



## **MONTAGE D'UN SQUELETTE DE MANCHOT EMPEREUR (*APTENODYTES FORSTERI*) EN TERRE ADELIE (ANTARCTIQUE) : INTERET DES AMPHIPODES DANS LE NETTOYAGE DES OS.**

LACOSTE-GARANGER N. <sup>(1)</sup>, LANSHERE J. <sup>(2)</sup> et A. LEWDEN <sup>(3)</sup>

(1). UMR CNRS 5123, Physiologie Intégrative Cellulaire et Moléculaire, Université Claude Bernard Lyon 1, Bâtiment Raphaël Dubois, 43, Bd du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex. [nlacoste.vet@gmail.com]

(2). UMR 7138 CNRS Systématique, Adaptation, Évolution, Muséum National d'Histoire Naturelle, 57 rue Cuvier, 75005 Paris. UMR 7159 LOCEAN, Université Pierre et Marie Curie, 4, Place Jussieu, 75252 Paris. [julien.lanshere@gmail.com]

(3). CNRS UPR 1934, CEBC - Centre d'études biologiques de Chizé, 79360 Villiers en Bois. [agneslewden@gmail.com]

### ***English title:***

Assembling a skeleton of an Emperor Penguin (*Aptenodytes forsteri*) in Adelie Land (Antarctica): interest of amphipods in the bones cleaning.

**Mots-clés:** Ostéologie, oiseau, amphipodes, manchot empereur, *Aptenodytes forsteri*.

**Keywords:** Osteology, bird, amphipods, Emperor Penguin, *Aptenodytes forsteri*.

**Systematics - Systématique (latin)**Vertebrates - *Vertébrés (Vertebrata)*Birds - *Oiseaux (Aves)*Sphenisciformes - *Sphénisciformes (Sphenisciformes)*Penguins - *Sphéniscidés (Spheniscidae)*Aptenodytes - *Aptenodytes (Aptenodytes)**Aptenodytes forsteri* (Gray, 1844)

Un manchot empereur femelle adulte de 26 kg et 1,25 m de long (de la pointe du bec au bout des griffes) retrouvé mort à proximité de la colonie située près de la base polaire Française Dumont d'Urville (IPEV), dans l'archipel de Pointe Géologie en Terre Adélie, a fait l'objet d'une autopsie (Fig. 1). Afin de réaliser une pièce anatomique à objectif didactique pour les futures biologistes du laboratoire de biologie marine (Biomar) de la base Dumont d'Urville, l'animal a été préparé pour récupération du squelette qui a ensuite été nettoyé et a fait l'objet d'un montage anatomique (en accord avec l'arrêté TAAF n° 2011-91 du 14 Octobre 2011 relatif au programme 109 pour la saison 2011-2012).

*A dead female Emperor Penguin, 26 kg (in weight) and 1,25 m long (from the end of the beak to the claws), found dead around the rookery near the French polar station Dumont d'Urville (IPEV), Pointe géologie archipelago, Adelie Land, has been dissected (Fig. 1) and prepared for the skeleton to be recovered and assembled. The aim was to realize an osteology model for future generations of biologists of the marine biology laboratory of Dumont d'Urville station. (according to decree TAAF n° 2011-91 du 14 Octobre 2011 relatif au programme 109 pour la saison 2011-2012).*

Après dépouillage, les viscères thoraciques et abdominaux ainsi que les principales masses musculaires ont été enlevées (éviscération et écharnage) et remises à disposition du principal prédateur, le pétrel géant (*Macronectes giganteus*, Procellariidae, Procellariiformes). La carcasse a ensuite été bouillie à l'eau pendant 8 heures et la majeure partie des tissus bouillis a été enlevée manuellement (Figs. 2A et B) afin de faciliter la poursuite du protocole et réduire ainsi la durée du nettoyage par les amphipodes.

**Fig. 1. Aspect du spécimen avant autopsie [*Initial aspect of the specimen before necropsy*].**

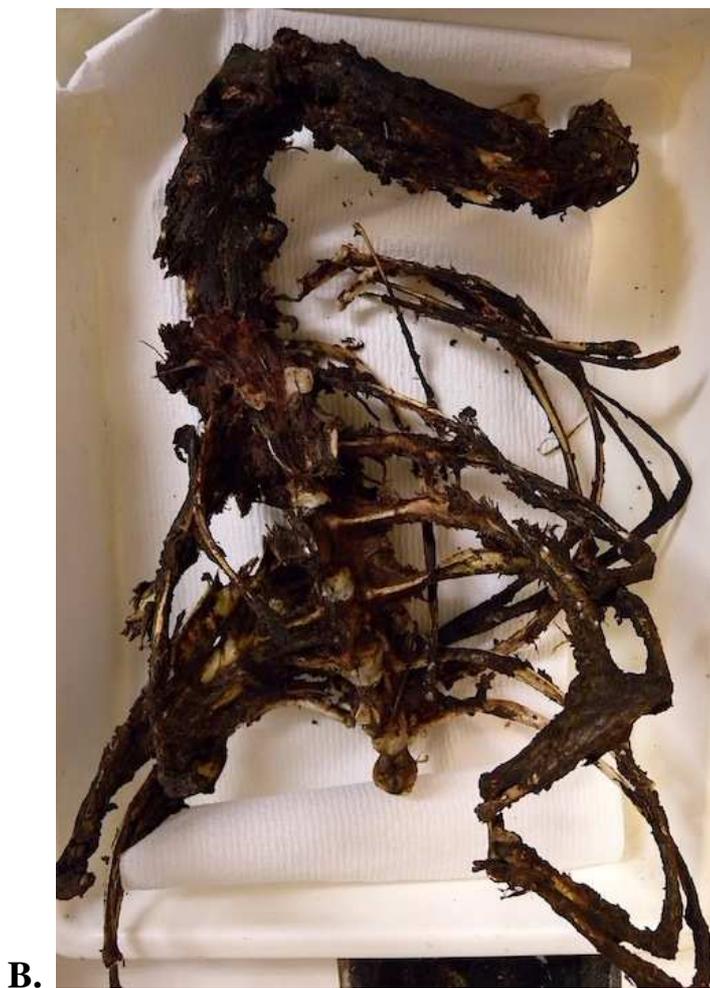


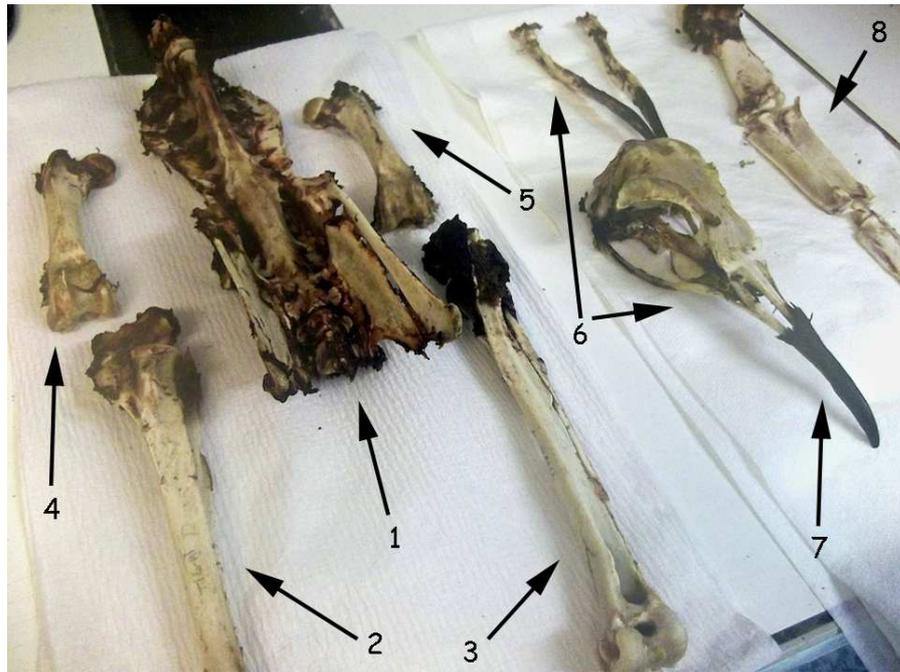
Certaines parties du squelette comme le crâne, le rachis, le bréchet, le synsacrum et les os longs ont ensuite été placés dans un filet à maille fine (2 cm) et immergés en mer à une profondeur de 35 m (température de  $-1,8^{\circ}\text{C}$ ) au contact du substrat marin (Fig. 2C). Un contrôle de la progression du nettoyage a été effectué tous les deux jours, et la durée d'immersion des diverses pièces anatomiques a varié entre 48h et une semaine suivant la quantité de tissu encore présente sur les os.

*After skinning the body, the thoracic and abdominal organs and the biggest muscles were cut off (evisceration and fleshing ) and put back in order to feed the predators, especially Giant Petrels (*Macronectes giganteus*, *Procellaridae*, *Procellariiforms*). The carcass was then boiled with water during 8 hours and the biggest part of boiled tissues was manually removed in order to shorten the cleaning by the amphipods (Figs. 2A and B).*

*Some parts of the skeleton like the skull, the spinal column, the carina, the synsacrum, and the long bones were then deposited at sea in a fine-mesh net (2 cm), 35 metres deep (temperature of  $-1,8^{\circ}\text{C}$ ), in contact with the marine substrate (Fig. 2C). A control of the cleaning progress was performed every other day and duration in the water did not exceed a week, according to the amount of tissue still attached to the bone.*

**Fig. 2.** Os avant immersion en mer [*Bones before immersion*].





A.



B.

**Légende**

- 1. Synsacrum et premières vertèbres coccygiènes
- 2. Tibia droit
- 3. Tibia gauche
- 4. Fémur droit
- 5. Fémur gauche
- 6. Crâne et mandibule
- 7. Bec, (partie
- 8. Os de l'aile gauche
- 9. Vertèbres cervicales
- 10. Côtes

*Legends*

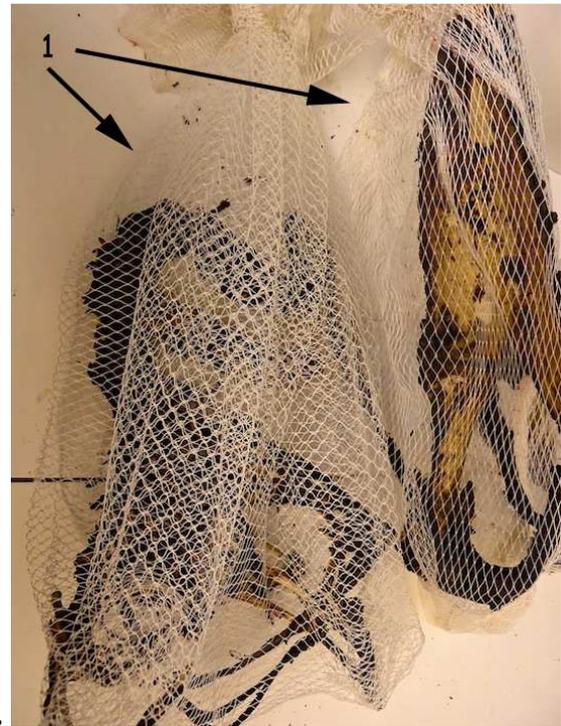
- 1. *Synsacrum and firsts coccygean vertebrae*
- 2. *Right tibia*
- 3. *Left tibia*
- 4. *Right femur*
- 5. *Left femur*
- 6. *Skull and mandible*
- 7. *Beak*
- 8. *Left pinion*
- 9. *Cervical vertebrae*
- 10. *Ribs*

**Fig. 3. Os placés dans un filet à maille fine avant immersion [*Bones in a fine mesh net before immersion*].**



**Légende**

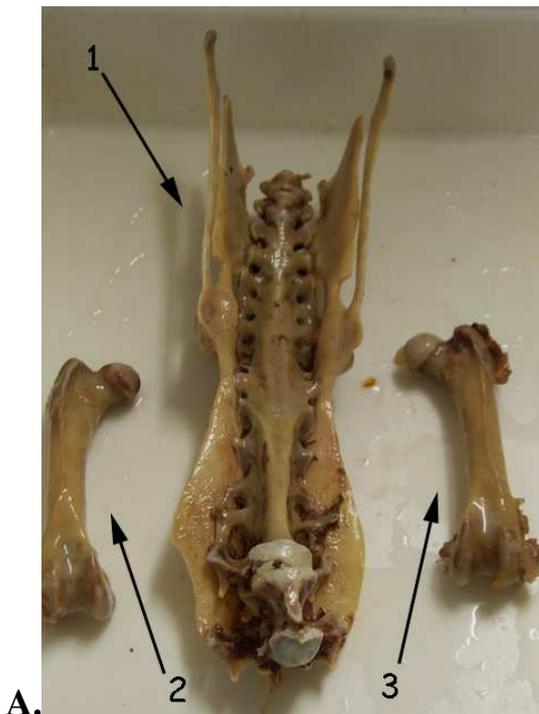
**1. Filet a maille fine**



**Legends**

**1. Fine mesh net**

Fig. 4. Os après immersion [*Bones after immersion*].



- Légende**  
1. Synsacrum  
2. Fémur gauche  
3. Fémur droit  
4. Tibia gauche  
5. Tibia droit

- Legends**  
1. Synsacrum  
2. Left femur  
3. Right femur  
4. Left tibia  
5. Right tibia

**Fig. 5. Os après grattage et blanchiment [*Bones after scratching and bleaching*].**



**Légende**

**A. Crâne**

**B. Ensemble du squelette**

**Legends**

**A. Skull**

**B. Entire skeleton**

Les os ont été inventoriés et latéralisés avant la reconstruction (Fig. 6A) puis le montage du squelette en position anatomique debout s'est faite sur un socle en bois peint en noir. Les os ont été fixés au socle et assemblés au moyen d'un pistolet à colle chaude (BOSH® GKP 200 CE) (Figs. 6A, B et C). Seule l'articulation de l'épaule a dû être renforcée au moyen d'une tige d'acier inoxydable insérée dans les têtes proximales des humérus, et dans la partie articulaire correspondante des os coracoïdes.

Bones were listed and lateralized, then the skeleton was assembled on a piece of black stained wood in an anatomic standing position. Bones were bounded together with a warm glue gun (BOSH® GKP 200 CE) (Figs. 6A, B and C). Only the shoulder joint was secured with a stainless steel shaft inserted in the proximal part of the humerus and in the corresponding part of the coracoid bones.

**Fig. 6. Assemblage du squelette [Skeleton assembling].**

**A. Colonne vertébrale [Vertebral column].**



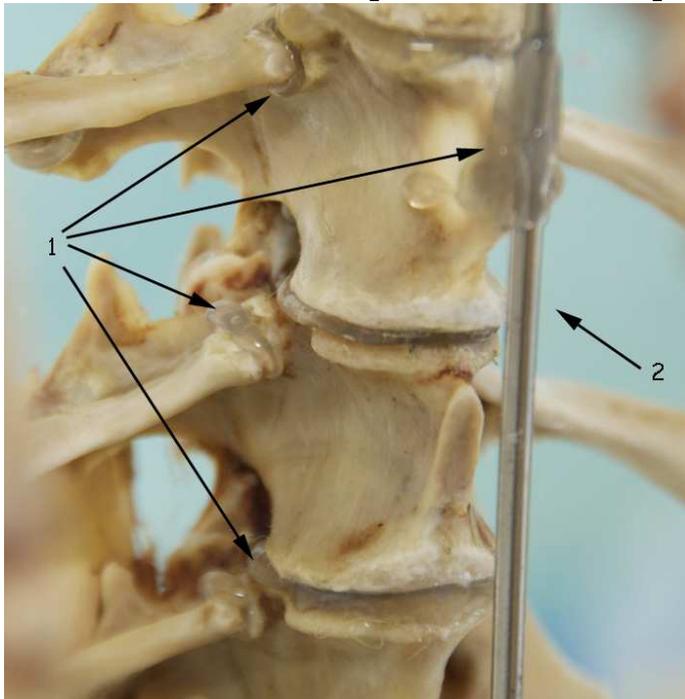
**C. Aileron droit [Right wing].**



**B. Doigts (patte gauche) [Fingers (left foot)].**



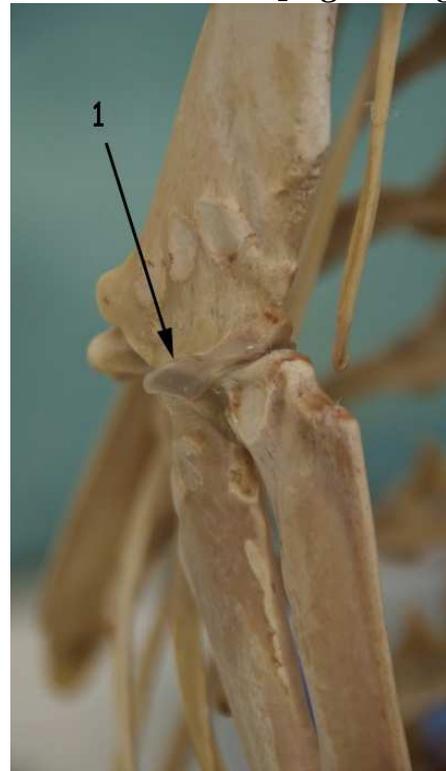
**A. Colonne vertébrale [Vertebral column].**



**B. Doigts (patte gauche) [Fingers (Left foot)].**



**C. Aileron droit [Right wing].**



**Légende**

- 1. Colle
- 2. Tige en acier inoxydable

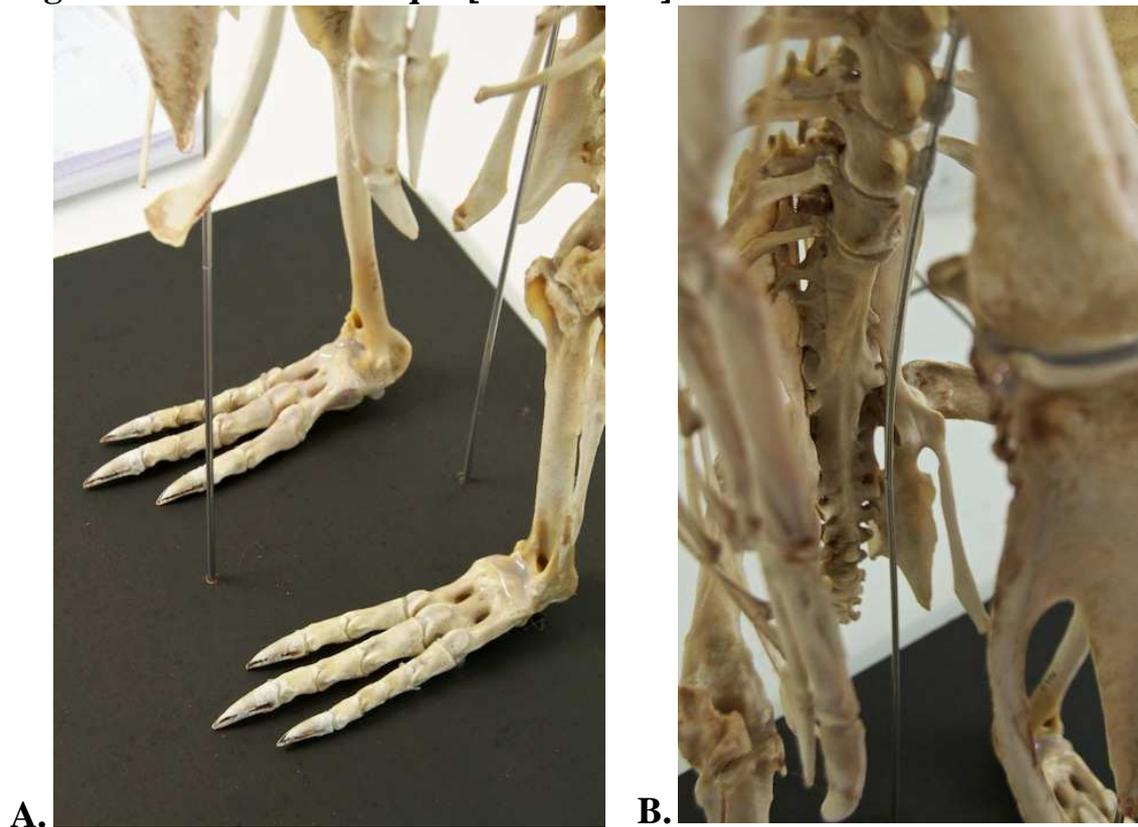
**Legend**

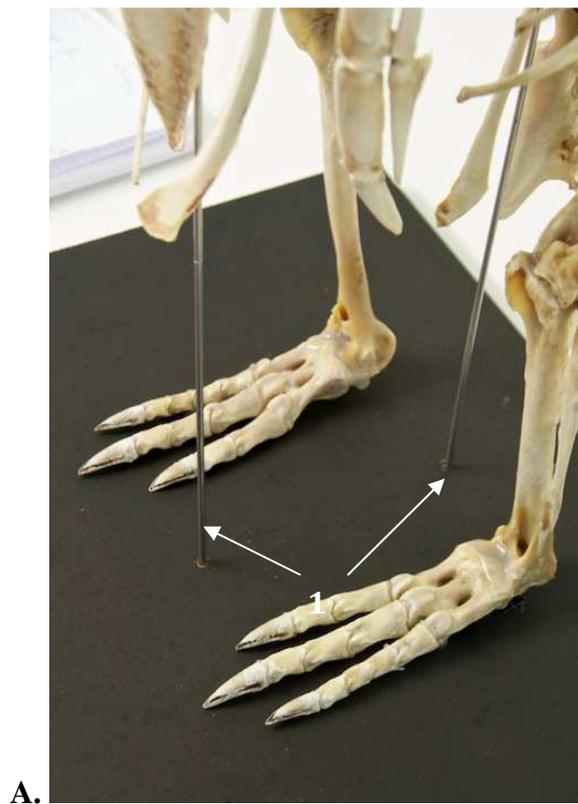
- 1. Glue
- 2. Stainless steel shaft

Afin de donner plus de rigidité et de solidité à la structure, l'ensemble du rachis est enfilé sur un fil d'acier galvanisé de 1,5 mm de diamètre, l'armature empruntant le canal rachidien depuis les dernières vertèbres coccygiennes jusqu'à la partie basilaire de l'os occipital (Fig. 7A). Pour la stabilité, le socle de présentation est renforcé de deux axes en acier inoxydable verticaux de 3 mm de diamètre, l'un collé à la face interne du bréchet, l'autre collé à la face ventrale du synsacrum et des premières vertèbres thoraciques (Figs. 7B et C).

*To get more rigidity, a 1,5 mm diameter galvanized metal wire was inserted along the spinal column, from the last vertebra to the basilar part of the occipital bone (Fig. 7A). Two 3 mm diameter stainless steel axis were also added to the base to give more stability. One was stuck up to the inner face of the carina, and the other to the ventral face of synsacrum and dorsal vertebrae (Figs. 7B and C).*

**Fig. 7. Armature métallique [Metal wires].**





A.



B.

**Légende**

**1. Axe en acier inoxydable**

**Legend**

**1. Stainless steel metal axis**

Le squelette ainsi assemblé est destiné à rester en Terre Adélie, au laboratoire de biologie marine de Dumont d'Urville (Figs. 8A et B).

Remarque : les parties sternales des côtes, abimées lors de la préparation et de l'autopsie, n'ont pas été intégrées au squelette, de même que l'os hyoïde et les anneaux osseux de la sclérotique des yeux.

*The assembled skeleton will stay in Adélie Land, at the marine biology laboratory of Dumont d'Urville station (Figs. 8A and B).*

*Note: The sternal parts of the ribs and the hyoid bone were not included in the final skeleton because they were broken during dissection, as well as the bone rings of the eyes sclera.*

**Fig. 8. Squelette assemblé [Assembled skeleton].**

### Discussion et conclusions

Animal endémique de l'Antarctique, les données anatomiques disponibles sur le manchot empereur (*Aptenodytes forsteri*) restent relativement peu abondantes. Étant donné la difficulté technique d'accéder à certaines informations scientifiques depuis une base polaire, il était intéressant pour les futures générations de biologistes de Terre Adélie de pouvoir se référer à un modèle anatomique sur place.

Les amphipodes, dont la majorité des espèces sont qualifiées de macrozoobenthos (animaux de taille supérieure à 1 mm et vivant à proximité du fond des océans) sont essentiellement des détritivores et des nécrophages, se nourrissant de débris (Fig. 9 C et D), et a ainsi éviter le recours à des bains dans des solvants organiques tels que l'acétone.

### *Discussion and conclusions*

*Endemic to Antarctica, anatomic data available on the Emperor Penguins are relatively uncommon. Given the technical difficulties of a polar station to access easily to scientific informations, an osteological model would be a useful tool for the future generations of biologists in Adelie Land.*

*Amphipods are macrozoobenthos species, longer than 1 mm and living close to the ocean bottom. They are essentially necrophagous, feeding on animal or plant matter (Figs.9 A to D). Their abundance in the cold water of the Antarctic Ocean enables an effective and ecological cleaning of the bones (Figs. 9 A to D), without the use of chemical baths with organic solvents like acetone.*

### **Fig. 9. Amphipodes [*Amphipoda*].**

#### **A. *Waldeckia obesa* (©REVOLTA-IPEV)**



#### **B. *Uristes murrayi* (©REVOLTA-IPEV)**



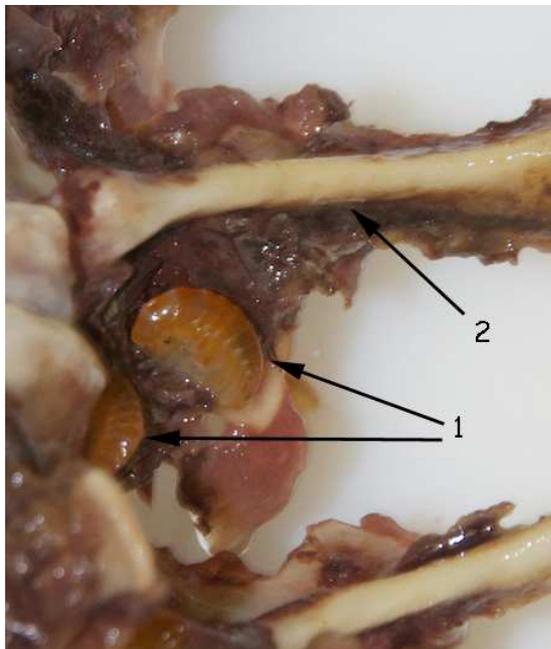
C.



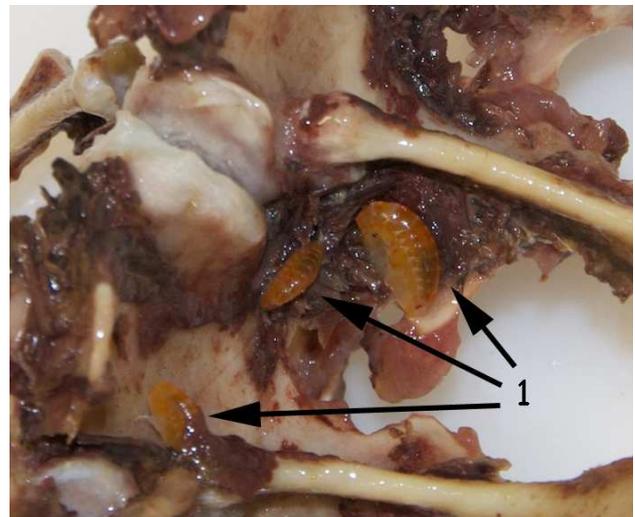
D.



C.



D.



**Légende**

- 1. Amphipodes en cours de nettoyage
- 2. Côte

**Legends**

- 1. Amphipodes in cleaning progress
- 2. Rib

La technique d'assemblage du squelette au pistolet à colle chaude a l'avantage d'être non destructrice en gardant intègres les os, en particulier les surfaces articulaires, et de restaurer l'épaisseur des cartilages et des disques intervertébraux. Par ailleurs, elle s'avère moins difficile à mettre en œuvre que les techniques par perçage et fils de fer.

La combinaison de ces deux procédés, peu coûteux et faciles à mettre en place, a permis de restreindre la création de déchets chimiques et organiques. Les amphipodes ont prouvé leur utilité et efficacité pour le nettoyage des os, et cette méthode pourrait être extrapolée en utilisant d'autres organismes détritivores, terrestres ou marins.

*The assembling technique with a warm glue gun was chosen because it keeps the integrity of the bones, especially joint surface, and restores the cartilage thickness and the spinal discs. Moreover, this technique is easiest to achieve than those using drilling and metal wire.*

*Thanks to these two techniques, we have limited the production of chemical and organic waste. Amphipods proved their efficiency in cleaning bones, and this method could probably be used with other kind of necrophagous organisms, terrestrial or marine.*

**Remerciements :** T. Boisgard (Muséum d'Histoire Naturelle, Nantes, France), B. Chanet, G. Lecointre, Catherine Ozouf-Costa, Cyril Gallut (Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France), Y. Baecke, M. Boureau, B. Girardin et B. Manuel (Expédition Polaire Française TA62, IPEV, Base Dumont d'Urville, Terre Adélie), REVOLTA-IPEV.

**Acknowledgements :** *T. Boisgard (Muséum d'Histoire Naturelle, Nantes, France), B. Chanet, G. Lecointre, Catherine Ozouf-Costa, Cyril Gallut (Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France), Y. Baecke, M. Boureau, B. Girardin and B. Manuel (Expédition polaire française TA62, IPEV, Dumont d'Urville station, Adélie Land), REVOLTA-IPEV.*

## Orientations bibliographiques

COLES, B.H. (2007). *Essential of Avian Medicine and Surgery*, Oxford; Blackwell Pub., 3<sup>rd</sup> ed., 397 pages.

GUINTARD C., CHANET B., BETTI E. et B. MEJZA, (2001). Deux techniques rapides et bon marché de préparation du squelette des vertébrés. *Biologie Géologie*, n°4: 783-793.

SHUFELDT R.W. (1901). "Osteology of The Penguins." *Journal of Anatomy and Physiology*, 35(3): 390-404.

BOISGARD T., BETTI E., LIOUX M., GRONDIN G. et C. GUINTARD (2012). Moulage d'un lionceau nouveau-né : mise en évidence des viscères superficiels des cavités thoracique et abdominale. *Cahier d'Anatomie Comparée*, 2012 (4): 1-10.

SHIRIHAI H. (2007). *A Complete Guide To Antarctic Wildlife*, A & C Black (eds), 2<sup>nd</sup> ed., 544 pages.

To cite this article: Lacoste-Garanger N. *et al.* (2013). Assembling a skeleton of an Emperor Penguin (*Aptenodytes forsteri*) skeleton in Adelle Land (Antarctica): interest of amphipods in the bones cleaning, *Cahier d'Anatomie Comparée*, 2013 (5): 1-17, C@C All rights reserved.

Pour citer cet article: Lacoste-Garanger N. *et al.* (2013). Montage d'un squelette de manchot Empereur (*Aptenodytes forsteri*) en Terre Adélie (Antarctique) : intérêt des amphipodes dans le nettoyage des os, *Cahier d'Anatomie Comparée*, 2013 (5): 1-17, C@C All rights reserved.