections de coquilles, bien qu'il joue un rôle primordial dans son accélération et son amplification. Quand un milieu acide est saturé en vapeurs d'eau, celles-ci font office de solvant et de moyen de transport pour les acides solubles dans l'eau. En se refroidissant (pendant la nuit par exemple), les vapeurs acides se condensent et se déposent sur les coquilles, en formant des sels par réaction avec le  $CaCO_3$ .

Ces sels sont hygroscopiques et vont donc absorber et conserver l'humidité et attirer les vapeurs acides environnantes. Si les coquilles ne sont pas débarrassées des sels qui se sont déposés à leur surface, on va donc assister à une hyper absorption des vapeurs d'eau acides. Négligeable dans un premier temps, ce processus peut devenir sérieux sur le long terme (Fig. 7).

En conclusion, plus le milieu est humide (et chaud), plus les réactions des acides menant au dépôt de sels seront rapides.

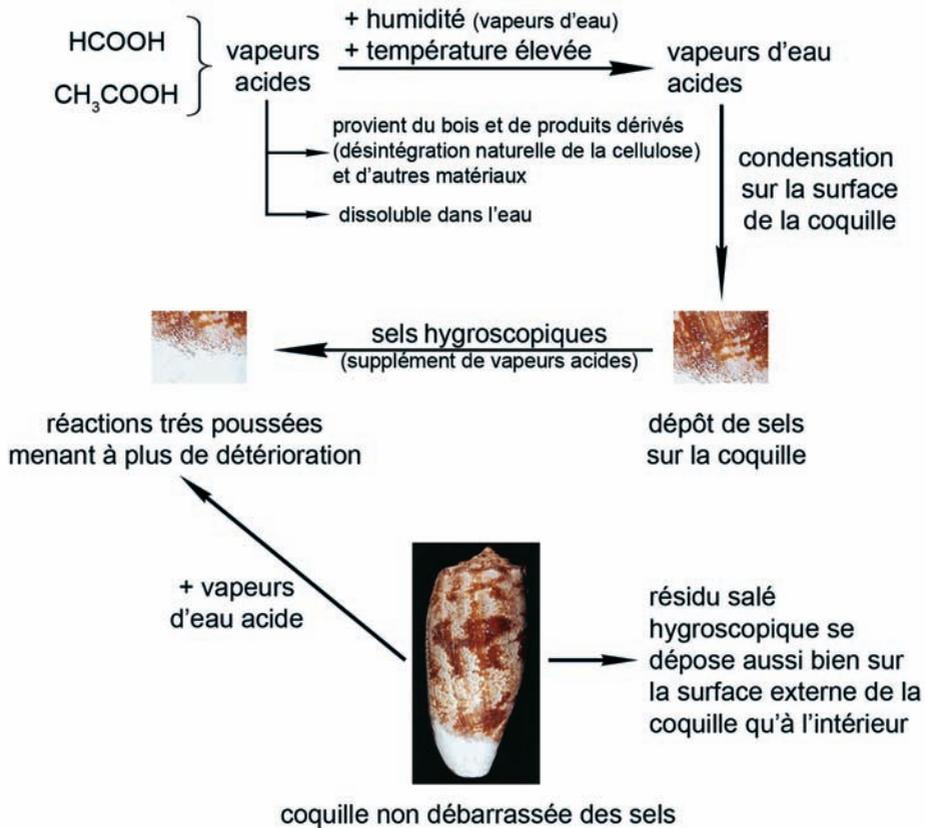


Fig. 7. Influence de l'humidité et de la température dans un milieu acide.

### 2.3. Relation entre humidité atmosphérique et dioxyde de carbone

Le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) est un gaz indispensable à la vie et compte pour 0,3% de l'air ambiant. Il est trente fois plus soluble dans l'eau que l'oxygène. Une fois dissous dans l'eau, il forme alors un acide faible, l'acide carbonique. Celui-ci est contenu dans les boissons pétillantes dont les bulles sont constituées de dioxyde de carbone.

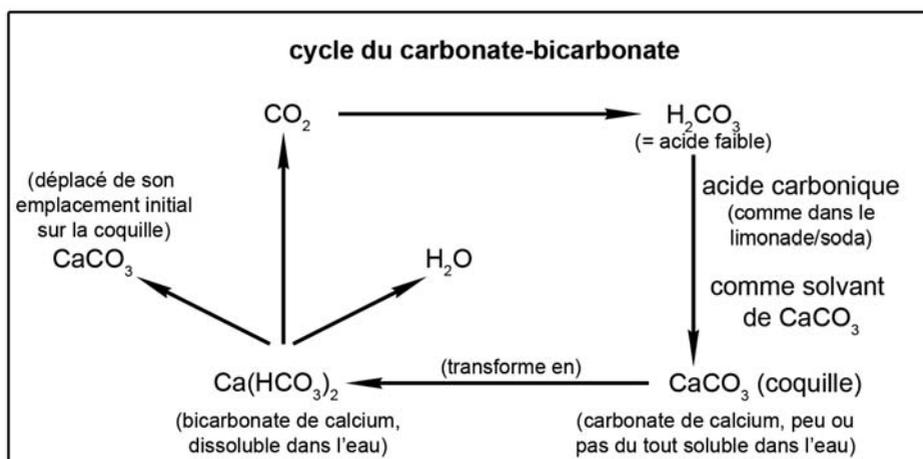
L'eau de pluie contient aussi de faibles quantités d'acide carbonique. Elles peuvent toutefois devenir très importantes dans les régions fortement industrialisées ou polluées. On parle alors de « pluies acides ».

Les cimenteries enfin dégagent des quantités énormes de  $\text{CO}_2$  au moment du processus du chauffage des roches calcaires en vue de leur transformation en chaux. Il est donc peu recommandé au collectionneur de coquillages d'habiter près d'une telle usine.

Mais pourquoi des fortes concentrations de  $\text{CO}_2$ , peuvent-elles engendrer d'importantes séquelles sur une collection de coquillages?

Pour rendre l'image beaucoup plus nette aux yeux du lecteur, je me permets de faire un rapprochement avec les stalactites et stalagmites des grottes. Le processus qui se déroule dans ces grottes, au cours des milliers d'années, peut être comparé à ce qui peut arriver aux coquilles quand elles sont exposées à de fortes concentrations de  $\text{CO}_2$  pendant de longues périodes.

Les grottes avec des stalactites et stalagmites ne peuvent se rencontrer que dans les régions où les terrains sont riches en calcaire. Les pluies acides en s'infiltrant dans le sol dissolvent une partie des carbonates de calcium. Quand elles arrivent au niveau d'une grotte, qui est un milieu sec, les gouttes d'eau, en tombant du plafond, libère l'  $\text{H}_2\text{O}$  et le  $\text{CO}_2$ , alors que le  $\text{CaCO}_3$  est précipité. Après des milliers d'années, le plafond des grottes se trouve orné de stalactites et le plancher de stalagmites. Ce processus est aussi appelé cycle du carbonate - bicarbonate (Fig. 8).



**Fig. 8.** Relation entre humidité atmosphérique et  $\text{CO}_2$ , représentée dans le cycle du carbonate-bicarbonate.

Lorsqu'une collection de coquille est déposée dans un local où l'air contient déjà d'énormes quantités de  $\text{CO}_2$ , auxquelles viendra s'ajouter le  $\text{CO}_2$  provenant de la fumée des cigarettes, des bougies, de la combustion du bois, des fours, etc. et où l'humidité atmosphérique intervient aussi, ce processus se reproduira incessamment dans ce local.

Le schéma ci-dessus (Fig. 8) montre comment le  $\text{CO}_2$ , formé en phase de réchauffement le long de la journée, est absorbé par la vapeur d'eau, qui se condense pendant la nuit et se dépose sur les coquilles sous forme d'acide carbonique, servant de solvant pour le  $\text{CaCO}_3$ .

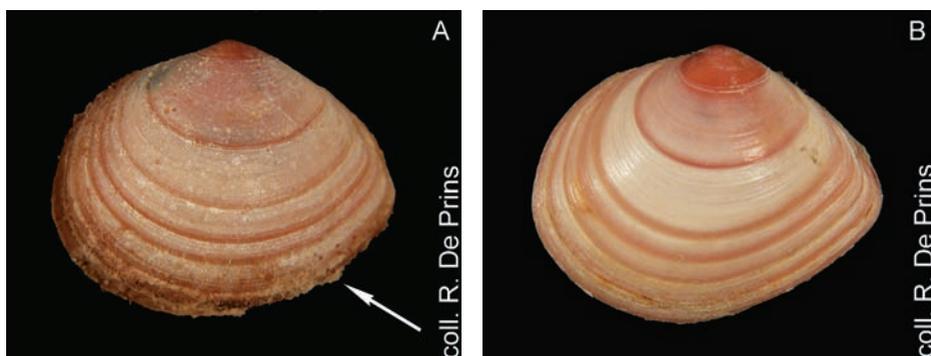
Le  $\text{CaCO}_3$  étant peu ou pas du tout soluble dans l'eau, une transformation en bicarbonate de calcium  $\text{Ca(HCO}_3)_2$ , prend immédiatement place. Lorsque l'air se réchauffe à nouveau, l'eau condensée s'évapore et le  $\text{CO}_2$  et l' $\text{H}_2\text{O}$  sont ainsi dissociés pour s'incorporer à nouveau dans le cycle, alors que le  $\text{CaCO}_3$ , déplacé de son emplacement initial, dans de très faibles quantités, demeure sur la coquille.

Ce processus est relativement lent et les quantités de carbonate de calcium déposées sur la coquille restent faibles, mais le problème devient sérieux quand ce processus se reproduit constamment dans le temps, jour après jour et année après année. Il s'agit du même processus qui aboutit à la création des stalactites et stalagmites dans les grottes des régions où les terrains sont riches en calcaire.

La concentration en dioxyde de carbone et l'humidité atmosphérique, modérée en Europe en comparaison avec les régions tropicales et subtropicales où les fortes valeurs de l'humidité atmosphérique sont typiques et où les variations thermiques entre le jour et la nuit sont considérables, joue donc un rôle considérable dans la dégradation des coquillages.

#### 2.4. Les détériorations occasionnées par les champignons

Les détériorations engendrées par les champignons apparaissent principalement dans les parties organiques de la coquille (péριοstracum, byssus et opercule). Les restes des parties molles de l'animal, les coquillages qui contiennent des animaux déshydratés et les spécimens immergés dans de l'alcool (comme les chitons) sont les plus sensibles aux dommages provoqués par les champignons.



**Fig. 9.** *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758). A. Valve avec formation de champignons (flèche); B. Valve non détériorée.

Ceux-ci peuvent toutefois aussi s'attaquer au matériel inorganique, à en juger par les dégâts relevés sur mes propres coquillages, ce qui me permet personnellement d'attester de cette nouvelle donnée malacologique.

Le développement des champignons nécessite des conditions favorables, en particulier l'humidité et la chaleur, favorisant une croissance optimale de ces organismes. Le local où mes collections sont déposées, n'est pas convenablement aéré, ce qui favorise un développement considérable de moisissures, bien qu'elles ne soient pas perceptibles à première vue. La température ambiante est normale ou même élevée. Des champignons se sont alors introduits dans ma collection, probablement à partir des coquillages que je me suis procurés quelques mois plus tôt auprès d'un malacologiste retraité. Pendant 40 ans, ce collectionneur n'avait presque pas eu de problèmes de contamination par des champignons, notamment par ce que l'environnement où

il gardait ses collections était parfaitement sec. Pourtant, même si les champignons sont restés inactifs, et ne se sont pas déclarés durant toutes ces années, bien de traces sont encore repérables sur les coquilles. Dès que l'environnement leur devient favorable, on assiste à une véritable « explosion ».

Le périostracum et l'opercule sont les sites les plus favorables à l'apparition des dégâts provoqués par les champignons. L'air ambiant et les manipulations manuelles, permettent une propagation rapide des traces, et une augmentation des détériorations.

L'identification des champignons étant très difficile et très onéreuse, nous n'avons pu obtenir que certaines caractéristiques ne permettant que l'identification des familles et des genres. Les plus importants que nous ayons pu identifier sont: *Aspergillus*, *Trichophyton* et *Penicillium*.

Les espèces du genre *Trichophyton* semble s'attaquer au corps humain, spécialement au niveau des surfaces cornées comme les cheveux et les ongles (Fig. 10). Leur action sur le périostracum et l'opercule est comparable.



**Fig. 10.** Attaque sur des ongles humains par une espèce de *Trichophyton*.

Les attaques sont cependant aussi observables à la surface des coquilles. Très similaires à la poudre et aux cristaux relevés suite à l'émission des vapeurs acides par le bois, des observations microscopiques permettent de les différencier et de faire apparaître des filaments de moisissure et des cristaux particuliers en forme d'aiguilles, disposées pour la plupart perpendiculairement à la surface de la coquille. Elles peuvent atteindre jusqu'à 7 mm de longueur et sont alors visibles à l'œil nu (Fig. 11).

Lors des réactions métaboliques, certains champignons sont capables de fournir un acide (l'acide oxalique) qui peut se transformer en fins cristaux pointus d'oxalate de calcium. Le calcium des coquilles peut dans certains cas réagir avec l'acide oxalique libéré par les champignons, pour former de l'oxalate de calcium; le calcium est alors retiré des coquillages.

Le métabolisme des espèces des genres *Aspergillus* et *Penicillium* libère également de l'acide oxalate. Néanmoins, des études plus poussées, et des identifications à base de techniques mycologiques s'avèrent indispensables pour en savoir plus. Malheureusement, la facture de telles recherches est trop élevée pour des intentions personnelles.



**Fig. 11.** Formation d'aiguilles de calcium oxalate sur une valve de *Donax trunculus* Linnaeus, 1758 résultant de la présence d'une espèce d'*Aspergillus*.

## 2.5. Les détériorations occasionnées par les insectes

Les dégâts causés par les insectes sont souvent limités au matériel organique de la coquille: périostracum et opercule. Les insectes peuvent aussi causer de sérieux dommages aux étiquettes, cartons, bois, livres, etc. La valeur scientifique d'une collection peut être perdue à jamais, si les données répertoriées sur les étiquettes sont détruites par des insectes. Les insectes responsables des détériorations des collections de coquilles sont principalement les lépismes argentés, les anthrènes et les poux des livres. Certains acariens peuvent également être des destructeurs néfastes.

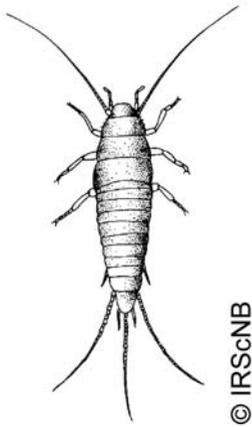
Si les insectes peuvent avoir une action bénéfique en dégradant les restes de parties molles de l'animal, qui n'ont pas été dégagées dans la coquille, cette activité ne peut, en aucun cas éclipser les dommages qu'ils peuvent engendrer.

Les insectes se rencontrent dans toutes les collections. Ils ne sont dangereux que lorsque leur effectif devient élevé, ce qui les rend capables de provoquer de sérieux dégâts. On n'a pas à s'inquiéter de la présence dans sa collection d'un seul individu (qu'il s'agisse d'un adulte ou d'une larve). Leur prolifération est fréquemment liée aux conditions du milieu: humidité et température élevée ainsi que la présence de détritux alimentaires. Les collections préexistantes et le matériel nouvellement acquis peuvent souvent amener un animal non sollicité. À défaut de savoir dans quelles conditions ces collections étaient auparavant maintenues, il est prudent de les garder en quarantaine et de les soumettre à une inspection rigoureuse.

### Agresseurs les plus fréquents

#### Les lépismes argentés (thysanoures)

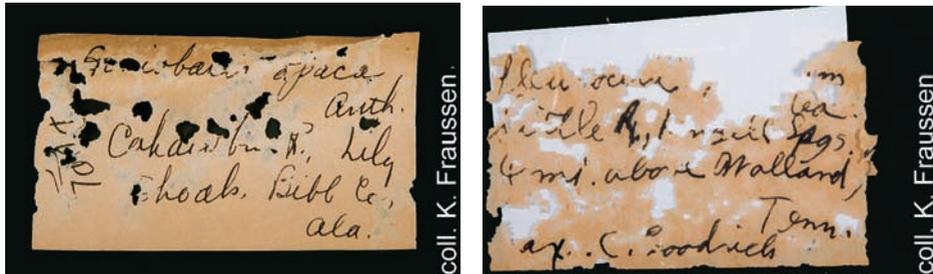
Les lépismes argentés sont des petits insectes nocturnes, de forme aplatie et de coloration argentée (Fig. 12). Ils fréquentent particulièrement les endroits humides tels que les salles de bain et cuisines. On peut souvent les voir s'enfuir quand on allume subitement la lumière. Pendant la nuit, ils recherchent les détritux alimentaires et les produits contenant de l'amidon, base de leur régime alimentaire.



© IRScNB

**Fig. 12.** *Lepisma saccharina* Linnaeus, 1758.  
(Dessin par M. Leclercq)

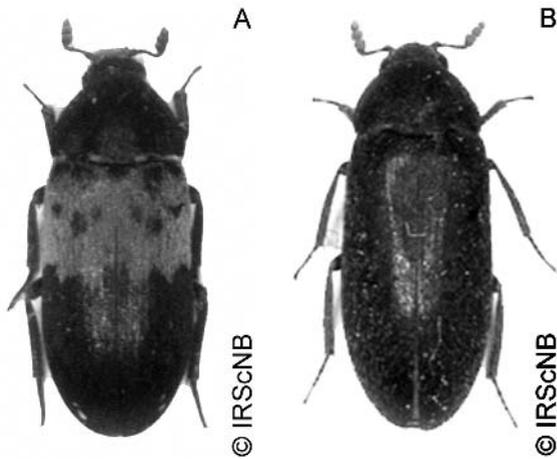
La plupart de leurs dégâts vient du fait qu'ils peuvent ronger les étiquettes des collections et les livres et en digérer la cellulose (Fig. 13). Les collectionneurs de timbres ont de quoi s'inquiéter en présence de ces insectes, car la colle des timbres semble les attirer fortement.



**Fig. 13.** Les dégâts des lépismes argentés sont bien visibles sur ces étiquettes provenant d'une vieille collection.

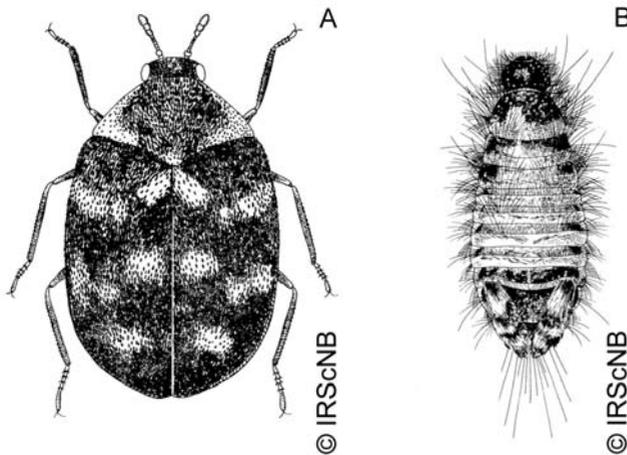
### Les dermestes et les anthrènes (coléoptères)

Les dermestes et les anthrènes sont des petits coléoptères (famille Dermestidae) qui se nourrissent exclusivement de restes desséchés de cadavres d'animaux et de végétaux. Certains sont capables de digérer les couches cornées, entre autres, la chitine et la conchyoline. Dans les collections on peut rencontrer certains coléoptères détritiphages comme *Dermestes lardarius* Linnaeus, 1758 et *D. peruvianus* Castelnau, 1840 (Fig. 14)



**Fig. 14.** Deux ravageurs communs dans nos collections:  
 A. *Dermestes lardarius* Linnaeus, 1758; B. *D. peruvianus* Castelnau, 1840.

Les anthrènes les plus communs dans notre région sont l'anthrène des tapis, *Anthrenus scrophulariae* (Linnaeus, 1758), l'anthrène des musées, *A. museorum* (Linnaeus, 1758) et *A. verbasci* (Linnaeus, 1758) (Fig. 15). Ce sont les larves de ces coléoptères qui causent le plus de dommages aux collections. On en trouve fréquemment poils et exuvies dans l'ouverture des coquilles.



**Fig. 15.** *Anthrenus verbasci* (Linnaeus, 1758), une espèce parfois présente dans les collections. A. Adulte; B. Larve. (Dessins par M. Leclercq)

C'est particulièrement *A. museorum* et *A. verbasci* qui causent le plus de dégâts, non seulement aux collections de coquillages, mais aussi à celles d'insectes (Fig. 16). Le périostracum et l'opercule peuvent être complètement détruits dans un temps record. De plus, le carton n'offre donc aucune protection car il est également désagrégé par ces insectes.

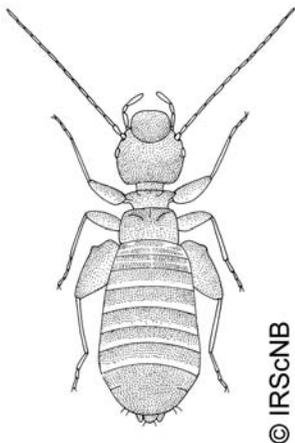


coll. R. De Prins

**Fig. 16.** Lépidoptère avec des traces de grignotement bien visibles.

### **Les poux des livres (psocoptères)**

Les poux de livres (Fig. 17) sont des insectes aptères, lucifuges et hygrophiles, qui se rencontrent fréquemment entre les pages des livres. Ils ne provoquent aucun dommage au papier en tant que tel, mais se nourrissent de la colle reliant les feuillets des livres. Ceux-ci finissent donc par tomber en morceaux. Le régime alimentaire principal de ces insectes est constitué de filaments de moisissures. Leur présence dans une collection est donc synonyme d'humidité trop élevée.

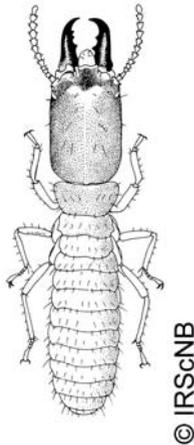


© IRScNB

**Fig. 17.** La présence des poux de livres indique que l'humidité atmosphérique est trop élevée. (Dessin par M. Leclercq)

### **Les termites**

Les termites sont des insectes sociaux des régions tropicales. Ce sont eux qui engendrent le plus de ravages aux matériaux à base de cellulose (bois, livres et étiquettes des collections). Ils ont besoin de chaleur et d'humidité; leur présence est un bon indicateur d'humidité trop élevée. Seules deux espèces sont signalées dans le sud de l'Europe.



**Fig. 18.** Les termites, ravageurs de tout ce qui est bois et autres matériaux à base de cellulose.  
(Dessin par M. Leclercq)

## **2.6. Les détériorations occasionnées par la lumière**

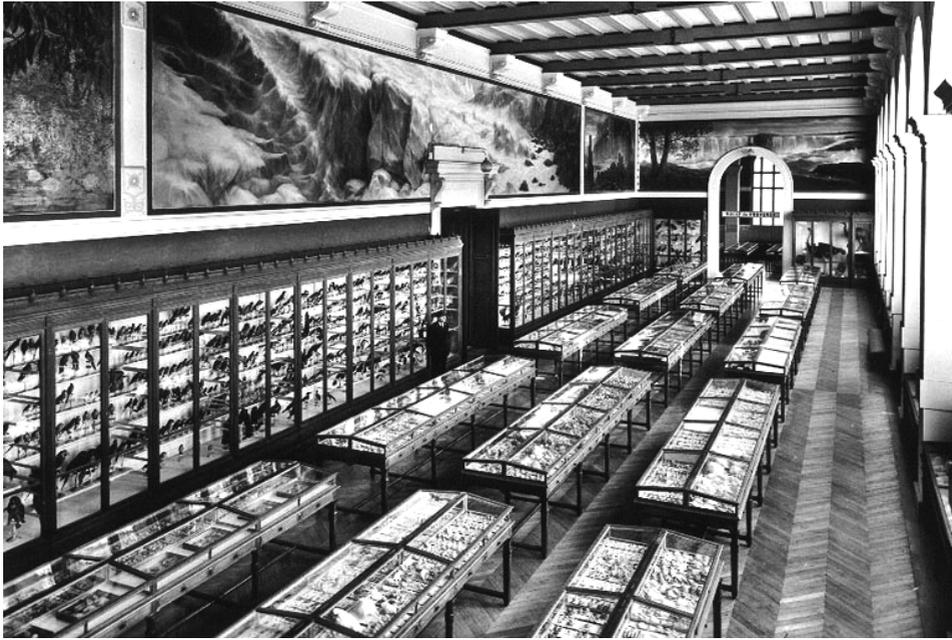
La lumière est un facteur qui ne doit pas être sous-estimé au niveau des collections. Qu'elle soit visible ou invisible (UV), elle peut en effet produire une décoloration ou même une altération intégrale des couleurs des coquillages.

L'unité de la lumière visible est le lux. Les valeurs normales de la lumière du soleil, enregistrées pendant un jour nuageux et un jour ensoleillé, sont respectivement de 5.000 lux et 100.000 lux, alors que la lumière artificielle présente des valeurs comprises entre 100 et 1 000 lux. Plus l'intensité lumineuse est élevée, plus les dégâts au niveau des collections sont sérieux.

Les rayons UV sont divisés en 4 groupes (UVA, UVB, UVC et VUV), en fonction de la longueur d'onde, la plus courte étant la plus riche en énergie. L'unité de la longueur d'onde des UV est le nanomètre, les valeurs reconnues varient entre 315 et 400 nm pour les UVA et entre 40 et 200 nm pour les VUV.

Les rayons du soleil directs sont néfastes aux collections et doivent impérativement être évités, contrairement à la lumière artificielle, moins nuisible. Les rayons lumineux, visibles ou invisibles, transmettent à la matière l'énergie nécessaire pour déclencher un certain nombre de réactions, appelées réactions photochimiques. Celles-ci continuent après l'arrêt de l'exposition à la lumière, et entraînent ainsi de plus amples dommages. Il est donc préférable d'adopter des locaux obscurs, sans fenêtres et de ne les éclairer qu'en cas de besoin. Il est aussi possible de couvrir les vitrines par des rubans de couleur foncée.

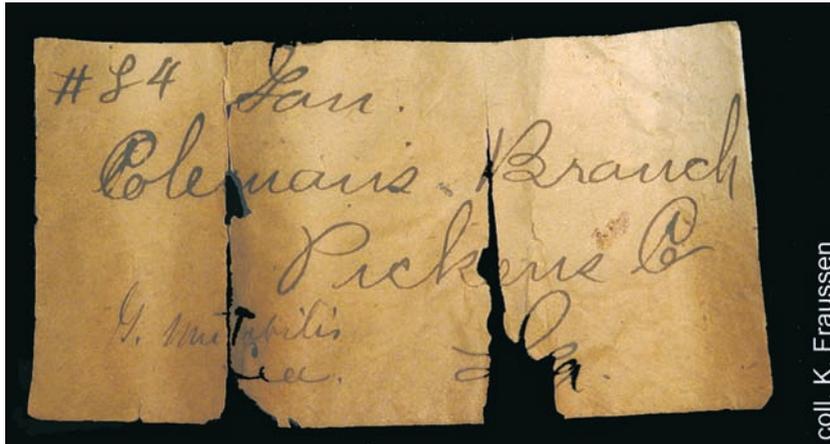
Si les locaux possèdent de nombreuses fenêtres (Fig. 19), il est préférable de les masquer complètement ou de les couvrir par des filtres pour minimiser la pénétration des rayons lumineux. Si les vitrines sont éclairées par une lumière artificielle, il faut utiliser des lampes ne dépassant pas une puissance de 50 lux et, au maximum, 75 microwatts par lumen de lumière UV.



**Fig. 19.** Vue de la salle Vaysière (oiseaux et coquillages) au Muséum d'Histoire naturelle de Marseille (France), mis du siècle précédent. Les grandes fenêtres laissent largement pénétrer la lumière.

Une source de lumière artificielle doit se trouver à une distance suffisante. En effet, plus la source lumineuse est proche des coquillages, plus la lumière est intense et plus l'énergie et la température arrivant à la surface de la coquille sont importantes, ce qui peut mener à la déshydratation ou à la desquamation du périostacum et à la démolition complète des coquilles minces ou fragiles (exemple: *Pinna* spp).

Il est possible de mesurer avec exactitude les valeurs de l'intensité des rayons lumineux qui pénètrent dans la pièce à l'aide d'un luxmètre. Une observation attentive peut aussi permettre de déduire cette intensité: les livres, par exemple, sont eux aussi sensibles à la lumière et bibliothèques et collections privés sont gardées sous des conditions uniformes, dans un même local. Si l'on s'aperçoit que le dos d'un livre, nouvellement réceptionné, commence à se décolorer, on peut en conclure que l'intensité lumineuse est trop élevée dans le local et que des mesures de précaution sont à prendre.



**Fig. 20.** Etiquette d'une vieille collection qui n'était pas protégée contre la lumière.

Pour montrer l'impact de la lumière sur la couleur des coquillages, j'avais décidé de réaliser une simple expérience avec les deux valves d'un spécimen de *Venus verrucosa* Linnaeus, 1758. Le test consiste à exposer une des deux valves à la lumière d'une lampe à vapeur de mercure (HQL 125 W Osram) pendant huit heures par jour durant cinq mois. J'ai gardé l'autre valve à l'intérieur d'un tiroir fermé. J'ai délibérément décidé d'utiliser un coquillage très commun, peu coloré, avec des nuances brunâtres. La photo (Fig. 21) montre clairement les conséquences après cinq mois et on peut facilement imaginer le résultat après 20 ans.



**Fig. 21.** *Venus verrucosa* Linnaeus, 1758. A. Valve droite avec une coloration normale; B. Valve gauche avec une coloration après cinq mois d'exposition à la lumière HQL.

Sans matériel de référence, il est difficile de remarquer ces changements, sauf quand il s'agit de coquilles fortement colorées. Les transformations peuvent toutefois être constatées en confrontant les coquilles d'une ancienne collection avec un matériel récemment récolté.

### **3. Comment reconnaître les détériorations au sein de sa propre collection?**

Repérer et reconnaître les différentes détériorations au sein de sa propre collection s'avère d'une importance primordiale pour pouvoir la protéger ultérieurement contre d'éventuels dégradations. Un contrôle minutieux doit être régulièrement effectué afin d'éviter à la collection de nombreux problèmes. Il est particulièrement important de détecter prématurément les traces de champignons, car les détériorations qu'ils causent peuvent se propager très vite. À l'inverse, les dégâts engendrés par les acides mettent plus de temps à apparaître, et ne sont souvent visibles qu'après des mois, voire des années, sauf si les concentrations des acides sont exceptionnellement élevées.

Un phénomène qui peut ressembler étroitement à un type d'altération, ne peut pas être, obligatoirement, une vraie détérioration. Les cristaux, ne sont souvent que des détritiques salés, et la poudre blanche peut être issue, soit d'un entartrage naturel dans l'eau de mer, soit de restes de revêtements de divers animaux marins.

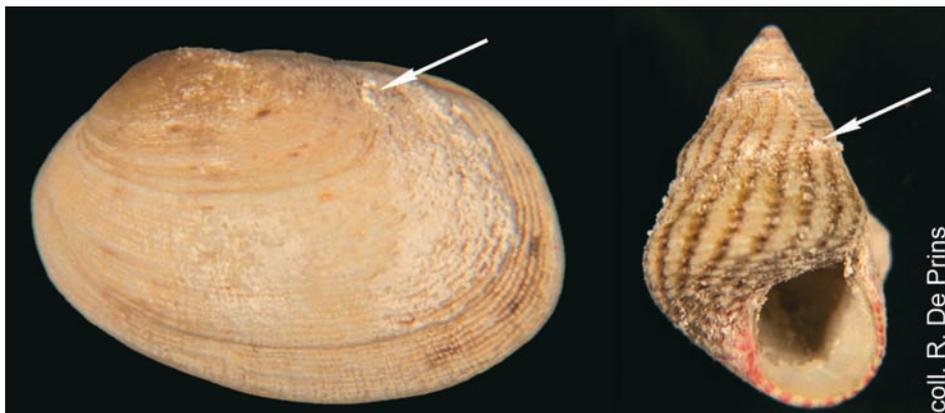
Le degré de détérioration et la surface altérée peuvent différer considérablement au sein d'une même collection. Certains spécimens d'une même espèce peuvent montrer des détériorations, alors que d'autres resteront indemnes, bien qu'ils soient gardés ensemble dans un même tiroir. La raison n'est pas souvent évidente, bien qu'on puisse avancer certains facteurs: selon que les coquilles sont portées à ébullition ou non, débarrassées des sels ou non, collectées vides ou avec l'animal et lubrifiées ou pas, on note une variation de l'amplitude de la détérioration. Les moisissures peuvent également s'interposer, quoiqu'elles ne soient pas toujours perceptibles. En raison de la condensation et de l'accumulation des vapeurs d'eau, on peut noter des écarts de presque 20 % entre les valeurs de l'humidité relevées dans deux différentes parties d'un même local, ce qui entraîne une variabilité dans l'apparition et la propagation des détériorations causées par les champignons et les acides.

La clé suivante est une contribution à l'identification des différents types de détériorations. Elle vous permettra d'acquérir l'expérience dans la reconnaissance de la majorité des problèmes au sein de votre collection (voir aussi les Figs 22 à 33).

#### **3.1. Les détériorations causées par un environnement acide**

Ces détériorations sont les conséquences directes de la libération des acides par le bois, les produits dérivés et les substances chimiques.

- Une poudre blanche ou des cristaux blancs sont visibles sur la surface de la coquille, surtout au niveau des sutures pour les gastéropodes, et entre les stries de croissance pour les bivalves (Fig. 22). L'apex de la coquille, qui correspond à la partie la plus ancienne et la plus touchée par l'érosion naturelle, montre aussi de telles altérations. Ceci peut s'observer spécialement chez les espèces qui fréquentent les zones intertidales, comme par exemple chez les Trochidae et Patellidae.



**Fig. 22.** Deux exemples – *Venerupis senegalensis* (Gmelin, 1791) et *Thalotia lehmani* (Menke, 1843) - où une poudre blanche ou des cristaux montrent que le milieu est trop acide.

- . En touchant les coquilles, la poudre blanche reste collée sur vos doigts.
- . Faire des observations minutieuses, à l'aide de loupes ou d'objectifs à zoom car les premiers symptômes des détériorations sont généralement invisibles à l'œil nu.
- . Goûter la poudre avec le bout de votre langue. Si vous trouvez qu'elle est nettement aigre, vous êtes sûr que vous avez à faire à une détérioration (un dépôt de calcaire naturel n'est pas aigre).



**Fig. 23.** *Hexaplex trunculus* (Linnaeus, 1758).  
Déposition d'une couche naturelle de calcaire sur la totalité de la coquille.

- . Certaines coquilles s'effritent ou tombent en morceaux sous forme de flocons, lorsque vous essayez de les manipuler. C'est, souvent la couche des prismes qui se desquame, dévoilant ainsi la couche à nacre. Le périostracum peut également desquamer, mais seulement lorsque le milieu est trop sec, ce qui rend cette couche infiniment fine et entraîne son détachement. J'ai remarqué ces détériorations chez des petites espèces et les plus fragiles, dont la coquille est constituée uniquement par une ou deux couches calcaires. Les Trochidae semblent aussi être sensibles à ces altérations.
- . Sentir l'odeur d'un acide en ouvrant un tiroir ou une armoire, est la conséquence de l'accumulation de grandes concentrations d'acide libéré par le bois.

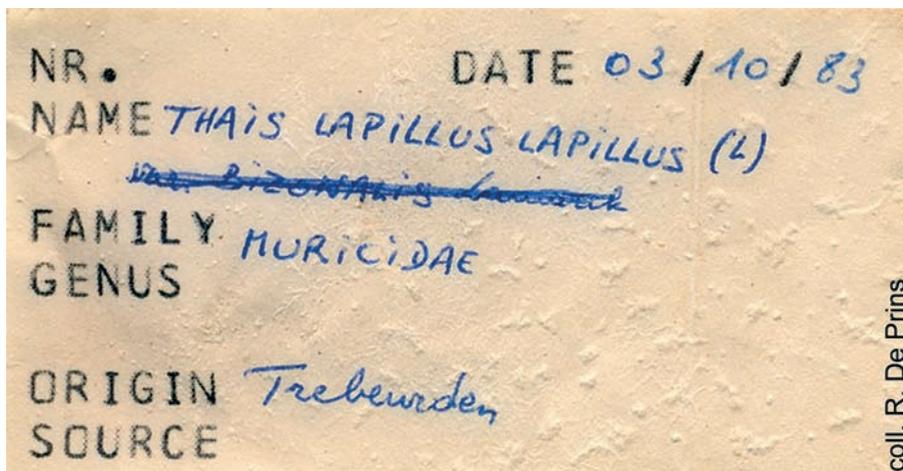
Les coquilles originellement luisantes peuvent changer d'aspect, et devenir ternes (Fig. 24). Des familles comme les Cypraeidae et les Olividae sont particulièrement sensibles à ces transformations. Cependant, les détériorations peuvent aussi naître à partir des couches internes. Les couches brillantes peuvent alors rester intactes, bien que des altérations soient clairement notées au niveau des couches internes.



coll. R. De Prins

Fig. 24. Une porcelaine devenue terne.

Lorsque les étiquettes sont détériorées, il s'agit d'une altération due aux réactions chimiques entre les vapeurs acides et le  $\text{CaCO}_3$ , présent dans le papier. Les sels ainsi formés pousseront les fibres vers le haut, en donnant au papier un aspect granulaire ou bulleux. La décoloration est également possible, mais elle peut avoir d'autres causes.



coll. R. De Prins

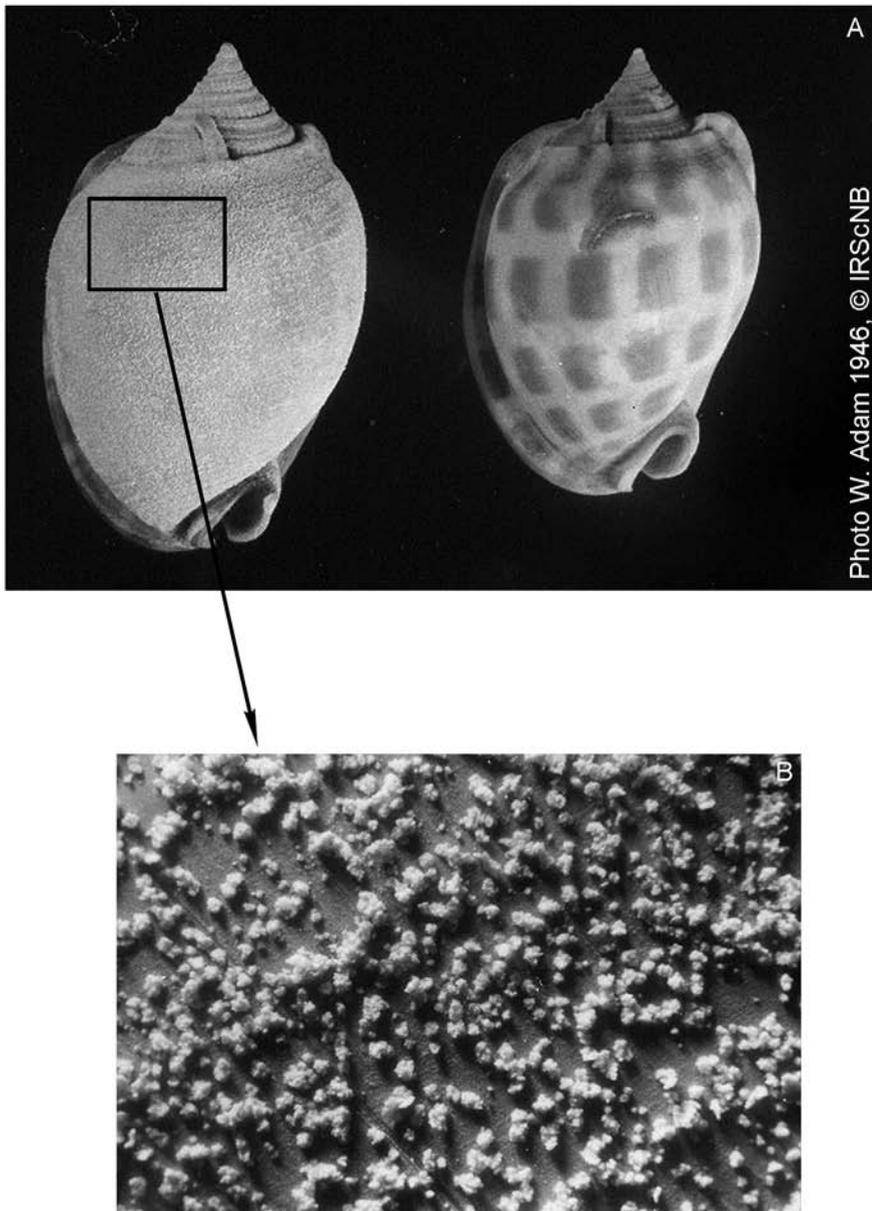
Fig. 25. Détérioration d'une étiquette. Les fibres du papier sont poussées vers le haut.

Les agrafes et autres objets métalliques montrent couramment les signes de détérioration bien avant les coquillages. Ils peuvent donc être utilisés comme de bons indicateurs de l'excès d'acide ou d'humidité.

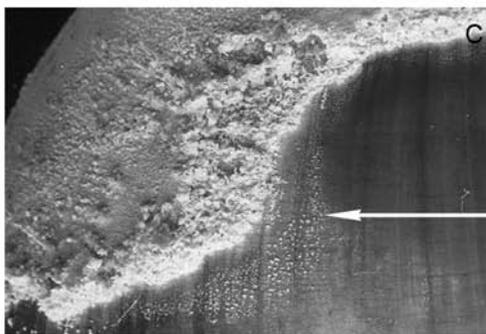
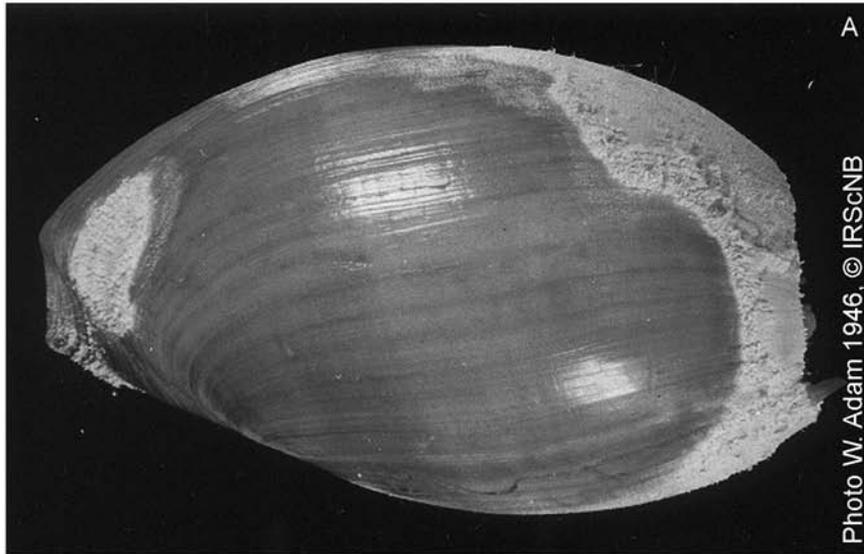
Fig. 26. La corrosion des objets métalliques est souvent le premier signe d'un milieu trop acide.



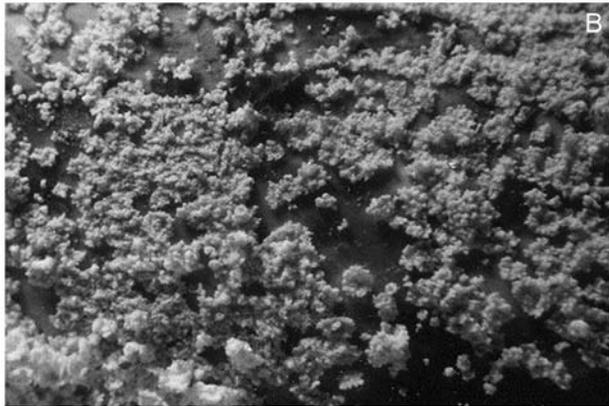
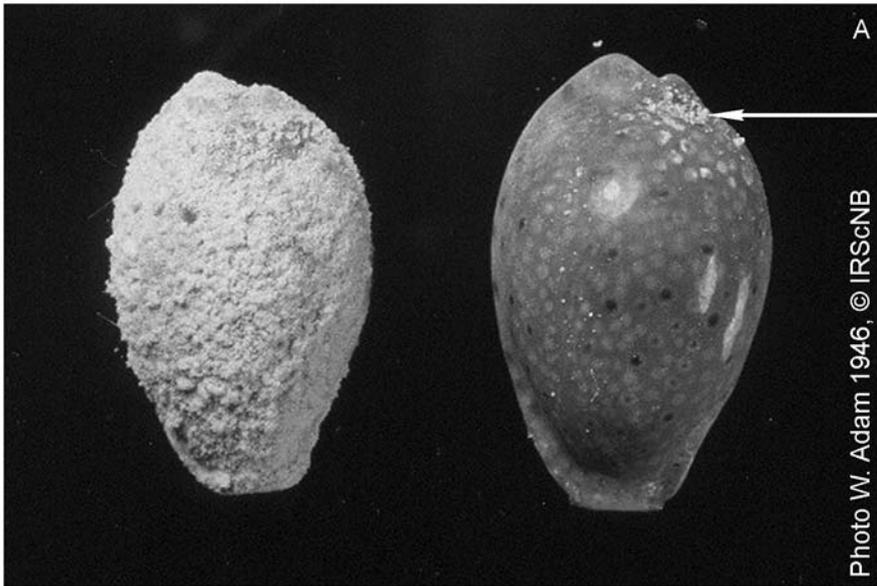
Les figures suivantes montrent divers aspects de détérioration.



**Fig. 27.** Détérioration chez *Phalium areola* (Linnaeus, 1758).  
A. Aspect macroscopique; B. Détail microscopique (x15).



**Fig. 28.** Détérioration chez *Melo (Melocorona) amphora* (Lightfoot, 1786). A. Vue macroscopique; B. Détail mettant en évidence la présence de cristaux en forme d'aiguilles; C. L'accumulation des sels  $\text{Ca}^{2+}$  par l'action de vapeurs acides forme une épaisse couche blanche sur la coquille.



**Fig. 29.** *Cypraea ocellata* Linnaeus, 1758. A. À gauche, la détérioration recouvre toute la couche brillante de la coquille, à droite, la détérioration ne fait que commencer; B. Détail de la détérioration mettant en évidence son aspect granuleux (x15).

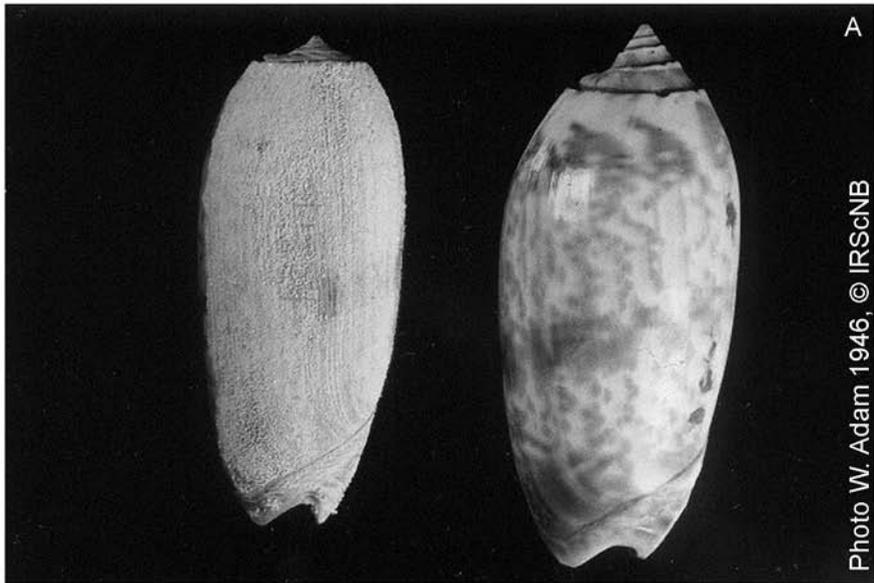
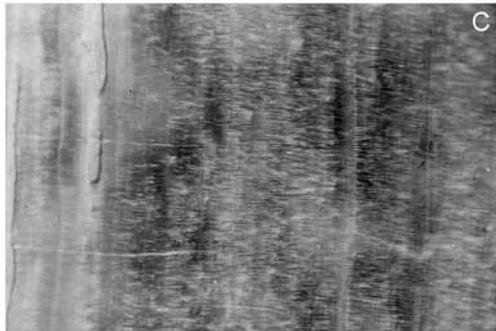


Photo W. Adam 1946, © IRScNB



**Fig 30.** *Oliva miniacea* (Röding, 1798). A. À gauche, la détérioration recouvre toute la coquille, à droite, coquille saine; B. Détail de la détérioration, mettant en évidence les cristaux de sels (x15); C. Même spécimen après nettoyage; on constate une dégradation irréversible de la surface de la coquille (x15).

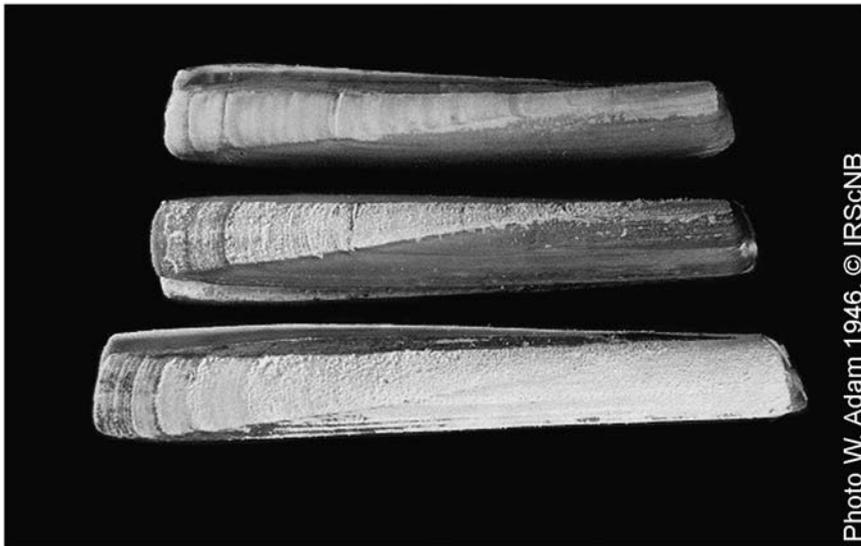


Photo W. Adam 1946, © IRScNB

**Fig. 31.** *Ensis siliqua* (Linnaeus, 1758).

En haut: spécimen intact.

Au milieu: détérioration marquée par la disparition du périostacum

En bas: la détérioration couvre l'ensemble de la coquille.

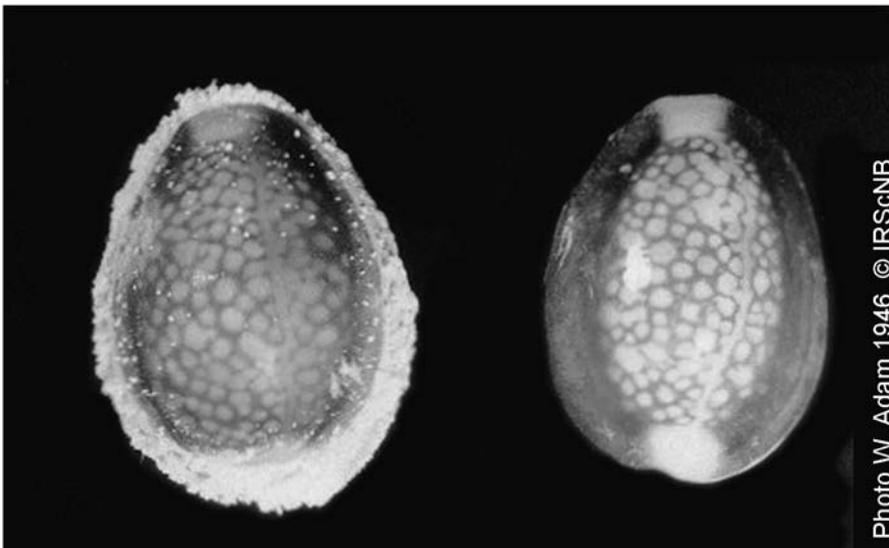
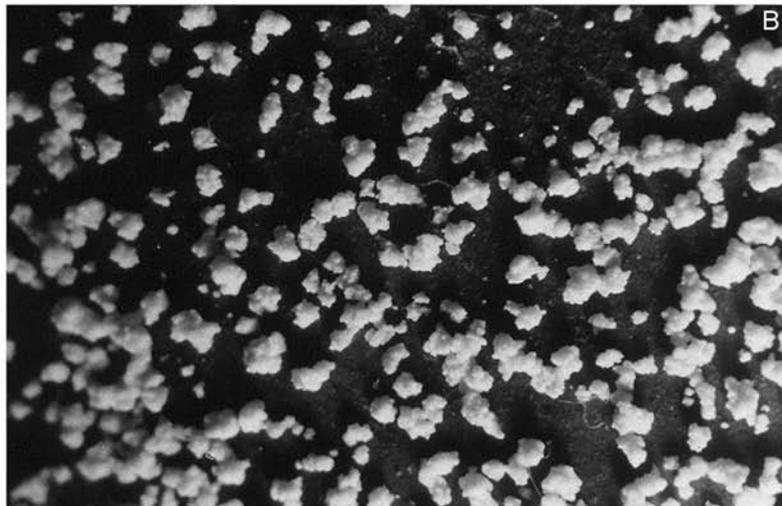


Photo W. Adam 1946, © IRScNB

**Fig. 32.** *Cypraea caputserpentis* Linnaeus, 1758.

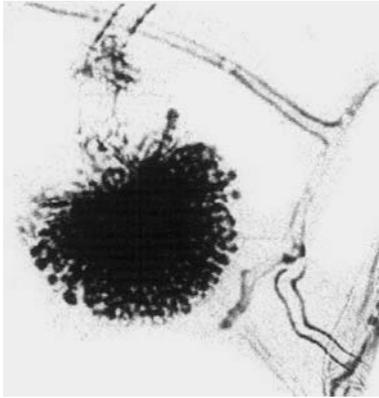
Le spécimen de gauche montre un dépôt blanc autour de la coquille tandis que celui de droite compte quelques grains isolés sur sa face supérieure.



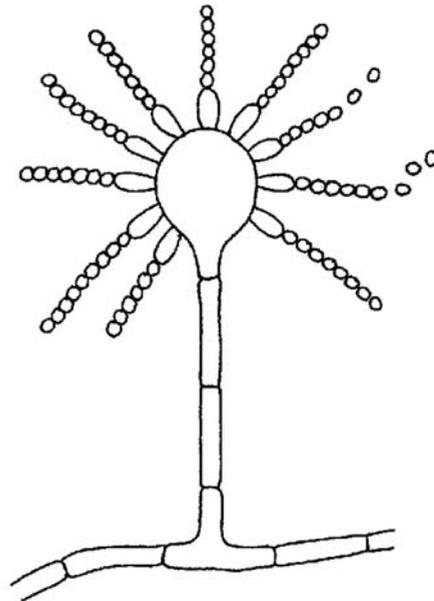
**Fig. 33.** Tous les specimens contenant du carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) peuvent subir de telles attaques (crustacés, coraux, œufs d'oiseaux, etc.). A. Détérioration visible sur le crabe *Epialtus dentatus* H.M. Edwards, 1834; B. Détail de la détérioration (x15).

### 3.2. Les détériorations causées par les champignons

Les caractères morphologiques des champignons sont très variables avec l'espèce. Le plus souvent, ils sont filamenteux, de couleur blanche grisâtre et d'aspect duveteux. Les périthèces sont généralement visibles à l'œil nu, sous forme de groupement de points noirs. Les champignons ont la possibilité de rester dans un état léthargique pendant plusieurs années.

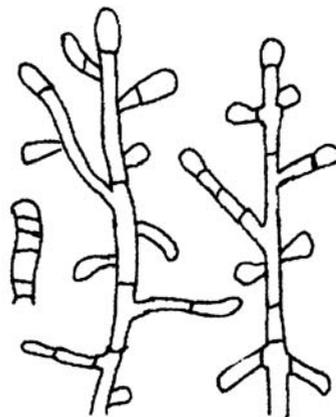


**Fig. 34.** A gauche, observation microscopique d'*Aspergillus* sp., montrant clairement les conidies (points noirs). A droite représentation schématique.  
(Dessin par O. Van de Kerckhove)



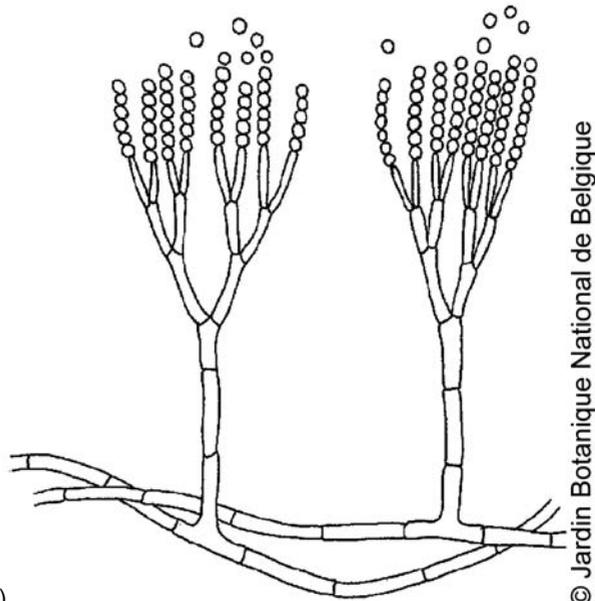
© Jardin Botanique National de Belgique

**Fig. 35.** Représentation schématique de *Trichophyton* sp., un champignon qui peut se retrouver sur la surface de coquilles.



**Fig. 36.** Représentation schématique de *Penicillium* sp., un champignon qui contamine souvent les parties organiques de la coquille.

(Dessin par O. Van de Kerckhove)



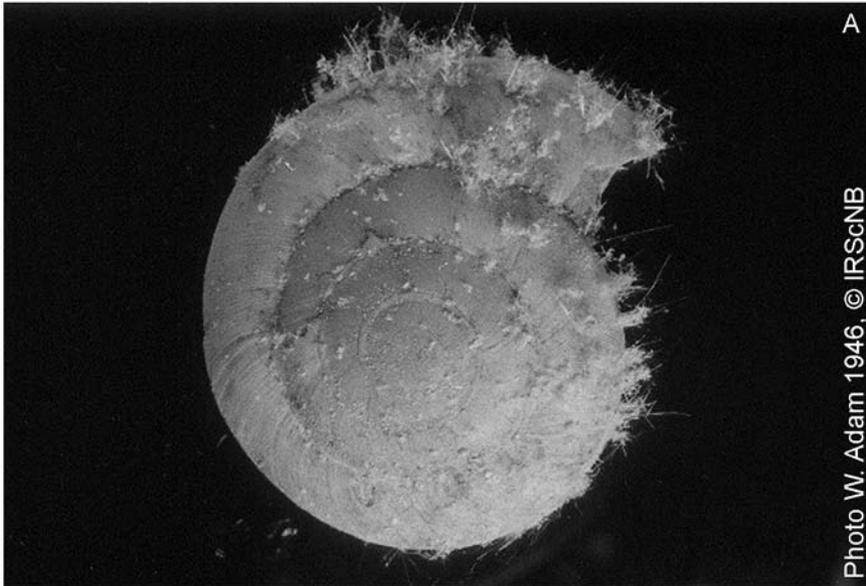
© Jardin Botanique National de Belgique

Ils se retrouvent fréquemment au niveau des parties organiques de la coquille, tels que l'opercule et le périostracum, mais ils peuvent aussi se déposer sur la coquille elle-même.

La présence de cristaux sous forme d'aiguilles (oxalate de calcium) sur la surface de la coquille, est probablement un signe de détérioration générée par des champignons produisant de l'acide oxalique (Fig. 38). Des connaissances en chimie sont cependant nécessaires pour s'assurer qu'il s'agit bien de cristaux d'oxalate.



**Fig. 37.** Cristaux d'oxalate de calcium suite à une infection par des champignons.



**Fig. 38.** *Zonites algerus* (Linnaeus, 1758). A. Une grande partie de la coquille est recouverte de cristaux en forme d'aiguilles. La dégradation est ici sûrement causée par des moisissures tandis que les aiguilles sont formées d'oxalate de calcium. L'examen n'en est malheureusement plus possible car la dégradation date du milieu du siècle dernier; B. Détail de la structure cristalline, les cristaux, certains de taille considérable, sont bien visibles.

### 3.3. Les détériorations causées par les insectes

- . Des petits trous et des traces de morsures sont clairement visibles au niveau de l'opercule et du périostracum.
- . Une poudre brune, à l'intérieur et autour du péristome, indique la présence de larves de petits coléoptères actifs, tel que l'antrène des musées. Cette poudre provient tout simplement, de la désintégration des restes du corps de l'animal, qui n'ont pas été soigneusement dégagées des premiers tours de spire (Fig. 39).



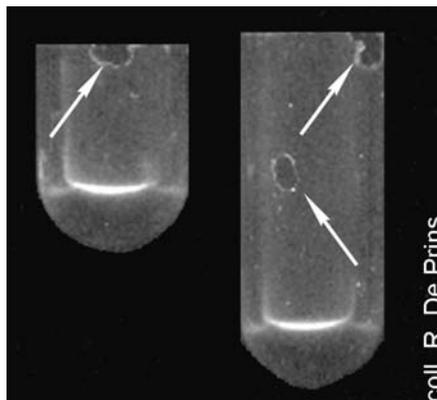
**Fig. 39.** Une larve de dermestides a mangé les restes du corps de l'animal.

- . Des cadavres de coléoptères et des exuvies de larves sont repérés au voisinage des coquilles (Fig. 40).



**Fig. 40.** Exuvie de larve d'*Anthrenus verbasci* (Linnaeus, 1758).

- . Les dégâts relevés sur les étiquettes, les boîtes cartonnées, etc. peuvent être reconnus grâce aux différents types de traces de morsures.
- . Les détériorations des capsules sont aussi possibles (Fig. 41).



**Fig. 41.** L'anhrène des tapis a perforé des capsules. Il n'est pas clair si la larve était déjà présente dans la capsule (importée avec la coquille) ou si elle était à l'extérieur.

#### **4. Comment traiter les spécimens détériorés ?**

L'apparition de traces de détériorations dans une collection de coquilles ne doit surtout pas induire la panique! Dans la plupart des cas, des interventions très simples sont suffisantes pour rendre aux coquillages leur apparence initiale, de sorte qu'ils retrouvent leur place dans la collection sans la moindre trace de lésion. Cependant, si la détérioration persiste et la couche luisante disparaît, le coquillage peut être considéré comme perdu. Très souvent, les coquillages des grandes collections ou des musées sont abandonnés dans les conservatoires et les caves pendant de longues durées, alors qu'ils pourraient être épargnés, s'ils étaient contrôlés régulièrement.

##### **4.1. Les détériorations causées par un environnement acide**

- . Les coquillages altérés peuvent simplement être rincés avec de l'eau tiède qui dissoudra les sels. Les cas persistants peuvent être laissés dans l'eau pendant 24 heures pour permettre une désintégration suffisante des cristaux.
- . Avant de remettre les coquillages rincés dans la collection, il faut les laisser sécher longuement, aussi bien extérieurement qu'intérieurement.
- . Les coquilles soigneusement rincées et séchées, peuvent être huilées pour retrouver leur éclat initial. Il faut être prudent lors du choix du type de l'huile de cirage (voir informations complémentaires: 7.1 les huiles).
- . Les spécimens sérieusement endommagés doivent être retirés de la collection. Ils sont en effet inutiles tant d'un point de vue scientifique que d'un point de vue esthétique.

#### **4.2. Les détériorations causées par les champignons**

- . En cas de moisissures locales très limitées, un simple nettoyage à l'alcool est suffisant, si possible avec une brosse dont les fibres sont souples. Certaines espèces de champignons sont néanmoins résistantes à l'alcool.
- . En cas de larges détériorations, il est préférable de laver les coquilles avec de l'eau tiède, mélangée à un antiseptique non corrosif.
- . En cas de très sérieuses détériorations, des mesures d'urgence sont nécessaires en désinfectant entièrement le local à l'aide d'un antifongique à large spectre, comme « Clinafarm<sup>®</sup> Smoke Candle ». Il s'agit d'une bougie spéciale à déposer sur une surface incombustible (une pierre par exemple). Une fois allumée, la bougie brûlera pendant environ 20 secondes et produira un énorme nuage de fumée qui envahira entièrement le local. Les armoires et les tiroirs doivent être ouverts ! Il est important de fermer hermétiquement les portes et les fenêtres, et de prévenir les voisins ! Le seul inconvénient de cette opération, qui dure presque six heures, est la fine couche de poussière qu'elle laisse derrière elle. On peut cependant facilement s'en débarrasser sur les armoires, le dépoussiérage des coquillages demandant plus d'effort. Mais la collection est alors exempte de champignons !

#### **4.3. Les détériorations causées par les insectes**

- . La poudre brune repérée au niveau du péristome, peut être aspirée ou soigneusement essuyée.
- . Lorsque la collection ne subit pas de véritable attaque par les insectes, il vaut mieux ne pas mener d'action. Une simple larve de coléoptère peut évidemment causer quelques dégâts, mais peut aussi se montrer utile en débarrassant les coquilles des restes des parties molles de l'animal, qui sont quasiment inaccessibles.
- . Dans le cas de l'apparition d'incontestables dommages au niveau du périostacum, de l'opercule et de son entourage, on peut utiliser des insecticides. Il est conseillé d'éviter les boules de mite (paradichlorobenzène), le phénol et les autres composés benzoïques, du fait qu'ils sont tous cancérigènes, et qu'ils ont des conséquences néfastes sur notre santé.
- . La présence de lépismes argentés, de poux des livres ou de mites des poussières révèle un problème d'humidité. C'est celui-ci qu'il faut traiter; ensuite les insectes disparaîtront naturellement.

#### **5. Mesures de précaution**

Afin de minimiser les risques des détériorations, il est utile de suivre certaines mesures de précautions. De très simples interventions non onéreuses sont souvent suffisantes pour protéger la collection contre les différents types de perturbations.

Si vous suivez méticuleusement les explications détaillées mentionnées ci-dessous, vous éviterez certainement beaucoup de problèmes.

- . Dégager tous les restes des mollusques, sans introduire du coton, imprégné par du formaldéhyde pour déshydrater les parties molles résiduelles. Il est conseillé d'utiliser un mini arroseur à haute pression, pour dégager ces restes. La cuisson, pour les espèces appropriées (certainement pas les Cypraeidae), ou la congélation pour d'autres, peuvent aussi mener à de bons résultats. Avec les micro-spécimens récoltés vivants, il est pratiquement impossible de dégager l'animal sans endommager la coquille, ainsi il vaut mieux les mettre dans de l'alcool à 70 % pendant quelques jours, avant de les laisser sécher.
- . Laisser aux coquilles suffisamment de temps pour qu'elles soient complètement débarrassées des restes de sels. On peut les tremper dans de l'eau fraîche pendant quelques jours, en changeant régulièrement cette eau pour éliminer les sels dissous. Il faut aussi rincer le gravillon, qui peut contenir des micro-coquilles, très sensibles aux sels, à cause de la fragilité de leur structure.
- . Rincer, laver et nettoyer vivement les coquilles pour éliminer les débris d'origine animale ou végétale. Si l'on souhaite préserver l'état naturel des coquillages, avec leurs revêtements, il faut les plonger, dans un premier temps dans de l'alcool à 70 %, puis les ranger séparément dans des boîtes ou des sacs, après leur séchage complet. Un problème ultérieur (de moisissures par exemple) sera alors facile à isoler pour empêcher la contamination du reste de la collection.
- . S'assurer que les coquilles nettoyées sont complètement sèches, aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur, avant de les ranger dans la collection. Les coquilles des bivalves sont souvent complètement sèches de l'extérieur, alors que leur face interne contient encore des traces d'eau. Chez les gastéropodes, les premiers tours de spire constituent un bon refuge pour les gouttes d'eau, qui en combinaison avec les restes des parties molles de l'animal, offrent un bon environnement pour le développement de champignons.
- . Garder en quarantaine les coquilles nouvellement réceptionnées, et les soumettre à des inspections rigoureuses, en particulier contre les champignons.
- . La lubrification des coquilles peut contribuer à leur protection, cependant une utilisation exagérée des huiles peut attirer les poussières et les bactéries. À consulter le paragraphe 7.1. pour le choix du type d'huile.
- . Ranger les coquilles dans des armoires métalliques ou synthétiques, dûment fermés. Les emballer séparément dans des sacs « ziplock » ou des boîtes en plastique est une autre possibilité. À consulter aussi le paragraphe 7.3. pour le choix du type de plastique.
- . Essayer d'éviter les types de bois et de panneaux, susceptibles de libérer des grandes quantités de formaldéhyde! À défaut, il faut traiter ces produits avec un vernis convenable; voir aussi le paragraphe 7.4.
- . Eviter l'utilisation de papier acide ou chloré pour les étiquettes. La majorité des papiers d'impression et des encres présents sur le marché, ne présente

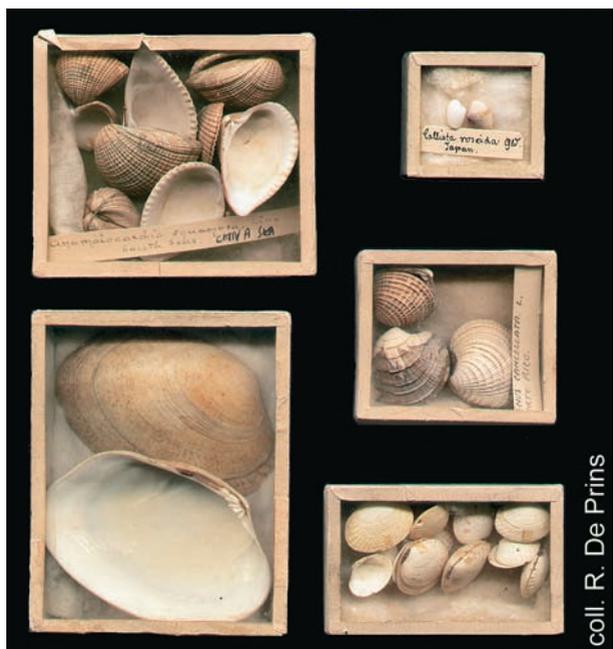
aucun risque. Cependant, il est utile de se renseigner auprès de son fournisseur.

Ne pas introduire de coton naturel dans les coquilles, ou pour fermer les tubes de verres (Fig. 42).



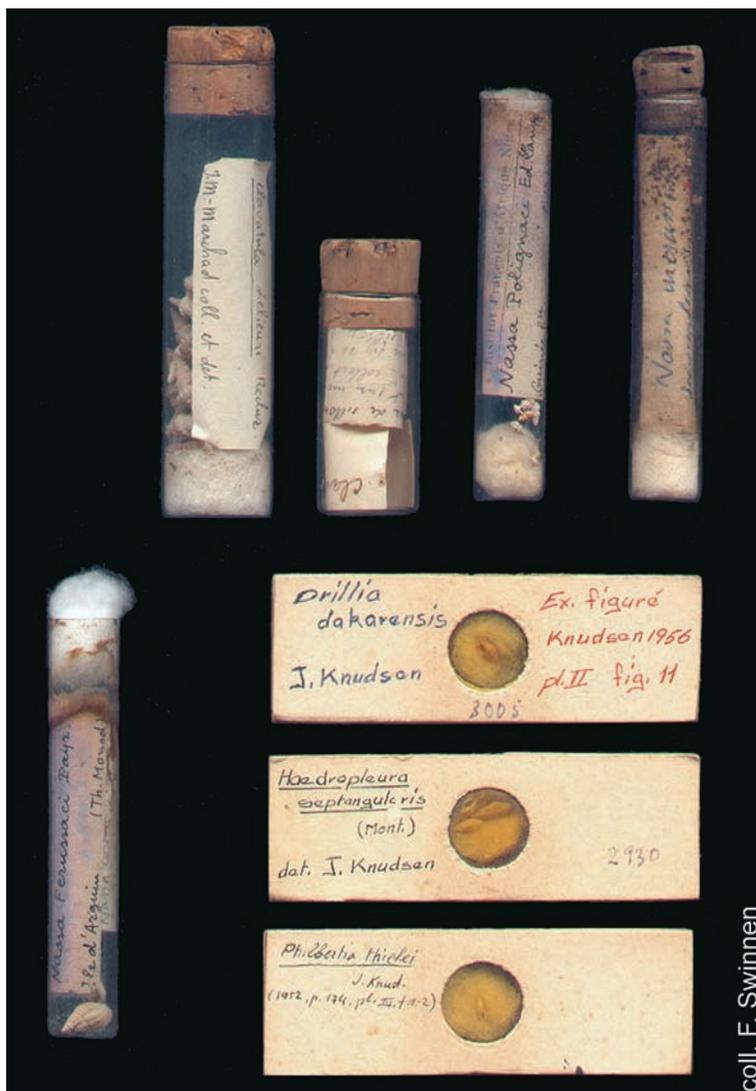
**Fig. 42.** Eviter le coton naturel pour fermer les tubes qui contiennent les coquilles.

Veiller à ne pas reprendre des boîtes d'anciennes collections (Fig. 43).



**Fig. 43.** Quelques boîtes présentes dans une ancienne collection (début du siècle précédent). Les boîtes sont composées d'une sorte de carton (qui consiste en bois aggloméré) et sont couvertes d'un verre coupé à mesure. Notez aussi les ouates dans les boîtes. Tous ces matériaux vont détériorer les coquilles.

Eviter de se servir de bouchons en liège, pour obturer les tubes de verres, parce qu'ils sont fabriqués à base des écorces du chêne liège (*Quercus suber*) et sont, dès lors, capables de dégager des acides organiques volatiles (Fig. 44).



**Fig. 44.** Toutes les coquilles préservées dans les tubes et boîtes aplaties étaient détériorées. Le coton naturel, les bouchons en liège mais aussi les champignons associés aux bouchons en liège ont détérioré les étiquettes.

Les micro-coquilles doivent être placées dans des capsules transparentes neuves (cf. intermezzo 1 à la page 41), et rangées dans des petites boîtes en plastique (Fig. 45).

Les capsules sont faites à base de gélatine et de glycérine. Les dimensions des capsules sont indiquées par des chiffres qui varient de 5 à 000; le chiffre 5 est attribué à la plus petite taille et 000 à la plus grande. Elles sont synthétisées de telle manière à se dissoudre dans les sucs digestifs et à libérer les principes actifs qu'elles renferment. Dans une substance aqueuse, et à une température de 37 °C, elles sont censées dégager leur contenu dans deux heures.

Pour tester leur réaction lorsqu'on les utilise pour conserver les micro-coquilles, j'ai procédé à certaines expériences.

La première expérience consiste en un test d'échauffement pour chercher la température maximale que ces capsules peuvent supporter. Les résultats ont montré qu'elles sont aisément capables de résister à une température de 100°C pendant une heure, dans une enceinte sèche, sans le moindre changement structurel.

De très basses températures (-20 °C) sont également tolérées.

De grands écarts thermiques, souvent observés dans les régions tropicales, n'ont aucun effet négatif immédiat sur les capsules.

La deuxième expérience vise à examiner la stabilité des capsules au contact de divers fluides. Les résultats obtenus sont les suivants :

Les capsules sont :

- . insolubles dans l'eau froide. Cependant, elles se gonflent et deviennent plus fragiles ;
- . solubles dans l'eau chaude ;
- . insolubles dans l'alcool. Cependant, elles deviennent molles, mais non gluantes ;
- . solubles dans l'acide acétique.

On peut conclure que l'action de l'eau froide est bénigne, tandis que le contact avec des vapeurs acides peut être très néfaste pour les capsules. Pour éviter ce risque, il faut ranger les capsules, contenant les micro-coquilles, dans des sacs ou des boîtes en plastique.

Puisque les capsules sont insolubles dans l'alcool, ils offrent la possibilité de loger aussi bien les coquilles que les spécimens préservés dans un tel liquide. Néanmoins, il est nécessaire de percer délicatement les capsules pour pouvoir les remplir absolument, ce qui empêche le flottement en surface. Les résultats de l'efficacité à long terme de cette technique ne sont pas encore disponibles. Il est donc prématuré de certifier son efficacité.

Les capsules gardées dans un milieu trop sec, peuvent avec le temps devenir fragiles.

Les capsules exposées à une lumière très intense, peuvent avec le temps devenir jaunâtres.



Fig. 45. Pour les collections de micro-coquilles (A), des capsules transparentes (B) et des boîtes en plastique sont conseillées.

- Recouvrir le fond des tiroirs par du papier-calque ou du papier filtre traité à l'hydroxyde de potassium (KOH), pour conférer aux coquilles une protection contre les vapeurs acides; voir aussi le paragraphe 7.5.
- Aérer régulièrement les tiroirs et les armoires afin d'empêcher l'accumulation de vapeurs acides.
- Couvrir le sol de la salle des collections par un tapis, pour protéger les coquilles contre la casse ou autres dommages. En effet, lors des manipulations des coquilles, celles-ci peuvent glisser entre les doigts et tomber par terre.
- Protéger la salle des collections contre les rayons solaires, en masquant complètement les fenêtres ou en les couvrant par des filtres. Couvrir les vitrines par des rubans de couleur foncée est également une solution.

- . Essayer de garder la concentration en dioxyde de carbone aussi basse que possible en évitant de fumer (la fumée de tabac contient du benzène et du formaldéhyde) ou d'allumer des bougies dans le local et en veillant à l'aérer régulièrement. Éviter aussi fours et incinérateurs.
- . Interdire de faire entrer les aliments et les boissons dans la salle des collections, en particulier les boissons renfermant de l'acide carbonique et les aliments contenant du vinaigre, qui augmentent respectivement le taux du dioxyde de carbone et de l'acide acétique dans le local. Les débris alimentaires délaissés attirent les insectes nuisibles et augmentent la possibilité de développement des champignons.
- . Les spécimens préservés dans des fluides et ceux asséchés doivent être gardés dans deux locaux différents, Les premiers relâchent éventuellement des substances chimiques comme la formaline. Lorsque l'alcool est utilisé comme liquide de conservation, et que la collection est en voie d'expansion, des mesures de sécurité sont à suivre pour se protéger contre les explosions. Les salles de collection doivent être fraîches, sombres et équipées de systèmes et dispositifs de protection et de prévention contre les explosions ainsi que d'un détecteur de fumée.
- . Les autres invertébrés marins asséchés ou préservés dans des fluides, comme les crabes, les étoiles de mer, les oursins, etc. doivent être placés dans un autre local, du fait qu'ils sont souvent traités à la formaline.
- . Contrôler régulièrement l'humidité atmosphérique. En installant un hygromètre, on peut détecter précocement toute augmentation du taux d'humidité.

## **6. Conditions optimales**

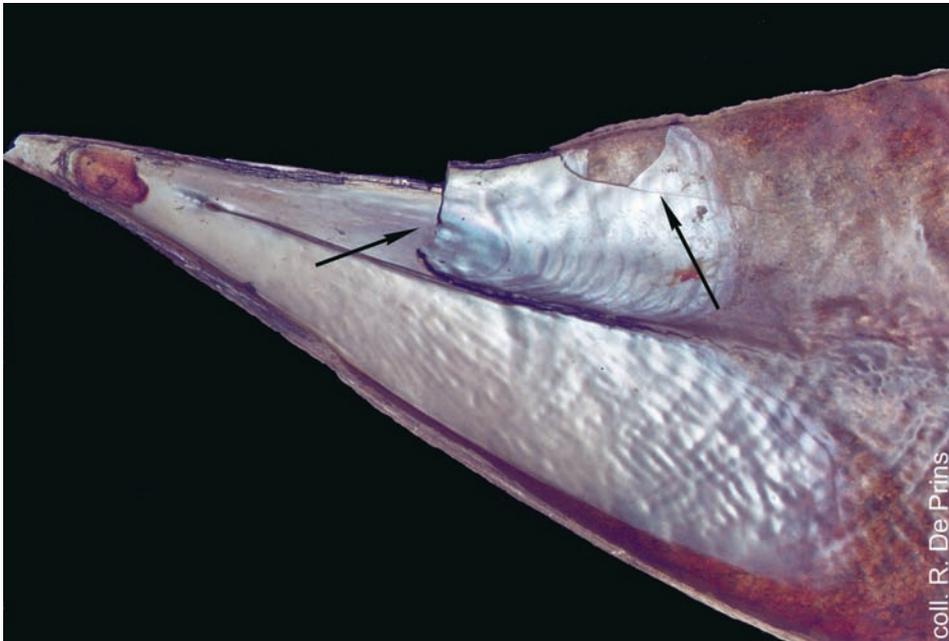
L'adaptation d'un local exemplaire pour entreposer les collections de coquilles, est d'autant plus facile si l'on est amené à assister au commencement de sa construction. On peut ainsi choisir le plan et l'organisation du local. Il est possible de choisir le matériel de construction et celui d'équipement: vitrines, armoires, éclairage, ventilation et toutes autres mesures de précaution. Généralement, un local préexistant, n'offre jamais les conditions idéales pour le maintien des collections. Ainsi, des réaménagements sont souvent indispensables pour atteindre de telles conditions.

Le problème le plus fréquent est celui des champignons. Un mauvais ensoleillement, une peinture simple et un seul mur, aggravent la situation. Une solution réside en l'aération régulière du local. On peut ainsi installer un ventilateur pour évacuer l'air à l'extérieur, ce qui permet aussi de se débarrasser des vapeurs acides et d'empêcher l'accumulation de grandes concentrations de ces produits. Ce ventilateur peut notamment être contrôlé par une minuterie, ce qui permet d'économiser le contrôle manuel, et d'aérer la salle pendant les absences. Une aération excessive peut cependant présenter des effets négatifs, comme par exemple la pénétration de poussières dans la salle.

L'humidité peut être combattue de manière classique, grâce par exemple à l'utilisation de grains de chlorite de calcium (substance présente dans les absorbants qui se vendent dans les centres de bricolages) ou de gels de silice.

L'humidité relative recommandée se situe entre 55 et 65 %. Au-delà de 65 %, le risque d'apparition de champignons est accru.

En ce qui concerne la température, il est préférable de veiller à la garder constante, l'idéal se situant entre 19 et 21 °C. Les grands écarts thermiques peuvent être catastrophiques pour la collection. Lorsque l'air ambiant est trop sec, les coquilles peuvent se fendre (Fig. 46) ou même éclater (Fig. 47). Un autre problème résultant d'un air trop sec est la déshydratation complète des coquilles qui finissent par devenir ternes. La lubrification est alors indispensable pour remplir les pores des coquilles, et leur restituer l'éclat d'origine.



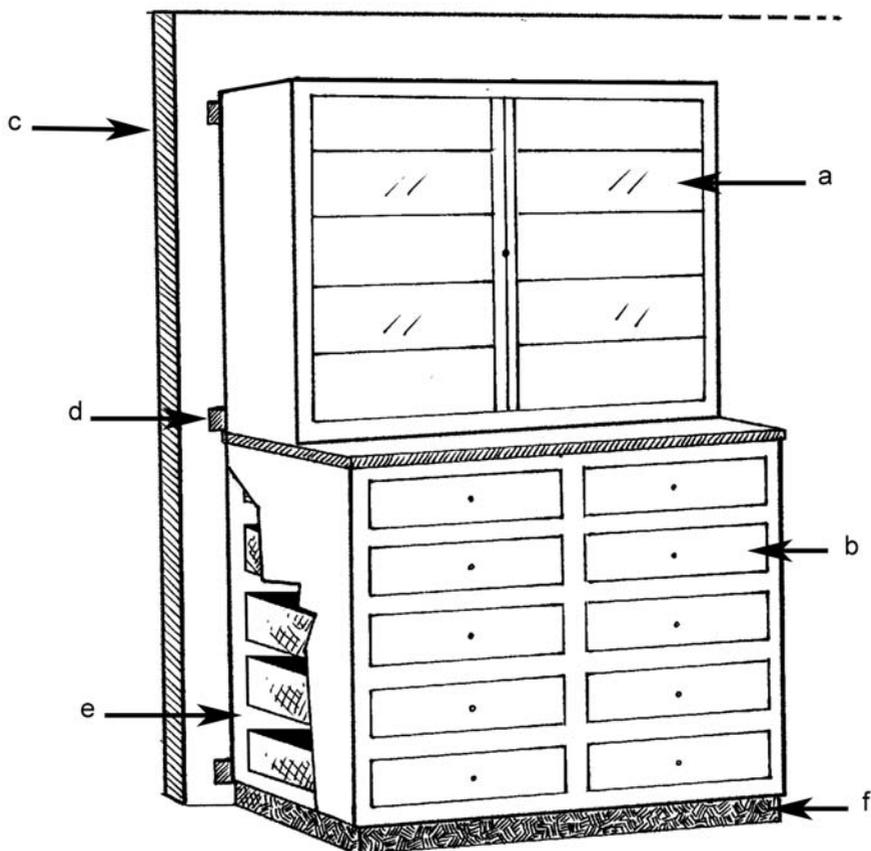
**Fig. 46.** *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758. La coquille montre des fissures à cause d'une humidité trop faible.



**Fig. 47.** *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758. Restes de la couche prismatique d'une coquille qui a explosé après une sécheresse trop prononcée.

Si vous construisez vous-mêmes vos armoires, vous devez être vigilant quant au type de bois à utiliser (se référer au paragraphe 2.1.3), et permettre la circulation de l'air aussi bien à l'intérieur qu'à l'arrière des armoires. Ne placez jamais les armoires directement contre les murs, et en aucun cas contre un mur externe; les écarts thermiques entre l'intérieur et l'extérieur de la salle des collections pouvant être considérables.

Le schéma suivant (Fig. 48), illustre un exemple de conservatoire traditionnel de collections de coquillages, avec vitrines (a) et tiroirs (b) au-dessous. Pour ne pas plaquer les armoires complètement contre les murs (c), on intercale entre les deux, et par endroit, des pièces en ardoise (d), ce qui permet une meilleure circulation de l'air derrière les armoires, et empêche l'apparition des moisissures. Les tiroirs ne doivent pas occuper la totalité de l'intérieur des armoires, pour favoriser une libre circulation de l'air (e). Pour la même raison, on peut couvrir la partie haute ou basse des coffrets des tiroirs à l'aide d'une grille, tout en perforant l'arrière. Il est conseillé d'utiliser des coulisses synthétiques ou en fer, ceux en bois s'usent rapidement, entraînant la libération de vapeurs acides. Afin de protéger le bas des armoires contre la froidure du sol, il est souhaitable de les placer sur un petit piédestal (f). Si la collection est déposée au rez-de-chaussée d'un bâtiment, il faut prévoir une protection contre d'éventuelles inondations.



**Fig. 48.** Schéma d'un conservatoire traditionnel, avec vitrines et tiroirs.  
(Dessin par N. Van Noppen)

Il faut aussi s'assurer que les armoires et les tiroirs sont bien fermés, afin d'éviter que les rayons solaires et la poussière ne pénètrent dans les tiroirs.

Il est également conseillé d'éviter que les rayons solaires entrent directement dans le local, en masquant complètement, ou en plaçant des filtres devant les fenêtres. Voiler les ampoules est aussi recommandé.

Finalement, mettre un tapis, à base de fibres synthétiques, protège assez bien les coquillages contre la casse en cas de chute accidentelle.

## 7. Informations complémentaires

Ce chapitre a pour objectif de fournir au lecteur des renseignements supplémentaires sur certains matériaux et produits, préalablement mentionnés. La littérature peut informer sur les produits chimiques et autres matériaux à utiliser pour les collections des coquillages, mais manque de détails. À titre d'exemple, la quasi totalité des références signale que les huiles à acquérir pour

la lubrification des coquilles sont, de préférence, les huiles minérales. Mais pourquoi ces huiles minérales plutôt que d'autres? Je recommande par ailleurs dans le chapitre 5 « Mesures de précaution », de ne pas employer de coton naturel. Comment peut on reconnaître et distinguer ce type de coton des autres types, synthétiques ou mixtes ? Les indications présentes sur les emballages ne correspondent pas toujours exactement au produit désiré.

J'espère que ces informations, offriront des réponses aux différentes questions, qui pourraient inquiéter surtout les personnes n'ayant pas suffisamment de connaissances en chimie.

## **7.1. Les huiles**

Dans ce sous-chapitre, j'essaye de justifier, d'une façon très simplifiée, le choix d'une huile minérale, et de nommer quelques types d'huiles.

### **7.1.1. Les huiles minérales (non dissolubles dans l'eau)**

Les huiles minérales sont des hydrocarbures qui proviennent de la distillation du pétrole brut dans des raffineries pétrolières.

Ces huiles peuvent aussi être produites à partir de la distillation destructive de l'ardoise.

#### **Quelques exemples d'huiles minérales**

- . La paraffine: liquide ou solide
- . La vaseline:
  - forme fluide de la paraffine
  - vaseline blanche: paraffine moelleuse blanchie
  - vaseline jaune: mixture semi solide

La paraffine et la vaseline sont abondamment utilisées comme produits pharmaceutiques et cosmétiques.

### **7.1.2. Les huiles naturelles (miscibles dans l'eau)**

Les huiles naturelles sont des graisses d'origine animale ou végétale. La majorité des graisses végétales, contenues dans les graines et les fruits, sont fluides, tandis que les graisses animales sont souvent solides. Les deux types de graisses sont des esters, c'est-à-dire une association entre un acide gras et un alcool, le glycérol. Certaines huiles naturelles et certaines graisses peuvent se désintégrer et devenir âcres. D'autres peuvent changer de couleur, pour devenir plus foncées, suite à leur exposition aux rayons solaires. C'est le cas, par exemple de l'huile de lin, communément utilisée. Cette huile devient après un certain temps jaunâtre puis noirâtre, ce qui provoque une altération de l'aspect naturel des coquilles.

## **Quelques exemples d'huiles naturelles**

- . Huiles végétales: huile d'amande, huile de maïs, huile des graines de soja, huile d'olive, huile des graines du lin.
- . Huiles animales: beurre, lanoline (graisse de laine), l'huile de foie de morue, graisse de porc.

Ces huiles sont présentes dans les produits alimentaires, les savons, les bougies, les peintures, etc.

### **7.1.3. La glycérine**

La glycérine (glycérol) est un fluide visqueux, incolore, qui ressemble étroitement aux huiles. Elle peut être formée suite à la trans-estérification des huiles végétales lors de la production d'esters méthyliques ou au terme des réactions de saponification des graisses. La glycérine peut aussi avoir une origine minérale (dérivée du pétrole).

La glycérine est un polyalcool avec trois groupements hydroxyde (OH) dans chaque molécule. C'est un produit hygroscopique, largement utilisé comme cosmétique. Sa fonction essentielle est de protéger la peau contre la déshydratation et contre les sécrétions de ce tégument lui-même. À cause de son caractère hygroscopique, la glycérine est inadaptée pour les coquillages.

### **7.1.4. Les silicones**

Les silicones sont des substances chimiques artificielles. Ce sont des polymères d'oxyde silicique, dont les utilisations sont très vastes.

Selon mes évaluations, les silicones n'ont aucun effet négatif sur les coquilles. En tant qu'huile, leur viscosité est telle qu'elles sont très rapidement absorbées, particulièrement au niveau des surfaces poreuses, ce qui a comme conséquences d'augmenter le besoin en ces produits. En tant que colle, leur utilisation est bénéfique, en effet, pour rassembler entre elles, les deux valves détachées des lamellibranches. Les colles à base de silicone présentent l'avantage de conserver leur élasticité après qu'elles soient complètement sèches, ce qui permet d'étudier, à chaque instant, l'intérieur des valves. Une telle possibilité n'est jamais offerte à long terme, par d'autres types de colles.

### **7.1.5. Les huiles parfaitement adaptées pour les coquillages**

Les huiles les mieux adaptées pour les coquillages sont les huiles minérales!

#### **Pourquoi les huiles minérales?**

- . Elles sont non miscibles dans l'eau.
- . Elles ne se désintègrent pas avec le temps.
- . Elles résistent aux changements thermiques.

## **Pourquoi éviter les huiles végétales ?**

- . Elles sont dégradables.
- . Elles attirent les vapeurs, y compris acides.
- . Elles sont la nourriture préférée de bactéries et champignons.

## **7.2. Coton et autres fibres textiles**

Dans les collections de coquillages, le coton est utilisé de différentes manières: pour coller l'opercule, comme bouchon de petits tubes en verre contenant les micro-coquilles ou comme assise pour protéger les spécimens fragiles. Cependant ces usages ne sont pas exempts de dangers, surtout en présence de coton naturel.

L'on distingue trois types de coton selon que les fibres qui le constituent sont naturelles, synthétiques ou mixtes.

La finalité de ce présent chapitre est de faciliter au lecteur la discrimination entre les différents types de fibres textiles, naturelles et artificielles, ce qui lui permettra de découvrir la nature de celles présentes chez lui.

### **7.2.1. Les fibres naturelles**

Les fibres végétales sont à base de cellulose et proviennent des plantes: l'ouate, qui provient du cotonnier, et les fibres du lin en sont deux exemples.

Les fibres animales sont à base de protéines et sont des produits animaux tels que la laine et la soie.

### **7.2.2. Les fibres artificielles**

La viscose (ou soie artificielle) est constituée de fibres blanchies, régénérées à partir de la cellulose, selon des techniques artificielles de fabrication de soie.

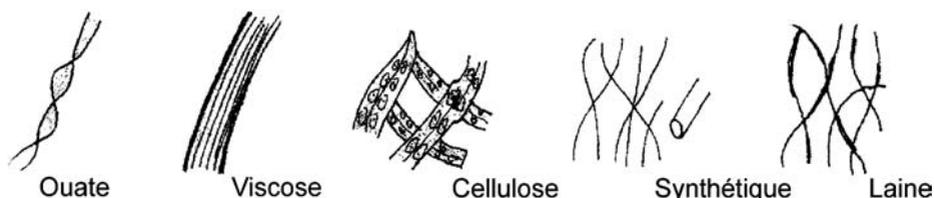
Les fibres synthétiques sont des dérivés chimiques du charbon ou du pétrole: le nylon, le dracon et l'orlon en sont des exemples.

### **7.2.3. Comment reconnaître les différentes fibres ?**

Les étiquettes des emballages peuvent renfermer des données sur le type des fibres achetées. On peut aussi les identifier grâce aux tests suivants, et par conséquent découvrir celles qui sont nuisibles pour les coquilles.

## **L'examen visuel**

Cet examen nécessite une loupe puissante ou un microscope. Un grossissement de 10 ou de 20 fois est suffisant pour spécifier les différentes variétés de fibres (Fig. 49).



**Fig. 49.** Un examen visuel avec une loupe suffit pour distinguer les différentes variétés de fibres.

- . Les fibres d'ouate ressemblent à un morceau d'ADN (acide désoxyribonucléique); ce sont des fibres aplaties, contournées, facilement discernables.
- . Les fibres de la viscose consistent en des rangées de sillons longitudinaux, de forme aplatie.
- . Les fibres de cellulose sont aisément identifiables par leur aspect végétal.
- . Les fibres synthétiques sont reconnaissables par un enchevêtrement de nombreux fils de même épaisseur et de même apparence.
- . Les fibres de la laine, ressemblent à première vue aux fibres synthétiques, elles en diffèrent par des filaments creux, de différentes épaisseurs.

### Test de combustion

Pour ce test, on prend un morceau du matériel à identifier, qu'on maintient à l'aide d'une pince, au-dessus de la flamme d'une bougie. Il faut être attentif tout le long du test, particulièrement en ce qui concerne la flamme, les cendres et l'odeur. Le tableau cinq montre ces caractéristiques pour les trois grands types utilisés.

type	flamme	odeur	cendres
ouate	ardente, jaune	de papier brûlé	peu, grises
laine	légèrement inflammable	de cheveux brûlés	bulles noires, facilement crachées
synthétique	fond sans flamme	de céleri ou de poisson cuit au four	bulles noires, difficilement crachées

**Tab. 5.** Flamme, odeur et cendres libérées avec le test de combustion.

### 7.2.4. Types de cotons

#### Les cotons naturels

- . Le coton ouaté consiste en des graines blanches de cotonniers tels que les tampons de coton et les bourgeons de coton (la majorité des cotons disponibles sur le marché).

- . Les cotons cellulosiques sont constitués à base de fines fibres végétales entrelacées, extraites à partir du bois, après suppression des parties dépourvues de cellulose. Le coton hydrophile est un exemple de ce type.

Les désavantages des cotons naturels pour les coquilles sont d'une part leur grande capacité d'absorption et d'autre part le dégagement de vapeurs acides suite à la désintégration naturelle de la cellulose.

### **Les cotons mixtes**

Ces cotons se composent de 50 % d'ouate et 50 % de viscose. Les cotons chirurgicaux sont de ce type.

Les désavantages des cotons mixtes pour les coquillages sont les mêmes que pour le coton naturel, mais leur absorption et leurs dégagements acides sont moindres.

### **Les cotons synthétiques**

Ces cotons sont composés à base de fibres synthétiques (polyester). Soffban® et Cellona® sont deux noms commerciaux bien connus.

Avec ce type de coton il n'y a aucun désavantage pour nos collections de coquilles: ils sont non absorbants et ne dégagent pas de vapeurs acides et s'adaptent aux différences de température.

#### **7.2.5. Alternatives**

Une alternative au coton est l'utilisation de filtres tels que ceux utilisés dans la fabrication des couvercles des cuisinières ou dans le rembourrage des jaquettes. Il s'agit de fibres synthétiques qui ne risquent donc pas d'altérer les coquillages. Leur unique inconvénient réside dans le fait qu'ils sont légèrement rigides. On les utilise souvent comme fonds des boîtes de rangements, en raison de leur épaisseur constante et de leur découpe facile. Ils ont parfois une couleur noire uniforme et contiennent alors du carbone.

Pour remplacer un opercule cassé au niveau du péristome, l'on peut, plutôt que du coton, utiliser une colle facile à enlever et non nuisible ou un adhésif réutilisable. Une autre alternative consiste à ne pas le coller, mais simplement à le placer isolément dans un sac en plastique, préalablement numéroté.

### **7.3. Le plastique**

Les coquillages sont souvent gardés dans divers types d'emballage plastique, afin de les protéger contre les altérations et les poussières, de les entretenir séparément, ou pour des raisons pratiques et esthétiques. On trouve des sachets de type « ziplock » et des boîtes de différentes dimensions dans presque chaque collection. Néanmoins, le plastique n'est pas toujours affiné, et certains types ne sont pas réellement adaptés aux collections de coquillages. Qu'est-ce que le plastique et quelles en sont les variétés que l'on peut trouver?

### 7.3.1. Interprétation élémentaire

Le plastique a été inventé, il y a un siècle, par Leo Baekeland un chimiste américain d'origine belge. La bakélite fut obtenue lors de la réaction chimique entre phénol et formaldéhyde. Il existe actuellement des centaines de types de plastiques aux utilisations multiples.

Le plastique est en réalité un nom commun qui désigne un grand nombre de substances synthétiques macromoléculaires. Ce sont des polymères, ce qui signifie qu'un grand nombre de molécules identiques s'incorpore dans leurs macromolécules par le biais des réactions de polymérisation.

En se basant sur certaines caractéristiques, on peut classer les plastiques dans deux groupes, les plastiques thermodurcissables et les thermoplastiques

#### **Plastiques thermodurcissables**

Ce sont des monomères reliés les uns aux autres à l'aide de composés atomiques. De tels types de plastiques ne peuvent être moulés que lors du processus de fabrication et ne sont pas recyclables par la suite. Ils sont utilisés par exemples dans les télévisions, radios, téléphones, prises de courant, etc. La bakélite en est le premier exemple et peut-être le mieux connu.

#### **Thermoplastiques (thermoplasts)**

Les thermoplastiques sont constitués par de longues chaînes moléculaires reliées les unes aux autres par des « forces Vanderwaals », consolidées parfois par des liaisons hydrogène. Contrairement aux plastiques thermodurcissables, les thermoplasts possèdent un point de traitement ce qui leur permet d'être recyclables au-delà de cette température. Ils sont utilisés, par exemple, dans les ballons gonflables, les bateaux et les tuyaux. Le polystyrène et le polyvinyle sont des thermoplastiques.

Pour découvrir la différence entre ces deux groupes de plastiques, il suffit de les placer au-dessus d'une flamme. Les plastiques thermodurcissables ne brûlent pas, mais dégagent une odeur très forte. Les thermoplasts brûlent, mais s'éteignent à l'extérieur de la flamme.

### 7.3.2. Quelques types de plastique

- . Le chlorure de polyvinyle, ou PVC, est un thermoplast qui est utilisé dans l'industrie des bâtiments (drains-égouts, gouttières, etc.)
- . Le polystyrène est l'un des plus importants types de plastiques. C'est un thermoplast communément employé comme isolant sous forme de panneaux ou de mousses. On le trouve aussi dans de nombreux articles à usage quotidien: boîtes, tasses, etc.
- . Le polyéthène ou polyéthylène fait partie aussi des thermoplasts les plus usuels. On l'emploie notamment pour fabriquer les sacs en plastique, les boîtes et les objets d'emballages.

Le chlorure d'éthène ou chlorure de vinyle est le monomère utilisé pour préparer le polychlorure de vinyle (PVC).

### 7.3.3. Les plastiques à éviter

Il est préférable de ne pas se servir des sacs et boîtes à base de PVC. En effet, au fil du temps, ce type de plastique libère des quantités de chlorure, qui peuvent décolorer ou même altérer les coquillages.

Les panneaux mousseux de polystyrène, qui sont parfois déposés au fond des boîtes et des tiroirs, ne sont pas très adaptés car instables: ils peuvent dégager des éléments volatils nuisibles.

### 7.3.4. Les plastiques à utiliser

Tous les types de sacs et de boîtes, faits à base de polyéthylène. La plupart des petits sacs de collection moulés à partir de ce matériel, tels les ziplock et les mini-sacs (Fig. 50), ne sont d'aucune nocivité.

Par opposition à la forme mousseuse, la forme solide du polystyrène est stable. Beaucoup de boîtes transparentes de diverses dimensions sont faites à partir de ce matériel et ne causent aucun problème pour les coquillages. Les 'Micromounts' (Fig. 50), souvent utilisés pour les collections des minéraux sont aussi faites à base de polystyrène. Personnellement, je m'en sers pour garder mes microcoquilles. Ils économisent l'espace, sont transparents, peu coûteux et offrent une meilleure alternative aux tubes en verre.



Fig. 50. Quelques récipients en plastique utiles pour les collections sèches de coquilles.

## 7.4. Peintures et vernis

Il est conseillé d'entretenir les conservatoires de collections en bois, même s'il s'agit d'une essence avec un faible degré de nocivité. Lorsque l'on traite le bois dans le but de limiter la libération des substances volatiles, le choix de la peinture à employer s'avère important.

Les peintures latex banales à base d'acrylique sont à éviter. En effet, bien que le latex procure une protection limitée contre les vapeurs de formaldéhyde, il ne bloque en aucun cas le dégagement des acides organiques. Les vernis communs du bois, le vernis cellulosique, les peintures décoratives et les fixateurs sont aussi insuffisants. Tous ces produits forment une couche imperméable à la surface du bois, mais n'empêchent pas l'air de circuler et ne sont donc pas adaptés.

Le seul vernis qui soit réellement efficace, et qui assure la meilleure protection est le vernis polyuréthane. Ce vernis possède une résistance prolongée, on l'utilise notamment pour les planchers ou les ponts des bateaux à voiles. Il est constitué d'un ou de deux composants qui doivent être parfaitement homogénéisés avant l'usage et il est nécessaire d'appliquer au moins deux couches.

Il faut veiller à ne pas confondre les vernis à base des résines alkydes ou les peintures polyuréthane-acryliques avec le vernis polyuréthane.

Il ne faut pas oublier de traiter aussi l'intérieur, le fond, l'arrière des tiroirs et des armoires et les coulisses des tiroirs quand ils sont en bois. À force d'utilisations, ces derniers s'usent rapidement. Il est donc recommandé de les traiter régulièrement.

### **7.5. Absorbants**

L'utilisation des absorbants pour la protection contre les vapeurs acides est largement étudiée dans des travaux antérieurs, voir par exemple Brokerhof (1998). Cet auteur a examiné différents types d'articles absorbants d'acides, et les a testés sur des coquilles préalablement exposées à l'acide acétique. Les résultats sont très satisfaisants avec le papier calque et le papier filtre traité par du KOH. Conjointement à l'aération de la salle des collections, ce moyen est probablement la solution la plus rentable et la moins coûteuse pour réduire l'accumulation des vapeurs acides.

Le papier calque et le papier filtre traité par du KOH peuvent être intercalés entre le bois des tiroirs et les coquilles. La couleur blanche du papier offre la possibilité de repérer le point de saturation, à l'aide d'un indicateur de pH, comme le bleu de thymol (pH > 7,6 = bleu, pH < 6,0 = jaune).

### **7.6. Identification des acides organiques volatiles et du formaldéhyde**

Il existe un grand nombre de tests pour déceler la présence des acides organiques volatiles et du formaldéhyde. Le plus communément utilisé dans les musées est le test d'Oddy, qui permet de détecter les traces d'un large spectre d'acides organiques volatiles corrosifs. Cependant, il exige un temps relativement long pour être réalisé. D'autres tests, plus rapides, sont possibles.

Il s'agit du test iodure-iodate et du test acide chromotrope, visant à repérer respectivement les traces des acides organiques et du formaldéhyde.

Hormis le test acide chromotrope qui révèle l'existence du formaldéhyde, les autres tests nécessitent alors des analyses complémentaires, car ils n'indiquent pas explicitement la nature des produits volatils.

### **7.6.1. Test d'Oddy (Oddy, 1973)**

C'est un test global de prévention contre la corrosion. Il indique la présence des gaz corrosifs tel que les acides organiques du bois, panneaux, peinture, plastique, etc.

Ce test consiste à mettre le matériel suspect (le bois par exemple) ainsi que des pièces de métaux (bandelettes de plomb, cuivre, argent) et une source d'humidité (eau distillée), dans un récipient hermétique et de chauffer le récipient à une température de 60°C pendant 28 jours. On peut ensuite observer si les vapeurs libérées par l'échantillon corrodent les métaux.

Le plomb est très sensible à la corrosion causée par les acides organiques et le formaldéhyde. Ainsi, lorsque le résultat est positif, la rouille apparaît en premier lieu sur les bandelettes de plomb.

### **7.6.2. Test avec les ions iodure-iodate (Feigl, 1954)**

Ce test est basé sur la réaction d'un acide avec les ions iodure et iodate qui aboutit à la formation de l'iode. L'iode possède la caractéristique de réagir avec l'amidon, il en résulte la formation d'un produit de coloration bleu-violet.

Ce test se déroule dans un récipient en verre, parfaitement étanche, contenant un échantillon du matériel à tester avec les solutions suivantes: KI 2%, KIO<sub>3</sub> 4% et empois d'amidon 0,1%. Le récipient est ensuite déposé sous une température de 60°C pendant 30 minutes. Le test des acides organiques volatiles est considéré positif si la solution se colore en bleu-violet.

### **7.6.3. Test avec l'acide chromotropique (West & Sen, 1956)**

Pour ce test, l'on utilise une solution d'acide chromotropique 1 % (1,8-dihydroxynaphtalène-3,6-acide disulfonique) contenue dans de l'acide sulfurique concentré (97%). L'expérience se déroule dans un récipient en verre parfaitement fermé, porté à une température de 60°C. La présence du formaldéhyde dans le matériel à tester est indiquée par l'apparition d'une coloration violacée.

## **8. Conclusion**

Si votre collection de coquillages est confrontée à une détérioration, celle-ci ne doit pas vous obliger à interrompre votre parcours dans l'univers fascinant des mollusques. J'espère que ce travail vous sera un outil utile pour l'identification et la résolution des éventuels problèmes qui peuvent surgir dans votre collection. J'ai délibérément essayé de combiner notions scientifiques et notions plus générales, afin de permettre aux débutants de bénéficier également de l'information connexe.

Comme mentionné dans l'avant-propos, je n'ai nullement l'intention que mon travail soit exhaustif, certains aspects nécessiteront encore des études supplémentaires.

Au terme de ce travail, j'aimerais ajouter qu'un « environnement parfait pour une collection de coquilles » n'existe pas. On remarque fréquemment que certains objets et coquilles, gardés pendant des années dans des conditions extrêmes, persistent sans montrer de sérieux signes de détérioration. En revanche, une fois transportés dans un « environnement idéal », de nombreux problèmes apparaissent soudainement.

Si les collections sont gardées avec précaution, si les ajustements nécessaires sont réalisés de temps en temps et si les conditions extrêmes sont évitées, je pense que nous serons sur la bonne voie de permettre à nos descendants d'apprécier les choses agréables, qui rendent la vie passionnante et admirable.

## 9. Références

- AGNEW, N. 1981. The corrosion of eggshells by acetic acid vapour. *Institute for the Conservation of Cultural Material Bulletin* 7 (4): 3-9.
- ALLAN, J. 1962. *Australian shells*. Georgian House TTY.LTD, Melbourne: 34-46.
- BRENT, R. 1961. *Chemistry experiments*, Golden Press. Inc, New York: 88-93, 102-105.
- BROKERHOF, A. 1998. Application of sorbents to protect calcareous materials against acetic acid vapours. In: GIBSON (ed), *Indoor Air Pollution: Detection and Mitigation of Carbonyls, Presentation Abstracts and Additional Notes*, 10<sup>th</sup> presentation [online, available from [http://iaq.dk/iap/iap1998/1998\\_10.htm](http://iaq.dk/iap/iap1998/1998_10.htm), accessed on 5/03/2007]
- BRUGGEMANS, K. & HERZOG, Y. 1982. *Organische Chemie*. A. De Boeck Brussels: 39-69.
- BYNE, L.S.G. 1899. The corrosion of shells in cabinets. *Journal of Conchology* 9 (6): 172-178.
- BYNE, L.S.G. 1899. The corrosion of shells in cabinets. Supplement. *Journal of Conchology* 9 (8): 253-254.
- CARRIKER, M. R. 1979. Ultrastructural effect of cleaning molluscan shell with sodium hypochlorite (Clorox). *The Nautilus* 93: 47-50.
- CERNOHORSKY, W.O. 1967. *Marine shells of the Pacific*. Pacific Publications, Sydney, 249 pp.
- DRUZIK, C.M.G. 1991. Formaldehyde: Detection and Mitigation. *Western Association for Art Conservation Newsletter* 13 (2): 13-16.
- ENTROP, B. 1965. *Schelpen vinden en herkennen*, Deuxième édition. ZUTPHEN, W.J. THIEME & CIE, 320 pp.
- GEERTS, W. 1988. *Kompendium Farma* 88-89. Nederlandstalige beroepsvereniging van apothekers, Antwerpen: 12-21.
- GEVERS, E. 1960. *Speurtochten in de microwereld*. De Sikkel, Antwerpen, 146 pp.
- GREGOIRE, C. 1987. Ultrastructure of the *Nautilus* shell. In: W. B. SAUNDERS & N. H. LANDMAN (Eds), *Nautilus: The Biology and Paleobiology of a Living Fossil*, Plenum Press, New York: 463-486.
- HAMILTON, W.R. 1974. *The Hamlyn guide to minerals, rocks and fossils*. Hamlyn, London, 320 pp.
- HARMER, S.F. 1922. Experiments of the fading of museum species. *The Museum Journal* 21: 205-222.
- HUMFREY, M. 1975. *Sea Shells of the West Indies: A Guide to the Marine Molluscs of the Caribbean*. Collins, London, 351 pp.

- JANSSEN, P. 1991. *Catalogue handbook of fine chemicals*. Geel, Acros Organics, 2004 pp.
- KNUDSEN, J.W. 1972. *Collecting and preserving plants and animals*. New York, Harper & Row, 320 pp.
- LABRIE, J. 1973. *La taxidermie*. Ottawa, Bibliothèque nationale du Québec Canada, 175 pp.
- LINCOLN, R.J. & SHEALS, J.G. 1979. *Invertebrate Animals: Collection and Preservation*. British Museum (Natural History), Cambridge University Press: 123-144.
- LYNEBORG, L. 1977. *Kevers in kleur*. Antwerpen. Standard uitgeverij: 38-39, 115-117.
- MARCY, J. & BOT, J. 1969. *Les coquillages*. Paris, Editions N. BOUBEE & CIE: 15-77.
- MARTINDALE, W. 1973. The extra Pharmacopoeia, 26<sup>th</sup> edition. London, The Pharmaceutical Press: 190-193, 879-881.
- MERCK INDEX. 1968. *An Encyclopedia of chemicals and Drugs, 8th edition*. New York. Merck & Co, Inc., 1713 pp.
- MOURIER, H. & WINDING, O. 1976. Elseviers gids van nuttige en schadelijke dieren. Amsterdam, Agon Elsevier: 98-108.
- NICHOLLS, J.R. 1934. Deterioration of shells when stored in oak cabinets. *Journal of the Royal Society of Chemistry* 53: 1077-1078.
- POPPE, T. & GOTO, Y. 1991. *European Seashells. Vol.1*. Wiesbaden, Verlag Christa Hemmen: 27-30.
- SMALDON, G. & LEE, E.W. 1979. A synopsis of methods for the narcotisation of marine invertebrates. *Information series / Royal Scottish Museum Natural History* 6: 1-96.
- STEHLI, G. 1959. *Verzamelen en prepareren van dieren*. ZUTPHEN, W.J., THIEME & CIE, 144 pp.
- ST. GERMAIN, G. & SUMMERBELL, R. 1996. *Identifying filamentous fungi: a clinical laboratory handbook*. Star Publishing Company, Belmont, California, 314 pp.
- TENNENT, N.H. & BAIRD, T. 1985. The Detorioration of Mollusca Collections: Identification of Shell Efflorescence. *Studies in Conservation*, 30 (2): 73-85.
- VAN AKEN, W. 1964. *Bacteriën en virussen*. Antwerpen, De Sikkel N.V., 107 pp.
- VAN NES, J.G.T., 1956. *Prepareren*. ZUTPHEN, W.J., THIEME & CIE, 135 pp.
- VOGEL, A. 1958. *Practical organic chemistry and organic analysis*. New York, LONGMANS, GREEN & CO. Inc.: 1025-1070.
- ZHANG, J., THICKETT, D. & GREEN, L. 1994. Two tests for the detection of volatile organic acids and formaldehyde. *Journal of the American Institute for Conservation* 33 (1): 47-53.

## 10. Remerciements

Je souhaite remercier les Drs Joris Van Acker, du laboratoire de technologie du bois de l'université de Gand, et Jan Bosselaers, du département de mycologie de Janssen Pharmaceutica, Guido Hellemans et Betty Goovaerts du laboratoire chimique et analytique TSM à Malines, le Dr Herman Raes et Hugo Cleemput, du laboratoire clinique AZ à St Maarten Duffel.

Remerciements particuliers aux Drs Jackie Van Goethem (chef du département des Invertébrés) et Patrick Grootaert (chef du département d'Entomologie) de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique pour l'usage de photographies, dessins et articles; à Marylise Leclercq (IRScNB) et Nadine Van Noppen pour les dessins; à Koen Fraussen pour le prêt d'articles et de matériel divers et pour la lecture finale du manuscrit originale en Néerlandais, à Barbara Bosmans pour la relecture du manuscrit en Néerlandais; et à Kevin Monsecour pour les images numériques.

Finalement, je remercie très chaleureusement Elhabib Rour pour la traduction et Arnaud Réveillon, Jackie Van Goethem et Diana Oortman pour la relecture et l'amélioration du texte en Français.

## 11. Au sujet de l'auteur et du traducteur

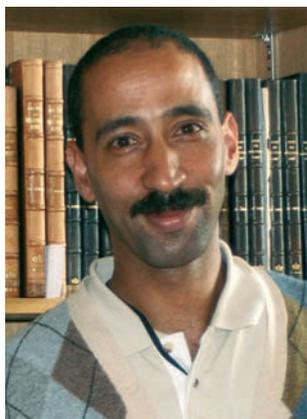


**Roland De Prins** (°1967) habite à Malines en Belgique. Son père, un ornithologiste amateur, lui a communiqué son amour pour la nature et dès sept ans, il s'est passionné pour les coquillages. Après des études en chimie pharmaceutique, il a travaillé dans une pharmacie hospitalière où il était le responsable principal pour les préparations magistrales, la nourriture parentérale et les traitements chimiothérapeutiques (cytostatica)

Véritable autodidacte en malacologie, son intérêt pour les mollusques et plus particulièrement pour les céphalopodes a grandi avec le temps. Actuellement, il possède une des plus grandes collections privées de Belgique.

Depuis plusieurs années, il tente de mettre au point, dans son laboratoire, une méthode de fixation, qui permettrait de garder les couleurs naturelles des animaux après conservation.

Depuis 2005, il est collaborateur scientifique à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Spécialisé dans la détérioration des collections de coquilles, il offre des conseils et solutions dans le monde entier.



**Dr Elhabib Rour** (°1964) est de nationalité marocaine. Il a suivi l'ensemble de ses études primaires, secondaires et universitaires dans sa ville natale, Marrakech. Licencié en biologie animale en 1987, il a obtenu son diplôme d'études supérieures, en écophysiologie, en 1993 et son doctorat, en malacologie, en 2004.

Depuis 1995, le dr E. Rour occupe un poste d'enseignant chercheur à la Faculté des Sciences de l'Université Moulay Ismail de Meknès, Maroc.

Une coopération effective avec l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique lui a permis d'obtenir le titre de collaborateur scientifique à la Section Malacologie de cet Institut.

Intéressé par l'étude de la malacofaune terrestre, il œuvre à la réalisation d'une collection de référence des mollusques terrestres du Maroc.

# Détérioration des collections de coquilles

Des collections de spécimens biologiques, rassemblées de manière systématique et suivant une méthode scientifique rigoureuse, constituent des outils indispensables pour pratiquer la discipline biologique la plus fondamentale, à savoir la taxonomie.

Cette dernière étaye par excellence nos connaissances de la vie sur Terre et s'avère indispensable pour acquérir une évaluation fiable ainsi qu'une surveillance efficace des espèces dans le vaste cadre de programmes de conservation de la nature.

Ces collections de référence sont souvent anciennes et subissent les inconvénients d'une préservation de longue date, voire durant des siècles. Ceci est particulièrement le cas des collections de coquillages, objets fragiles de par leur nature.

Il existe de nombreux livres et articles dans lesquels figurent de bons conseils. Toutefois, l'ouvrage présent est, à ma connaissance, le premier qui fait état de l'ensemble des risques connus, pesant sur des collections conchyliologiques.

En même temps, il présente les précautions variées à prendre et les remèdes adéquats à appliquer en cas de quelconque problème. En outre, ce livre peut être très utile à tout naturaliste en charge de la gestion de spécimens de nature calcaire, comme par ex. les foraminifères, coraux, crustacées, échinodermes, oeufs et certains minéraux.

Mars 2007

Dr J. Van Goethem  
Chef du Département des Invertébrés  
Institut royal des Sciences naturelles de Belgique



Produit avec le soutien financier de la  
Direction générale de la Coopération  
au Développement, Belgique