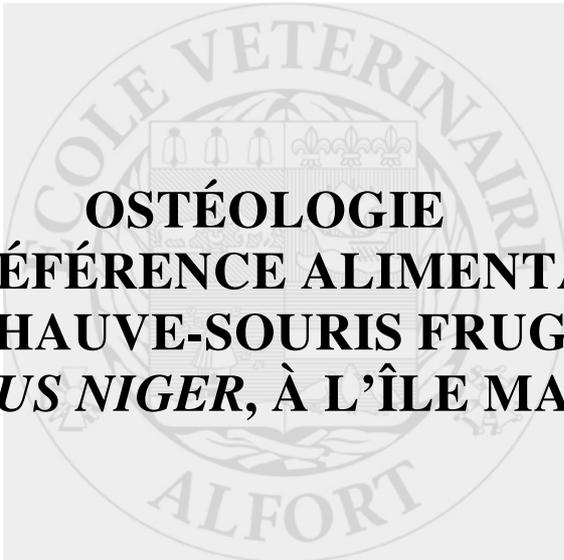


Année 2017



**OSTÉOLOGIE
ET PRÉFÉRENCE ALIMENTAIRE
D'UNE CHAUVE-SOURIS FRUGIVORE,
PTEROPUS NIGER, À L'ÎLE MAURICE**

THÈSE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant
LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE CRÉTEIL

le 19 décembre 2017

par

Vinciane, Méryle, Marie-Frédérique ROGER

Née le 12 Avril 1991 à Mont-Saint-Aignan (Seine Maritime)

JURY

Président : P^r SOUSSY
Professeur à la Faculté de Médecine de CRÉTEIL

Membres

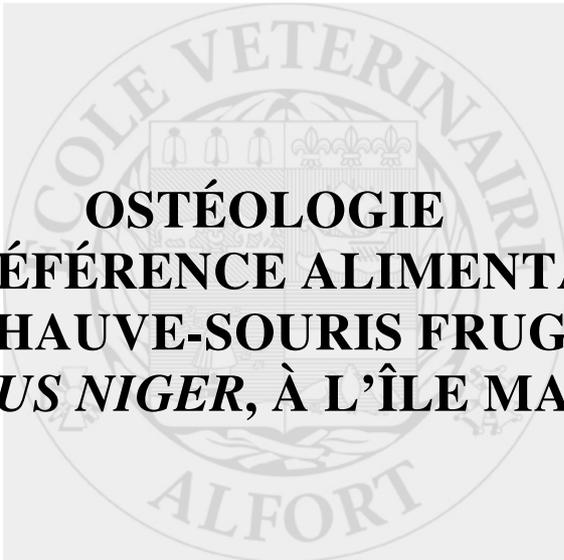
Directeur : D^r GUINTARD

Maître de conférences à l'École Nationale Vétérinaire de Nantes

Assesseur : D^r ARNÉ

Maître de conférences à l'École Nationale Vétérinaire de Maisons-Alfort

Année 2017



**OSTÉOLOGIE
ET PRÉFÉRENCE ALIMENTAIRE
D'UNE CHAUVE-SOURIS FRUGIVORE,
PTEROPUS NIGER, À L'ÎLE MAURICE**

THÈSE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant
LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE CRÉTEIL

le 19 décembre 2017

par

Vinciane, Méryle, Marie-Frédérique ROGER

Née le 12 Avril 1991 à Mont-Saint-Aignan (Seine Maritime)

JURY

Président : P^r SOUSSY
Professeur à la Faculté de Médecine de CRÉTEIL

Membres

Directeur : D^r GUINTARD

Maître de conférences à l'École Nationale Vétérinaire de Nantes

Assesseur : D^r ARNÉ

Maître de conférences à l'École Nationale Vétérinaire de Maisons-Alfort

Liste des membres du corps enseignant

Directeur : M. le Professeur Degueurce Christophe

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs : Cotard Jean-Pierre, Mialot Jean-Paul, Moraillon Robert, Parodi André-Laurent, Pilet Charles, Toma Bernard.

Professeurs émérites : Mme et MM. : Bénet Jean-Jacques, Chermette René, Combrisson Hélène, Courreau Jean-François, Deputte Bertrand, Niebauer Gert, Paragon Bernard, Pouchelon Jean-Louis.

Département d'élevage et de pathologie des Équidés et des Carnivores (DEPEC)

Chef du département : Pr Grandjean Dominique - Adjoint : Pr Blot Stéphane

<p>Unité pédagogique de cardiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Chetboul Valérie* - Dr Gkouni Vassiliki, Praticien hospitalier <p>Unité pédagogique de clinique équine</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Audigé Fabrice - Dr Bertoni Lélia, Maître de conférences - Dr Bourzac Céline, Maître de conférences contractuel - Dr Coudry Virginie, Praticien hospitalier - Pr Denoix Jean-Marie - Dr Giraudet Aude, Praticien hospitalier * - Dr Jacquet Sandrine, Praticien hospitalier - Dr Mespoulhès-Rivière Céline, Praticien hospitalier - Dr Moiroud Claire, Praticien hospitalier <p>Unité pédagogique de médecine interne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Benchekroun Ghita, Maître de conférences - Pr Blot Stéphane* - Dr Canonne-Guibert Morgane, Maître de conférences contractuel - Dr Freiche-Legros Valérie, Praticien hospitalier - Dr Maurey-Guénec Christelle, Maître de conférences <p>Discipline : imagerie médicale</p> <p>-</p>	<p>Unité pédagogique de médecine de l'élevage et du sport</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Cléro Delphine, Maître de conférences - Dr Fontbonne Alain, Maître de conférences - Pr Grandjean Dominique* - Dr Maenhoudt Cindy, Praticien hospitalier - Dr Nudelmann Nicolas, Maître de conférences <p>Unité pédagogique de pathologie chirurgicale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Fayolle Pascal - Dr Mailhac Jean-Marie, Maître de conférences - Dr Manassero Mathieu, Maître de conférences - Pr Moissonnier Pierre - Pr Viateau-Duval Véronique* <p>Discipline : anesthésie, réanimation, urgences, soins intensifs</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Zilberstein Luca, Maître de conférences <p>Discipline : ophtalmologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Chahory Sabine, Maître de conférences <p>Discipline : nouveaux animaux de compagnie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Pignon Charly, Praticien hospitalier
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Département des Productions Animales et de la Santé Publique (DPASP)

Chef du département : Pr Millemann Yves - Adjoint : Pr Dufour Barbara

<p>Unité pédagogique d'hygiène, qualité et sécurité des aliments</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Augustin Jean-Christophe - Dr Bolnot François, Maître de conférences * - Pr Carlier Vincent <p>Unité pédagogique de maladies règlementées, zoonoses et épidémiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Dufour Barbara* - Pr Haddad/Hoang-Xuan Nadia - Dr Praud Anne, Maître de conférences - Dr Rivière Julie, Maître de conférences <p>Unité pédagogique de pathologie des animaux de production</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Adjou Karim* - Dr Belbis Guillaume, Maître de conférences associé - Pr Millemann Yves - Dr Ravary-Plumioën Bérange, Maître de conférences - Dr Plassard Vincent, Praticien hospitalier 	<p>Unité pédagogique de reproduction animale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Constant Fabienne, Maître de conférences* - Dr Desbois Christophe, Maître de conférences (rattaché au DEPEC) - Dr El Bay Sarah, Praticien hospitalier - Dr Mauffré Vincent, Maître de conférences <p>Unité pédagogique de zootechnie, économie rurale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Arné Pascal, Maître de conférences - Pr Bossé Philippe* - Dr De Paula Reis Aline, Maître de conférences - Pr Grimard-Ballif Bénédicte - Dr Leroy-Barassin Isabelle, Maître de conférences - Pr Ponter Andrew - Dr Wolgust Valérie, Praticien hospitalier
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Département des Sciences Biologiques et Pharmaceutiques (DSBP)

Chef du département : Pr Chateau Henry - Adjoint : Dr Pilot-Storck Fanny

<p>Unité pédagogique d'anatomie des animaux domestiques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Boissady Emilie, Maître de conférences contractuelle - Pr Chateau Henry - Pr Crevier-Denoix Nathalie - Pr Robert Céline* <p>Unité pédagogique de bactériologie, immunologie, virologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Boulouis Henri-Jean* - Pr Eloit Marc - Dr Le Poder Sophie, Maître de conférences - Dr Le Roux Delphine, Maître de conférences <p>Unité pédagogique de biochimie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Bellier Sylvain* - Dr Lagrange Isabelle, Praticien hospitalier - Dr Michaux Jean-Michel, Maître de conférences <p>Discipline : éducation physique et sportive</p> <ul style="list-style-type: none"> - M. Philips Pascal, Professeur certifié <p>Unité pédagogique d'histologie, anatomie pathologique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Cordonnier-Lefort Nathalie, Maître de conférences - Pr Fontaine Jean-Jacques* - Dr Laloy Eve, Maître de conférences - Dr Reyes-Gomez Edouard, Maître de conférences 	<p>Unité pédagogique de management, communication, outils scientifiques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mme Conan Muriel, Professeur certifié (Anglais) - Dr Desquilbet Loïc, Maître de conférences (Biostatistique, Epidémiologie) * - Dr Fournel Christelle, Maître de conférences contractuel (Gestion et management) - Dr Marnac Geneviève, Maître de conférences <p>Unité de parasitologie, maladies parasitaires, dermatologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Blaga Radu, Maître de conférences (rattaché au DPASP) - Dr Cochet-Faivre Noëlle, Praticien hospitalier (rattachée au DEPEC) - Dr Darmon Céline, Maître de conférences contractuelle (rattachée au DEPEC) - Pr Guillot Jacques* - Dr Polack Bruno, Maître de conférences - Dr Risco-Castillo Verónica, Maître de conférences <p>Unité pédagogique de pharmacie et toxicologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Enriquez Brigitte, - Dr Kohlhauer Mathias, Maître de conférences contractuel - Dr Perrot Sébastien, Maître de conférences * - Pr Tissier Renaud <p>Unité pédagogique de physiologie, éthologie, génétique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Chevallier Lucie, Maître de conférences (Génétique) - Dr Crépeux Guillemette, Maître de conférences (Physiologie, Pharmacologie) - Dr Gilbert Caroline, Maître de conférences (Ethologie) - Dr Pilot-Storck Fanny (Physiologie, Pharmacologie) - Pr Turet Laurent (Physiologie, Pharmacologie) *
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

* responsable d'unité pédagogique

REMERCIEMENTS

Au Professeur SOUSSY

de la faculté de médecine de Créteil,
qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.
Hommage respectueux

À Monsieur le Professeur Claude GUINTARD

de l'École Nationale Vétérinaire de Nantes (ONIRIS)
qui a dirigé cette thèse, pour sa patience et sa disponibilité,
qu'il trouve ici l'expression de ma reconnaissance.

À Monsieur le Professeur Pascal ARNÉ,

de l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort (ENVA)
qui a spontanément accepté d'être assesseur,
qu'il s'en trouve ici remercié.

Casela Limited

Au **D^r Marie-Claire DOMAINGUE**, à l'initiative du travail sur ce sujet ; ta confiance, renouvelée, a contribué à mon épanouissement personnel et professionnel.

À **Mathieu MALHERBE**, pour son aide et implication dans toutes les démarches et interactions avec le gouvernement.

Et à **toute l'équipe**, plus particulièrement à **Margaux**, pour votre chaleureux accueil et pour les agréables journées passées à vos côtés ces deux dernières années.

Mauritian Wildlife Foundation (MWF)

À **Vikash TATAYAH**, pour sa réactivité et son expertise, ainsi que l'autorisation de publication de ses photographies.

À **Sooraj DWARIKA**, pour les moments partagés sur l'île aux Aigrettes et sa passion des chauves-souris.

National Parks and Conservation Services (NPCS)

Pour m'avoir autorisée à mener à bien ce projet ainsi que la mise à disposition de dix individus.

À **Jacques de SPÉVILLE**, pour son aimable autorisation de publication de ses photographies de la faune de l'île Maurice.

À **Marie-Luce BAGOUD**, qui a eu la gentillesse de traduire une partie du livre latin de M. de L'ÉCLUSE.

À **Chantal THORIN**, pour son aide dans l'analyse des données statistiques.

À **mon correcteur** ♥

À **ma famille, mes ami/e/s,**

Pour y avoir contribué de près ou de loin,
Pour me supporter au quotidien

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	1
LISTE DES FIGURES	5
LISTE DES TABLEAUX	14
LISTE DES ABRÉVIATIONS	15
INTRODUCTION	17
Partie 1 : Étude bibliographique de <i>Pteropus niger</i>	19
1. <i>Pteropus niger</i> et l'île Maurice	21
1.1. Un peu d'histoire	21
1.1.1. Découverte de l'île Maurice par les colons	21
1.1.2. Première apparition sous le nom <i>Vespertilio ingens</i> dans la littérature	22
1.2. Premières descriptions et classifications	22
1.2.1. « La Roussette, <i>Pteropus rufus aut niger</i> », Brisson, 1756	22
1.2.2. La Roussette, de Buffon et Daubenton, 1763	24
1.2.3. <i>Pteropus niger</i> , Kerr, 1792	24
1.3. Classification actuelle de <i>Pteropus niger</i>	25
1.3.1. Ordre des Chiroptères	25
1.3.2. Sous-ordre des Macro- et Microchiroptères	25
1.3.3. Sous-ordre des Yinpterochiroptera et des Yangochiroptera	26
2. Vie de <i>Pteropus niger</i> sur l'île Maurice	27
2.1. Habitation	27
2.1.1. Vie de <i>Pteropus niger</i> dans les dortoirs (Buffon (de) <i>et al.</i> , 1825)	27
2.1.2. Répartition géographique de ces dortoirs	28
2.1.3. Dénombrement	30
2.2. Locomotion	31
2.2.1. Description de la locomotion de <i>Pteropus niger</i> par M. de La Nux	31
2.2.2. Membrane alaire	31
2.2.3. Support du <i>Patagium</i> : quelques particularités des membres	33
2.3. Alimentation	34
2.3.1. Description générale de l'alimentation par M. de La Nux	34
2.3.2. Différents outils : la langue, les dents et les yeux	35
2.3.3. Diversité alimentaire	36
2.3.4. Rôle pollinisateur	37
2.4. Reproduction	38
2.4.1. Morphologie	38
2.4.2. Accouplements	39
2.4.3. Naissance et croissance du jeune	39
3. Une espèce à multiples facettes	40
3.1. Une espèce menacée	40
3.1.1. Cyclones	40

3.1.2.	Activités humaines	40
3.1.3.	Chasse.....	41
3.2.	Une espèce protégée à plusieurs échelles	42
3.2.1.	Internationale.....	42
3.2.2.	Nationale	43
3.2.3.	Acteurs de la conservation	45
3.3.	Education de la population	46
3.3.1.	Perception des Mauriciens	46
3.3.2.	Sensibilisation	47
4.	Conflit <i>Homo sapiens</i> – <i>Pteropus niger</i>	49
4.1.	Une cohabitation difficile	49
4.1.1.	Un conflit qui perdure	49
4.1.2.	Évaluation des dégâts	50
4.1.3.	Solutions déjà mises en place.....	53
4.2.	Tournant dans la gestion du conflit fin 2015.....	55
4.2.1.	Abattage des chauves-souris	55
4.2.2.	Conséquences : chauves-souris <i>versus</i> fruits	55
4.2.3.	Nouvel abattage fin 2016	55
4.3.	Quelles suites à donner ?	56
4.3.1.	Au niveau des instances nationales et internationales.....	56
4.3.2.	Différentes études en cours	57
4.3.3.	Quelques solutions au conflit <i>Pteropus</i> – <i>Homo sapiens</i> à l'étranger.....	57
Partie 2 : Partie expérimentale		59
1.	Introduction générale.....	59
2.	Préférence alimentaire.....	61
2.1.	Matériel et méthode	61
2.1.1.	Site d'étude et échantillon	61
2.1.2.	Identification des individus	63
2.1.3.	Fruits et légumes utilisés	65
2.1.4.	Maturité des fruits	65
2.1.5.	Préparation des rations	66
2.1.6.	Suivi et enregistrement des données	66
2.1.7.	Différents tests réalisés.....	67
2.1.8.	Analyse des données	69
2.2.	Résultats.....	70
2.2.1.	Préférence alimentaire fruits/légumes.....	70
2.2.2.	Préférence alimentaire des fruits et influence de l'emplacement.....	71
2.2.3.	Influence de la maturité.....	72

2.2.4.	Influence de la couleur	74
2.2.5.	Ficus	74
2.3.	Discussion.....	75
2.3.1.	Limites de l'étude.....	75
2.3.2.	Poursuite de l'étude.....	76
3.	Ostéologie.....	77
3.1.	Matériel et méthode	77
3.1.1.	Échantillon	77
3.1.2.	Lieu et matériel de dissection.....	77
3.1.3.	Imagerie.....	77
3.1.4.	Masse corporelle et mensurations	78
3.1.5.	Obtention des os et blanchiment	79
3.1.6.	La reconstitution du squelette	79
3.1.7.	Photographies	79
3.1.8.	Outils graphiques.....	79
3.1.9.	Mise en forme de l'orientation et des légendes.....	80
3.2.	Résultats.....	81
3.2.1.	Masse corporelle et mensurations externes.....	81
3.2.2.	Atlas d'ostéologie.....	82
3.2.3.	Supports pédagogiques : les squelettes	159
3.3.	Discussion.....	162
3.3.1.	Limites de l'étude.....	162
3.3.2.	Poursuite de l'étude.....	162
	CONCLUSION	163
	BIBLIOGRAPHIE	165
	ANNEXE 1. Demande d'autorisation de dissection	169
	ANNEXE 2. Autorisation de dissection de la <i>NPCS</i>	173
	ANNEXE 3. Feuilles de suivi alimentaire	175
	ANNEXE 4. Résultats bruts de la préférence alimentaire	177
	ANNEXE 5. Présentation de fin de projet à la <i>NPCS</i>	181
	ANNEXE 6. Demande de « <i>Material Transfer Agreement</i> »	185
	ANNEXE 7. « <i>Material Transfer Agreement</i> »	187

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : <i>Pteropus niger</i> en vol.....	19
Figure 2 : <i>Pteropus niger</i> avec une fleur de kapokier rouge, <i>Bombax ceiba</i>	19
Figure 3 : Extrait du planisphère de Cantino de 1502 – Les Mascareignes	21
Figure 4 : <i>Vespertilio ingens</i> (Clusius, 1605).....	22
Figure 5 : Classification de <i>Pteropus rufus aut niger</i> d'après Brisson (1756)	23
Figure 6 : La Roussette (Buffon (de) et Daubenton, 1763).....	24
Figure 7 : Squelette de Roussette, par de Buffon et Daubenton (1763).....	24
Figure 8 : Arbre phylogénétique des chiroptères, d'après Teeling <i>et al.</i> (2005).....	26
Figure 9 : La vie au sommet des arbres.....	27
Figure 10 : <i>Pteropus niger</i> suspendu.....	27
Figure 11 : Répartition des dortoirs, d'après les données de Robin (2007).....	28
Figure 12 : Dortoir, Parc National des Gorges de Rivière Noire	29
Figure 13 : Chauve-souris et balise <i>GPS</i>	29
Figure 14 : Estimation de la population de <i>Pteropus niger</i> entre 1974 et 2015.....	30
Figure 15 : Les différentes parties du <i>Patagium</i> de <i>Pteropus niger</i>	31
Figure 16 : <i>Rousettus aegyptiacus</i> , vue ventrale du poignet gauche, d'après Norberg (1972) 32	
Figure 17 : <i>Pteropus niger</i> , vue ventrale du poignet gauche.	32
Figure 18 : <i>Rousettus aegyptiacus</i> , vue ventrale de l'avant-bras gauche, d'après Norberg (1972)	32
Figure 19 : <i>Pteropus niger</i> , vue ventrale de la région de l'avant-bras gauche.....	32
Figure 20 : Insertion de la scapula sur la clavicule, d'après D'Altringham (2011)	33
Figure 21 : Système de verrouillage des orteils, repris d'après Bennett (1992)	33
Figure 22 : <i>Pteropus niger</i> survolant la forêt en journée	34
Figure 23 : Dessin de langue de <i>Pteropus niger</i> (Buffon (de) <i>et al.</i> , 1825).....	35
Figure 24 : Langue de <i>Pteropus niger</i>	35
Figure 25 : Tête osseuse d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> (Andersen, 1912).....	35
Figure 26 : Chauve-souris mangeant une noix de badame.....	36
Figure 27 : Badamier, <i>Terminalia catappa</i>	36
Figure 28 : Tamarinier, <i>Tamarindus indica</i>	36
Figure 29 : Localisation des mamelles	38
Figure 30 : Individu mâle réalisant sa toilette	38
Figure 31 : Mère et son jeune de 10 mois	39
Figure 32 : Déforestation (<i>Mauritian Wildlife Foundation</i> , 2014)	40
Figure 33 : Chauve-souris électrocutée.....	40
Figure 34 : Évolution du statut <i>IUCN</i> de <i>Pteropus niger</i> entre 1988 et 2017	42
Figure 35 : Statut <i>IUCN</i> actuel de <i>Pteropus niger</i> (Hutson et Racey, 2013)	42
Figure 36 : Extrait du “ <i>Wildlife and National Park Act 1993</i> ” (<i>Republic of Mauritius</i> , 1994) 43	
Figure 37 : Extrait de “ <i>The Native Terrestrial Biodiversity and National Parks Act 2015</i> ” (<i>Republic of Mauritius</i> , 2015)	44
Figure 38 : Logo de la <i>NPCS</i>	45
Figure 39 : Parc national des Gorges de Rivière Noire.....	45
Figure 40 : Logo de la <i>MWF</i>	45
Figure 41 : Île aux Aigrettes.....	46
Figure 42 : <i>Pteropus niger</i>	46
Figure 43 : Éjecta de chauve-souris	46
Figure 44 : Zookeeper	47

Figure 45 : Extrait du livre " <i>The Native Plants and Animals of Mauritius</i> " (<i>Mauritian Wildlife Foundation</i> , 2014).....	47
Figure 46 : « Des chauves-souris plongent Baie-du-Tombeau dans le noir », <i>L'Express</i> , 25-01-14.....	49
Figure 47 : « Prolifération des chauves-souris : le casse-tête des autorités », <i>L'Express</i> , 15-09-15.....	49
Figure 48 : Dégâts sur les litchis	50
Figure 49 : Seuls subsistent les noyaux.....	50
Figure 50 : Perruche à collier (<i>Psittacula eques</i>)	50
Figure 51 : Bulbul orphée (<i>Pycnonotus jocosus</i>)	50
Figure 52 : Rendement simplifié d'un grand manguier, d'après les données d'Oleksy <i>et al.</i> (2015).....	51
Figure 53 : Rendement simplifié d'un petit manguier, d'après les données d'Oleksy <i>et al.</i> (2015).....	51
Figure 54 : Rendement simplifié d'un litchi, d'après les données d'Oleksy <i>et al.</i> (2015)	52
Figure 55 : « Chauves-souris : le ministère sort les griffes », <i>L'Express</i> , 7-10-13	53
Figure 56 : Bénéficiaires de filets subventionnés (<i>FAREI</i>), d'après Tatayah (2017)	53
Figure 57 : Filets de protection intégrale pour les litchis.....	54
Figure 58 : Filets de protection individuelle par grappe de litchis.....	54
Figure 59 : « Des milliers de chauves- souris vont être tuées », Junior, 26-11-15	55
Figure 60 : Cadavres de chauves-souris	55
Figure 61 : Vue d'ensemble de la volière de <i>Pteropus niger</i> (du point d'observation n°1)	61
Figure 62 : Schéma de la volière de <i>Pteropus niger</i> (document personnel)	62
Figure 63 : Fiche d'identification au 08-07-2016	63
Figure 64 : Capture à l'aide de filet.....	64
Figure 65 : Contention.....	64
Figure 66 : Individus n°3, 15 et 16.....	64
Figure 67 : Individu n°21	64
Figure 68 : Individu n°5	64
Figure 69 : <i>Ficus rubra</i> , île aux Aigrettes	65
Figure 70 : Pénétrromètre et papaye.....	65
Figure 71 : Pénétrromètre et pomme	65
Figure 72 : Papayes et colorants alimentaires	66
Figure 73 : Vue du point d'observation n°2	66
Figure 74 : Explication de la feuille de suivi pour le suivi alimentaire	67
Figure 75 : Description - Préférence alimentaire de groupe	68
Figure 76 : Description - Maturité.....	68
Figure 77 : Nombre de bouts de fruits restant par mangeoire à T_{0+1h}	70
Figure 78 : Moyenne du temps de consommation par fruit et par mangeoire	70
Figure 79 : Nombre de bouts de fruits restant par mangeoire à T_{0+5h}	71
Figure 80 : J ₇ - Mangeoire 1 - T_0	72
Figure 81 : J ₇ - Mangeoire 2 - T_0	72
Figure 82 : J ₇ - Mangeoire 1 - T_{0+2h}	72
Figure 83 : J ₇ - Mangeoire 2 - T_{0+2h}	72
Figure 84 : J ₈ - Mangeoire 1 - T_0	73
Figure 85 : J ₈ - Mangeoire 2 - T_0	73
Figure 86 : J ₈ - Mangeoire 1 - T_{0+2h}	73
Figure 87 : J ₈ - Mangeoire 2 - T_{0+2h}	73

Figure 88 : Nombre de bouts consommés par mangeoire en fonction du fruit et de la maturité	73
Figure 89 : J ₁₀ - Mangeoire 1 - T ₀	74
Figure 90 : J ₁₀ - Mangeoire 2 - T ₀	74
Figure 91 : J ₁₀ - Mangeoire 1 - T _{0+2h}	74
Figure 92 : J ₁₀ - Mangeoire 2 - T _{0+2h}	74
Figure 93 : Consommation -Jour 10.....	74
Figure 94 : Équipement d'imagerie	77
Figure 95 : Localisation des mensurations externes appliquées à <i>Pteropus niger</i>	78
Figure 96 : Matériel de mesure : pied à coulisse et règle en métal rigide	78
Figure 97 : Obtention des os	79
Figure 98 : Reconstitution du squelette.....	79
Figure 99 : Tête osseuse d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	82
Figure 100 : Tête osseuse d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - A : Ostéologie, B : Radiographie - Vue ventrale	83
Figure 101 : Tête osseuse d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue rostrale	85
Figure 102 : Tête osseuse d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue caudale	86
Figure 103 : Tête osseuse d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale droite	87
Figure 104 : Articulation atlanto-occipitale d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	88
Figure 105 : Articulation atlanto-occipitale d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue ventrale	88
Figure 106 : Articulation atlanto-occipitale d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale droite.....	88
Figure 107 : Colonne vertébrale d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale droite.....	89
Figure 108 : Vertèbres cervicales d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	90
Figure 109 : Vertèbres cervicales d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale droite.....	90
Figure 110 : Atlas (C ₁) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale.....	91
Figure 111 : Atlas (C ₁) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue ventrale	91
Figure 112 : Atlas (C ₁) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue crâniale.....	92
Figure 113 : Atlas (C ₁) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue caudale	92
Figure 114 : Axis (C ₂) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	93
Figure 115 : Axis (C ₂) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue ventrale.....	93
Figure 116 : Axis (C ₂) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue crâniale	94

Figure 117 : Axis (C ₂) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue caudale.....	94
Figure 118 : Axis (C ₂) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale droite.....	95
Figure 119 : Troisième vertèbre cervicale (C ₃) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	95
Figure 120 : Troisième vertèbre cervicale (C ₃) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue ventrale.....	96
Figure 121 : Troisième vertèbre cervicale (C ₃) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue crâniale	96
Figure 122 : Troisième vertèbre cervicale (C ₃) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue caudale.....	97
Figure 123 : Troisième vertèbre cervicale (C ₃) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale droite.....	97
Figure 124 : Sixième vertèbre cervicale (C ₆) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	98
Figure 125 : Sixième vertèbre cervicale (C ₆) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue ventrale.....	98
Figure 126 : Sixième vertèbre cervicale (C ₆) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue crâniale	99
Figure 127 : Sixième vertèbre cervicale (C ₆) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue caudale.....	99
Figure 128 : Sixième vertèbre cervicale (C ₆) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale droite.....	100
Figure 129 : Septième vertèbre cervicale (C ₇) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	100
Figure 130 : Septième vertèbre cervicale (C ₇) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue ventrale.....	101
Figure 131 : Septième vertèbre cervicale (C ₇) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue crâniale	101
Figure 132 : Septième vertèbre cervicale (C ₇) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue caudale.....	102
Figure 133 : Septième vertèbre cervicale (C ₇) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale droite.....	102
Figure 134 : Vertèbres thoraciques d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif.....	103
Figure 135 : Première vertèbre thoracique (T ₁) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	104
Figure 136 : Première vertèbre thoracique (T ₁) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue ventrale.....	104
Figure 137 : Première vertèbre thoracique (T ₁) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue crâniale	105
Figure 138 : Première vertèbre thoracique (T ₁) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue caudale.....	105
Figure 139 : Première vertèbre thoracique (T ₁) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale droite.....	106
Figure 140 : Vertèbres lombaires d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	107

Figure 141 : Vertèbres lombaires d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale droite.....	107
Figure 142 : Deuxième vertèbre lombaire (L ₂) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	108
Figure 143 : Deuxième vertèbre lombaire (L ₂) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue ventrale.....	108
Figure 144 : Deuxième vertèbre lombaire (L ₂) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue crâniale	109
Figure 145 : Deuxième vertèbre lombaire (L ₂) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue caudale.....	109
Figure 146 : Deuxième vertèbre lombaire (L ₂) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale droite.....	110
Figure 147 : Vertèbres sacrées (S ₁ et sacrum) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	111
Figure 148 : Vertèbres sacrées (sacrum) d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	111
Figure 149 : Vertèbres sacrées (sacrum) d'un jeune individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	111
Figure 150 : Vertèbres sacrées (sacrums) d'un jeune individu mâle (JM), d'un individu adulte femelle (AF) et d'un individu adulte mâle (AM) de <i>Pteropus niger</i> - Vue dorsale.....	111
Figure 151 : Vertèbres sacrées (S ₁ et sacrum) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – A : Ostéologie, B : Radiographie - Vue ventrale	112
Figure 152 : Vertèbres sacrées (sacrum) d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – A : Ostéologie, B : Radiographie - Vue ventrale	112
Figure 153 : Vertèbres sacrées (sacrum) d'un jeune individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - A : Ostéologie, B : Radiographie - Vue ventrale.....	113
Figure 154 : Vertèbres sacrées (sacrums) d'un jeune individu mâle, d'un individu adulte femelle et d'un individu adulte mâle de <i>Pteropus niger</i> - Vue ventrale	113
Figure 155 : Vertèbres sacrées (S ₁ et sacrum) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale droite.....	114
Figure 156 : Vertèbres sacrées (sacrum) d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale droite.....	114
Figure 157 : Vertèbres sacrées (sacrum) d'un jeune individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale droite.....	114
Figure 158 : Première vertèbre sacrée (S ₁) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	115
Figure 159 : Première vertèbre sacrée (S ₁) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue ventrale.....	115
Figure 160 : Première vertèbre sacrée (S ₁) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue crâniale	116
Figure 161 : Première vertèbre sacrée (S ₁) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue caudale.....	116
Figure 162 : Première vertèbre sacrée (S ₁) d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale droite.....	117
Figure 163 : Côtes d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale gauche.....	118
Figure 164 : Côtes d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	118

Figure 165 : Côtes d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – A : Ostéologie, individu femelle ; B : Radiographie, individu mâle - Vue ventrale	119
Figure 166 : Quatrième paire de côtes et vertèbre thoracique d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue crâniale.....	120
Figure 167 : Points d'insertion des côtes d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue ventrale.....	120
Figure 168 : Points d'insertion des côtes 1 à 3 d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale droite.....	120
Figure 169 : Sternum d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale	121
Figure 170 : Sternum d'un jeune individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue ventrale	121
Figure 171 : Manubrium d'un jeune individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	122
Figure 172 : Sternum d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue crâniale	122
Figure 173 : Membre thoracique gauche d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – Vue ventrale	123
Figure 174 : Articulations de la clavicule gauche d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – Vue latérale	124
Figure 175 : Clavicule gauche d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – Vue crâniale.....	125
Figure 176 : Clavicule gauche d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – Vue caudale.....	125
Figure 177 : Clavicule gauche d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – Vue latérale	125
Figure 178 : Clavicule gauche d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – Vue médiale.....	125
Figure 179 : Scapula gauche d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	126
Figure 180 : Scapula gauche d'un jeune individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	126
Figure 181 : Scapula gauche d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue ventrale.....	127
Figure 182 : Scapula gauche d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue crâniale	127
Figure 183 : Scapula gauche d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale	128
Figure 184 : Humérus gauche d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale.....	129
Figure 185 : Humérus gauche d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue ventrale	129
Figure 186 : Humérus gauche d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue crâniale.....	130
Figure 187 : Humérus gauche d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue caudale.....	130
Figure 188 : Humérus gauche d'un jeune individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue crâniale	131

Figure 189 : Humérus gauche d'un jeune individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue caudale.....	131
Figure 190 : Cartilage de conjugaison de la partie proximale de l'humérus gauche d'un jeune individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue caudale	132
Figure 191 : Articulation huméro-radio-ulnaire gauche d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – A : Ostéologie, B et C : Radiographie - Vue ventrale	133
Figure 192 : Ulna gauche d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – Vue dorsale.....	134
Figure 193 : Ulna gauche d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – Vue ventrale	134
Figure 194 : Partie proximale de l'ulna gauche d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – Vue crâniale	135
Figure 195 : Articulation Radio-Ulnaire gauche d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – Vue crâniale	135
Figure 196 : Radius gauche d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – Vue dorsale.....	136
Figure 197 : Radius gauche d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – Vue ventrale	136
Figure 198 : Radius gauche d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – Vue crâniale.....	137
Figure 199 : Radius gauche d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – Vue caudale.....	137
Figure 200 : Os du carpe gauche d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale.....	138
Figure 201 : Os du carpe gauche d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue médiale.....	138
Figure 202 : Os du carpe gauche d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale	139
Figure 203 : Articulation carpo-métacarpienne d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue palmaire.....	140
Figure 204 : Métacarpe I et pouce d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale.....	140
Figure 205 : Métacarpe I et pouce d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue ventrale	140
Figure 206 : Métacarpe I et pouce d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue médiale.....	140
Figure 207 : Métacarpes et phalanges d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale	141
Figure 208 : Membre pelvien droit d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif – Vue ventro-caudale	142
Figure 209 : Coxal d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	143
Figure 210 : Coxal d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	143
Figure 211 : Coxal d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue ventrale.....	144
Figure 212 : Coxal d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue ventrale.....	144

Figure 213 : Coxal d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue crâniale	145
Figure 214 : Coxal d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue crâniale	145
Figure 215 : Coxal d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue caudale.....	146
Figure 216 : Coxal d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue caudale.....	146
Figure 217 : Coxal d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale droite.....	147
Figure 218 : Coxal d'un individu femelle de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale droite.....	147
Figure 219 : Fémur droit d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue crâniale	149
Figure 220 : Fémur droit d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue caudale.....	149
Figure 221 : Fémur droit d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue proximale.....	150
Figure 222 : Fémur droit d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue distale	150
Figure 223 : Tibia droit d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue crâniale	151
Figure 224 : Tibia droit d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue caudale.....	151
Figure 225 : Tibia droit d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue proximale.....	152
Figure 226 : Tibia droit d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue distale	152
Figure 227 : Os du tarse droit d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale	153
Figure 228 : Os du tarse droit d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue plantaire.....	153
Figure 229 : Os du tarse droit d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue médiale	154
Figure 230 : Os du tarse droit d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale	154
Figure 231 : Os métatarsiens et premières phalanges des orteils I à V droits d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue dorsale.....	155
Figure 232 : Os métatarsiens, premières phalanges et os sésamoïdes des articulations métatarso-phalangiennes des orteils I à V droits d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue plantaire.....	155
Figure 233 : Os métatarsiens et phalanges d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue latérale	156
Figure 234 : Os hyoïde d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue crânio-dorsale	157
Figure 235 : Os hyoïde d'un individu de <i>Pteropus niger</i> et son schéma explicatif - Vue caudo-ventrale.....	157
Figure 236 : Os pénien d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> , pénis et son schéma explicatif - Vue crâniale.....	158

Figure 237 : Os pénien d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> , pénis et son schéma explicatif - Vue caudale	158
Figure 238 : Os pénien d'un individu mâle de <i>Pteropus niger</i> , pénis et son schéma explicatif - Vue distale.....	158
Figure 239 : Utilisation d'un squelette de <i>Pteropus niger</i> lors de la présentation de l'espèce aux touristes.....	159
Figure 240 : Squelette de <i>Pteropus niger</i> dans la salle pédagogique.....	160
Figure 241 : Salle pédagogique de <i>Casela Limited</i> ©	161
Figure 242 : Os du carpe gauche peints d'un individu de <i>Pteropus niger</i> avec les métacarpiens - A : vue dorsale, B : vue plantaire.....	161

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Objectifs 2025 pour Mauritius (<i>Republic of Mauritius</i> , 2017b).....	56
Tableau 2 : Tableau de correspondance des abréviations utilisées dans les légendes	80
Tableau 3 : Masse corporelle et mensurations de dix individus sauvages tués à la fin de l'année 2015.....	81

LISTE DES ABRÉVIATIONS

*CITES : Convention on International Trade in Endangered Species of wild fauna and flora*¹

*FAREI : Food and Agricultural Research and Extension Institute*²

*GPS : Global Positioning System*³

*IUCN : International Union for Conservation of Nature*⁴

*MWF : Mauritian Wildlife Foundation*⁵

*NPCS : National Parks and Conservation Services*⁶

¹ Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvage menacées d'extinction

² Institut de recherche sur l'alimentation et l'agriculture

³ Système mondial de positionnement (géo-positionnement par satellite)

⁴ Union internationale pour la conservation de la nature

⁵ Fondation de la faune sauvage de l'île Maurice

⁶ Services pour les parcs nationaux et la conservation

INTRODUCTION

Lorsque l'on évoque un animal emblématique de l'île Maurice⁷, c'est le Dodo (*Raphus cucullatus*) qui vient immédiatement à l'esprit. Ce n'est pourtant pas du dronte que cette thèse va traiter, mais d'une autre espèce endémique des Mascareignes⁸, la chauve-souris frugivore *Pteropus niger*.

Des trois espèces de chauves-souris frugivores dont la présence a été attestée sur l'île Maurice, à savoir *Pteropus niger*, *Pteropus subniger* et *Pteropus rodricensis*, seule *Pteropus niger* y subsiste encore (Cheke et Dahl, 1981). *Pteropus rodricensis* n'est plus présente que sur l'île de Rodrigues où elle est classée en Danger critique (CR) par l'IUCN depuis 1996 (Mickleburgh *et al.*, 2008). *Pteropus subniger* s'est quant à elle éteinte entre 1864 et 1873 sur l'île Maurice et dans les années 1860 à l'île de la Réunion (Cheke et Dahl, 1981). *Pteropus niger* s'est éteinte à l'île de la Réunion entre 1772 et 1801 (Cheke et Dahl, 1981), mais de récentes observations montrent un retour de cette espèce. En effet, depuis 2007, un groupe d'individus est observable sur cette île, en provenance très certainement de l'île Maurice (Roué et Probst, 2010).

Également appelée *Mauritius Fruit Bat*, la Grande Roussette des Mascareignes, ou encore *Mauritian Flying Fox*, *Pteropus niger* est, depuis de nombreuses années, très décriée pour les dégâts qu'elle occasionne dans les vergers. Bien que bénéficiant du statut d'espèce protégée, elle fait l'objet de campagnes d'abattage décidées et appliquées par le gouvernement mauricien depuis novembre 2015.

C'est dans ce contexte qu'il m'a semblé très important, en tant que vétérinaire, d'apporter un éclairage sur cette espèce méconnue du grand public.

Les objectifs de ce travail sont multiples. Il s'agit tout d'abord de rassembler les informations disponibles sur *Pteropus niger* avec des références précises pour établir une synthèse des connaissances. Le conflit qui existe entre les hommes et cette espèce ainsi que ses enjeux seront abordés dans un second temps. Enfin, les deux principaux objectifs de la partie expérimentale, réalisée au cours des mois de juillet et août 2016 dans le parc *Casela Limited*® à l'île Maurice, seront présentées, à savoir l'apport de connaissances concernant la préférence alimentaire et l'ostéologie ainsi que la création de supports pédagogiques pour la sensibilisation de la population.

⁷ La République de Maurice = île Maurice + île de Rodrigues

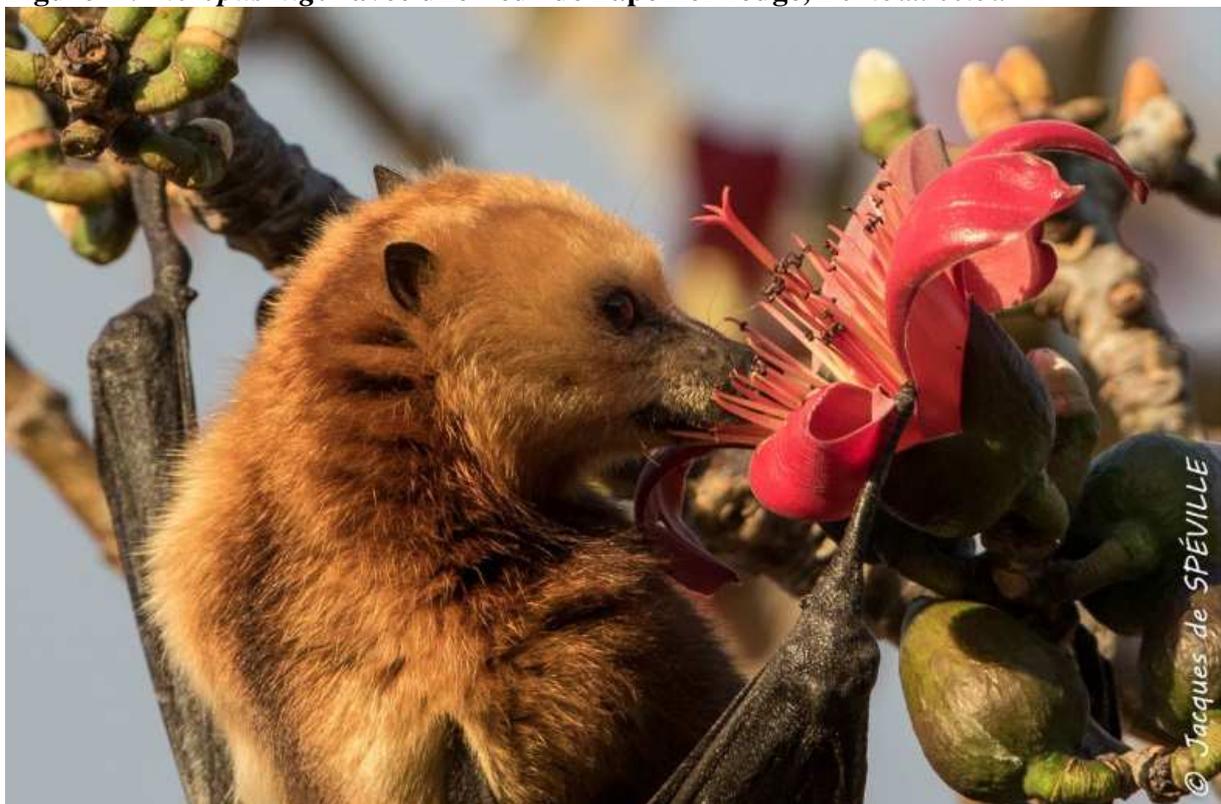
⁸ Archipel des Mascareignes = île de la Réunion + République de Maurice

Partie 1 : Étude bibliographique de *Pteropus niger*

Figure 1 : *Pteropus niger* en vol



Figure 2 : *Pteropus niger* avec une fleur de kapokier rouge, *Bombax ceiba*



1. *Pteropus niger* et l'île Maurice

1.1. Un peu d'histoire

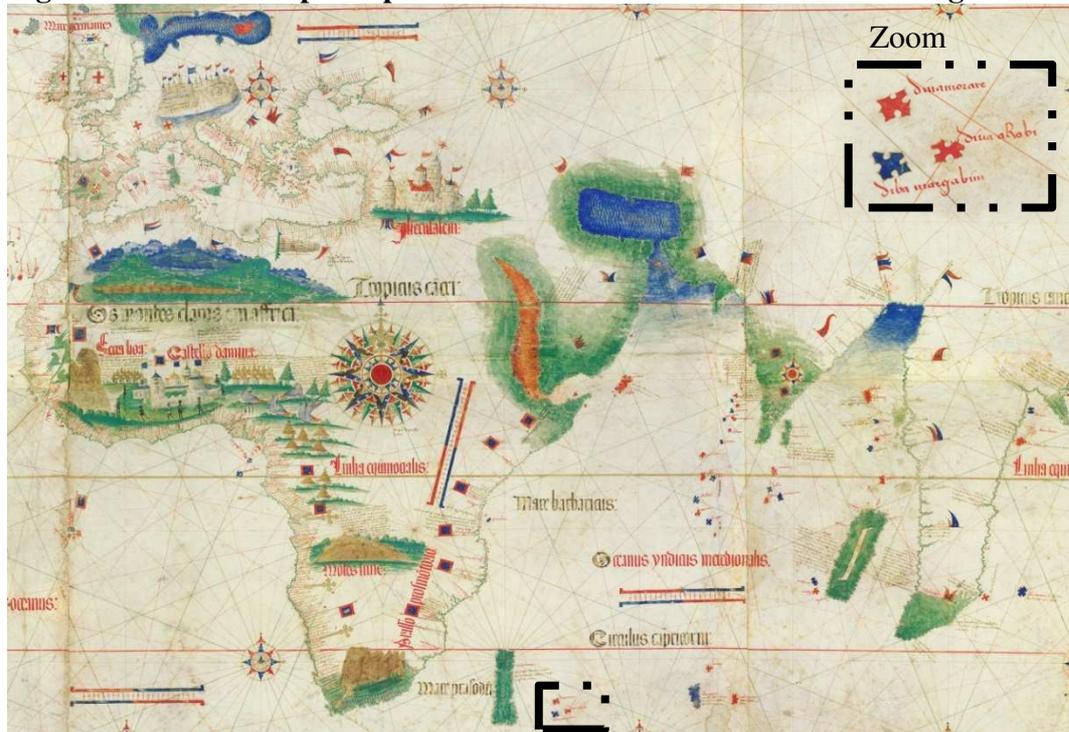
1.1.1. Découverte de l'île Maurice par les colons

Située dans l'Océan Indien, l'île Maurice a été formée par une éruption volcanique il y a huit à dix millions d'années. Elle est principalement composée de basalte, s'étend sur une superficie de 1860 km² et culmine à 823m avec Le Piton de la Petite Rivière Noire (*Mauritian Wildlife Foundation*, 2014).

Au cours des millions d'années qui se sont écoulées depuis lors, des plantes et des animaux provenant d'Afrique, d'Asie ou d'Océanie ont atteint cette île par différents moyens (les airs, la mer). L'isolement de ce territoire du reste du monde et l'évolution biologique ont engendré une biodiversité riche et unique, qualifiée d'endémique de l'île Maurice (*Mauritian Wildlife Foundation*, 2014).

Nul ne sait quand cette île fut découverte pour la première fois, mais elle aurait été visitée par des navigateurs arabes au Moyen Âge (*Republic of Mauritius*, 2017a). Ce n'est qu'en 1502 qu'elle apparaît sur le planisphère de Cantino (figure 3).

Figure 3 : Extrait du planisphère de Cantino de 1502 – Les Mascareignes



Fin du XV^{ème} ou début XVI^{ème} siècle, les Portugais firent la découverte d'une île sur la route des Indes où vivaient de nombreux oiseaux de la forme d'une oie, mais avec des ailes semblables à celles des chauves-souris ; cette espèce sera baptisée Dodo en 1634. Reconnaisant l'île sans s'y installer, ils la baptisèrent l'île aux Cygnes suivant la coutume des anciens navigateurs, consistant à dénommer les animaux inconnus du même nom que ceux auxquels ils ressemblent dans leur propre pays (Blainville (de), 1835 ; *Republic of Mauritius*, 2017a).

L'île devient hollandaise en 1598 lorsque l'amiral Van Warwyck y accoste par hasard au gré d'une tempête. Elle est alors renommée Mauritius, en l'honneur de Maurice de Nassau, *stathouder* des Provinces-Unies des Pays-Bas (Blainville (de), 1835 ; *Republic of Mauritius*, 2017a).

1.1.2. Première apparition sous le nom *Vespertilio ingens* dans la littérature

C'est au cours des passages sur cette même route des Indes que des navigateurs hollandais rapportèrent plusieurs chauves-souris, éloignées par la taille et la couleur de celles qu'ils connaissaient. En 1605, peu avant sa mort, Charles de L'Écluse, médecin et botaniste, y consacre une partie de son ouvrage afin de partager cette « chose exotique ». Installé aux Pays-Bas, il récupère un individu en 1603 qu'il appelle *Vespertilio ingens*. Il est de couleur rouge-brun, les ailes sont formées d'une membrane couverte de poils et contenant un os se terminant par une griffe pointue, courbe et dure par laquelle il s'accroche aux branches des arbres. La bouche est longue et étroite, plus proche de celle d'un petit renard ; la distinction des deux sexes est nette (Clusius, 1605). Sa description, sa représentation (figure 4), ainsi que la localisation ne font aucun doute quant à l'espèce trouvée (Andersen, 1912 ; Clusius, 1605).

Figure 4 : *Vespertilio ingens* (Clusius, 1605).



1.2. Premières descriptions et classifications

Plusieurs descriptions de cette chauve-souris, renommée par leur auteur, apparaissent par la suite dans différents ouvrages.

1.2.1. « La Roussette, *Pteropus rufus aut niger* », Brisson, 1756

On la retrouve sous le nom de « La Roussette, *Pteropus rufus aut niger* » sous la plume de Brisson en 1756 qui la décrit de la manière suivante : « La longueur⁹ de son corps, depuis le sommet de la tête jusqu'à l'anus, est de 7 ½ pouces ; celle de la tête, depuis son sommet jusqu'au bout du nez, de 2 pouces 9 lignes. Ses oreilles sont courtes, & un peu pointues. Elle n'a point de queue. Lorsque la membrane, qui lui sert à voler, est étendue, elle a plus de 3 pieds de long d'un bout à l'autre ; elle est couverte de très peu de poils : ceux qui couvrent le corps, sont dans quelques individus d'un roux plus foncé sur le dos que sur le ventre, & dans d'autres ils sont noirs ; la partie antérieure de la tête & le museau sont couverts de poils roux. On la trouve dans les Isles de *Bourbon*¹⁰, & *Ternate*¹¹ ».

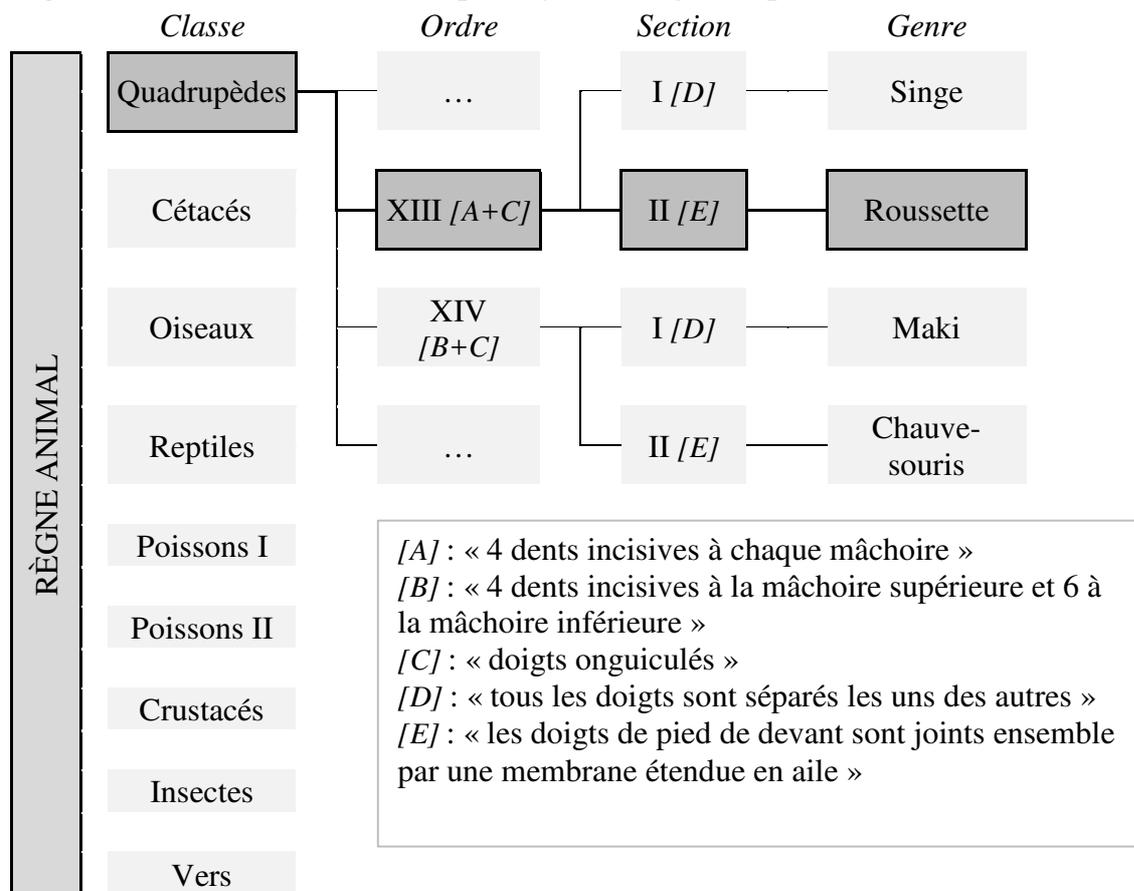
⁹ Correspondance de taille : 1 pied = 32,48 cm - 1 pouce = 2,71cm – 1 ligne = 0,23cm

¹⁰ Actuellement l'Île de la Réunion

¹¹ Située en Indonésie

« Au premier coup d'œil, la *Roussette* semble être du Genre de la *Chauve-souris* : comme elle, elle a les pieds de devant étendus en ailes : mais elle en diffère par le nombre et la figure de ses dents incisives et par la forme de son museau, qui est beaucoup plus allongé que celui de la *Chauve-souris* » (Brisson, 1756). Brisson va alors diviser le genre *Vespertilio* (caractérisé par 6 incisives par mâchoire) de la classification de Linné de 1748 en deux : Chauve-souris, *Vespertilio* et Roussette, *Pteropus* (Brisson, 1756; Geoffroy Saint Hilaire, 1829 ; Linnæi, 1748). Ainsi, parmi les quadrupèdes qui ont comme caractéristiques d'avoir du poil et quatre pieds, les *Roussettes* sont avec les *Singes* dans l'ordre XIII et les *Chauves-souris* se retrouvent avec les *Maki* dans l'ordre XIV (figure 5). La distinction entre les deux ordres se fait sur le nombre d'incisives par mâchoire (Brisson, 1756).

Figure 5 : Classification de *Pteropus rufus aut niger* d'après Brisson (1756)



Linné modifie alors, dans sa dixième édition de la classification en 1758, les critères d'appartenance du groupe des chauves-souris (*Vespertilio*), et notamment le nombre d'incisives, qui est désormais de quatre par mâchoire. Il range notre espèce d'intérêt, *Vespertilio ingens*, dans les *Vampyrus* qui se caractérisent par une absence de queue, un nez simple et une membrane divisée entre les postérieurs au niveau de la croupe (Linnæi, 1894).

Cette classification réalisée par Linné est critiquée par de Buffon et Daubenton (1763) qui lui reprochent la confusion suivante : les Roussettes ont bien quatre dents incisives par mâchoire mais pas les autres chauves-souris, qui en ont six à la mâchoire inférieure. Elles ne peuvent donc pas être placées dans le même genre dans une méthode fondée, comme celle de Linné, sur le nombre et l'ordre des dents. Ces derniers estiment donc que Brisson a eu raison de les séparer.

1.2.2. La Roussette, de Buffon et Daubenton, 1763

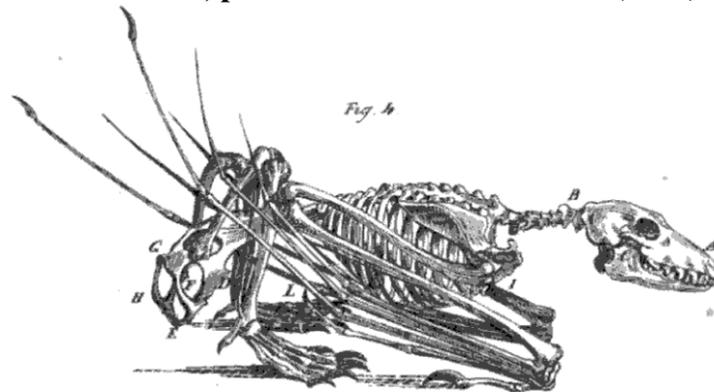
MM. de Buffon et Daubenton ont pu observer des individus envoyés par M. de La Nux. Ce dernier, ancien membre du Conseil Royal de l'île de Bourbon et correspondant de l'Académie Royale des Sciences, est arrivé en 1722 sur cette île d'où il a fait parvenir des spécimens (figures 6 et 7) aux deux auteurs, qui ont servi pour la description suivante de l'espèce :

« La Roussette a beaucoup de rapport aux Chauves-souris, surtout pour la conformation extérieure, mais elle est d'une grandeur excessive en comparaison des chauves-souris. Elle a le museau gros et allongé, et la tête longue en quelque façon comme celle d'un chien, c'est d'où lui vient le nom de *chien-volant*, qui lui a été donné par plusieurs auteurs. Le nez est bien formé, les yeux sont grands et posés obliquement comme ceux du loup ; les oreilles sont très courtes et pointues, elles n'ont point d'oreillon. Il n'y a d'autre différence que celles de la grandeur, et d'un ongle qui se trouve au bout de la troisième phalange du premier doigt ; les chauves-souris n'ont ni cet ongle ni cette troisième phalange ; au reste la roussette ressemble parfaitement aux chauve-souris par les ailes et par les pieds de derrière ; elle n'a point de queue, cependant la membrane des ailes s'étend au-delà des jambes de derrière et aboutit de part et d'autre à l'endroit de l'origine de la queue des chauves-souris » (Buffon (de) et Daubenton, 1763).

Figure 6 : La Roussette (Buffon (de) et Daubenton, 1763)



Figure 7 : Squelette de Roussette, par de Buffon et Daubenton (1763)



1.2.3. *Pteropus niger*, Kerr, 1792

Kerr (1792) conserve la classification de Linné mais supprime le nombre d'incisives caractérisant les *Vespertilio*. Ce nombre par mâchoire va lui permettre de créer des familles au sein des *Vespertilio*. On retrouve notre chauve-souris d'intérêt dans la catégorie des *Vampyrus* : "Having for fore-teeth in each jaw¹²". C'est ainsi qu'elle apparaît sous le nom de *Vespertilio Vampyrus niger*. Il la caractérise par les termes suivants : "Is mostly of a black colour¹³" (Kerr, 1792).

¹² Traduction : « Possède quatre incisives par mâchoire »

¹³ Traduction : « Est principalement d'une couleur noire »

1.3. Classification actuelle de *Pteropus niger*

1.3.1. Ordre des Chiroptères

L'ordre des Chiroptères apparaît en 1779 dans le Manuel d'Histoire Naturelle de Blumenbach intitulé *Handbuch der Naturgeschichte*. Cet ordre, Chiroptera, provenant du grec : *kheir*¹⁴ et *pteron*¹⁵, est en 5^{ème} position dans la classe des Mammifères. Il est décrit par la phrase suivante : "Die Säugethiere, deren Vorderfüße Flügel bilden, die Fledermäuse¹⁶" (Blumenbach, 1779).

Les chauves-souris sont les mammifères les plus largement distribués à travers le monde derrière les humains et certains mammifères qui vivent à leurs côtés. On les retrouve partout à l'exception des latitudes les plus élevées, des déserts les plus hostiles ou encore des îles les plus isolées. C'est également l'ordre parmi les mammifères qui comporte le plus d'espèces, après celui des rongeurs. Il comptait en effet 1 116 espèces en 2005, sur les 5420 espèces de mammifères, soit 20 % (D'Altringham, 2011).

1.3.2. Sous-ordre des Macro- et Microchiroptères

Cet ordre a, par la suite, été subdivisé en deux sous-ordres : les Microchiroptères et les Macrochiroptères. De petite taille avec un avant-bras variant de 22 à 110 mm, les premiers sont tous dotés de l'écholocation laryngée, mais ne s'en servent pas en permanence car ils disposent également d'une excellente vision. Les seconds, également appelés "Old World fruit bats"¹⁷ ou "flying foxes"¹⁸, appartiennent tous à la famille des *Pteropodidae*, où l'on distingue 186 espèces séparées en 42 genres. À l'exception du genre *Rousettus*, ils ne possèdent pas de système d'écholocation et se servent donc de leur vision et leur odorat pour l'orientation nocturne et la recherche de nourriture. Ils se nourrissent exclusivement de fleurs, nectar, fruits et pollen (D'Altringham, 2011).

Parmi les *Pteropodidae*, *Pteropus niger* fait partie du genre *Pteropus*. La classification communément admise de *Pteropus niger* est alors la suivante :

Classe	Ordre	Sous-ordre	Famille	Genre
Mammifère	Chiroptère	Megachiroptères	<i>Pteropodidae</i>	<i>Pteropus</i>

Cheke et Dahl (1981) rapportent, pour *Pteropus niger*, une taille moyenne de l'avant-bras de 15 cm pour un poids moyen de 456 g chez quatre individus femelles. Elle se distingue des autres par la couleur pâle des flancs qui contraste avec son manteau foncé (Andersen, 1912).

¹⁴ Traduction : « main »

¹⁵ Traduction : « aile »

¹⁶ Traduction : « Les mammifères, dont les membres antérieurs forment une aile, les chauves-souris ».

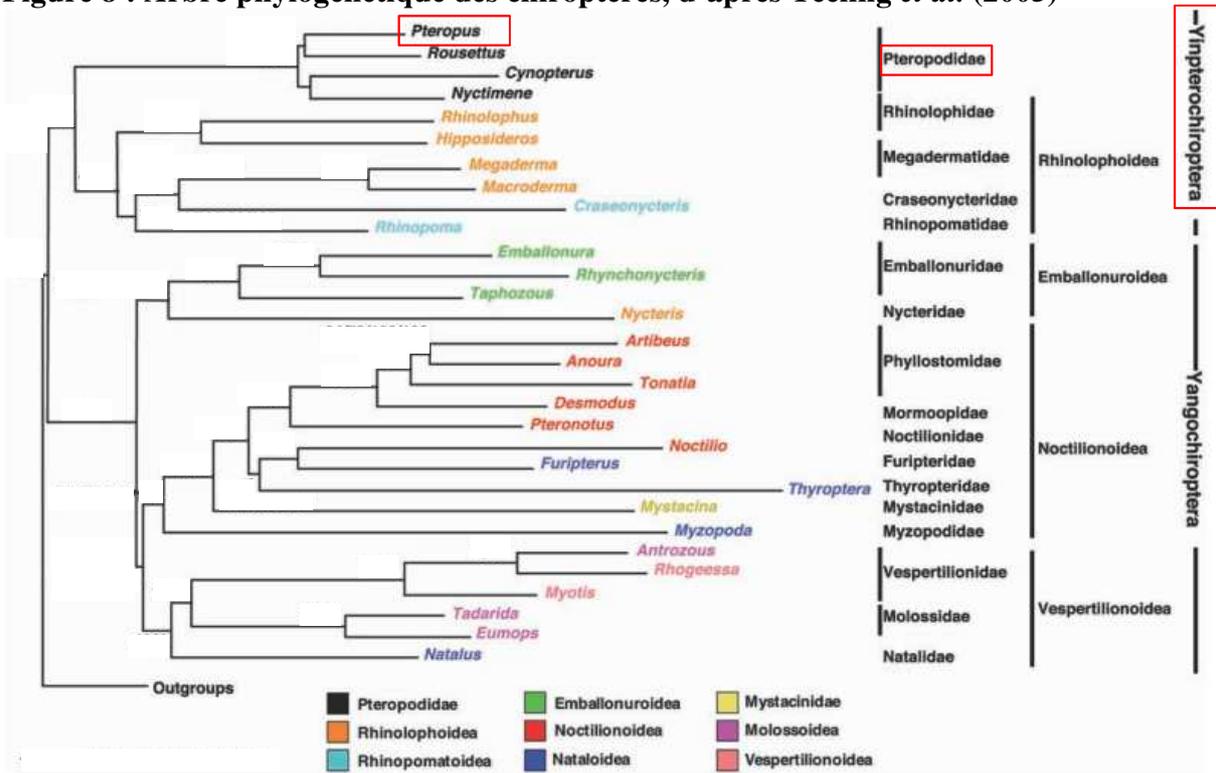
¹⁷ Traduction : « Chauves-souris frugivores de l'Ancien Monde »

¹⁸ Traduction : « Renards volant »

1.3.3. Sous-ordre des Yinpterochiroptera et des Yangochiroptera

De récentes publications basées sur des techniques moléculaires contredisent cette dichotomie Macro *versus* Microchiroptères et proposent une nouvelle classification (figure 8) composée de deux sous-ordres également : celui des « Yinpterochiroptera », constitué des *Rhinolophoides* (ex-Microchiroptères) et de la famille des *Pteropodidae* (ensemble des ex Mégachiroptères), et celui des « Yangochiroptera » qui rassemble le reste des ex-Microchiroptères (Teeling *et al.*, 2005).

Figure 8 : Arbre phylogénétique des chiroptères, d'après Teeling *et al.* (2005)



Teeling (2009) précise que la famille des *Pteropodidae* a été la première lignée à diverger il y a 64 millions d'années et qu'ils ont comme parents les plus proches les *Rhinolophoides*, qui ont divergé il y a 50 millions d'années.

Cette nouvelle classification soulève une question : celle de l'origine de l'écholocation laryngée. Trouver, à l'avenir, le mécanisme moléculaire de l'écholocation permettra peut-être de déterminer si l'origine de l'écholocation est unique, dote l'ancêtre commun des chauves-souris et a été perdue lors de l'évolution des *Pteropodidae* ou non (Teeling, 2009).

En tenant compte de cette nouvelle proposition de classification, celle de *Pteropus niger* est la suivante :

Classe	Ordre	Sous-ordre	Famille	Genre
Mammifère	Chiroptère	Yinpterochiroptera	<i>Pteropodidae</i>	<i>Pteropus</i>

2. Vie de *Pteropus niger* sur l'île Maurice

2.1. Habitation

2.1.1. Vie de *Pteropus niger* dans les dortoirs (Buffon (de) et al., 1825)

Figure 9 : La vie au sommet des arbres



M. de La Nux rapporte dans sa lettre de 1772 adressée à M. de Buffon que contrairement à *Pteropus subniger*, qui vit dans de grands arbres creux et laissant la possibilité aux humains de capturer des colonies entières, *Pteropus niger*, quant à elle, vit au sommet des arbres (figure 9). Il ajoute : « À parler exactement, la roussette ne vit pas en société ; le besoin d'aliments, la pâture les réunissent en troupes, en compagnies plus ou moins nombreuses. Ces compagnies se forment fortuitement sur les arbres de hautes futaies, ou chargés ou à proximité des fleurs ou des fruits qui leurs conviennent. On voit les roussettes y arriver successivement, se pendre par les griffes de leurs pattes de derrière et rester là tranquilles fort longtemps, si rien ne les effarouche [...] Branchée à un arbre (figure 10), elle s'y tient la tête en bas, les ailes pliées et exactement plaquées contre le corps ; ainsi sa voilure, qui fait sa difformité, de même que ses pattes de derrière, qui la soutiennent à l'aide des griffes dont elles sont armées, ne paraissent point. L'on ne voit en pendant qu'un corps rond, potelé, vêtu d'une robe d'un brun foncé, très propre et bien colorié, auquel tient une tête dont la physionomie a quelque chose de vif et de fin. Voilà l'attitude de repos des roussettes ».

Figure 10 : *Pteropus niger* suspendu



« Maintenant qu'on se représente la tête d'un grand arbre garnie, dans son pourtour et dans son milieu, de cent, cent cinquante, peut-être deux cents de pareilles girandolles, n'ayant de mouvement que celui que le vent donne aux branches, et l'on se fera l'idée d'un tableau qui m'a toujours paru curieux, et qui se fait regarder avec plaisir ».

Concernant son cri, il indique « qu'un homme, ouvrant la bouche et rétrécissant le passage de la voix et respirant successivement avec force, donne à peu près le son rauque du cri d'une roussette, et que cela n'est pas fort effrayant ».

2.1.2. Répartition géographique de ces dortoirs

Chassées par les hommes, M. de La Nux rapporte que c'est par instinct de conservation qu'elles cherchent la forêt, et non par caractère sauvage et farouche (Buffon (de) *et al.*, 1825).

Sur l'île Maurice, Cheke et Dahl (1981) avaient repéré quelques dortoirs de plusieurs centaines d'individus dans la forêt de Combo et Savane Range (actuellement dans le *Black River Gorges National Park*¹⁹); cependant, ils étaient principalement éparpillés en zones forestières par petits groupes comprenant 1 à 15 individus.

Une étude a recensé, il y a dix ans, une cinquantaine de dortoirs (dont certains sont signalés par une étoile ★ sur la figure 11 ci-dessous) sur les trois principales chaînes de montagne de l'île. Trente-six d'entre eux ont été étudiés : les petites colonies (< 300 individus) sont majoritaires (14/36) ; les moyennes (entre 300 et 600 individus), grandes (entre 600 et 900 individus) et énormes (> 900 individus) colonies sont équitablement réparties dans respectivement 7, 7 et 8 dortoirs (Robin, 2007).

Figure 11 : Répartition des dortoirs, d'après les données de Robin (2007)



¹⁹ Parc National des Gorges de Rivière Noire

Ces dortoirs (figure 12 à titre d'illustration), utilisés le jour par les chauves-souris pour se reposer, sont localisés en forêt et sont tous situés, d'après la NPCS, dans des zones peu fréquentées et dont l'accès est restreint. Quelques centaines d'arbres sont concernés, avec cinq espèces, natives²⁰ ou exotiques, dominantes : les eucalyptus (*Eucalyptus spp*), le tecoma (*Tabebuia pallida*), les araucarias (*Araucaria spp*), le bois noir (*Albizia lebbek*), le bois de natte (*Labourdonnaisia spp*) (Hutson et Racey, 2013).

Figure 12 : Dortoir, Parc National des Gorges de Rivière Noire



Récemment, six chauves-souris ont été capturées dans diverses zones de l'île par Oleksy *et al.* (2015). Elles ont été équipées de balise GPS (figure 13), permettant l'enregistrement de leur position, avec une très bonne résolution spatiale, toutes les 30 min à 1 h. Les relevés ont été effectués de décembre 2014 à avril 2015. Les auteurs montrent que ces six chauves-souris bougent librement sur toute l'île et arrivent à la couvrir entièrement. Elles n'ont pas de dortoir attiré et peuvent même en changer tous les jours. Plus d'une douzaine de dortoirs ont été identifiés, ceux-ci sont situés dans des fragments de forêts isolés, loin des perturbations.

Il existe une saisonnalité dans leurs déplacements : les mouvements se sont concentrés sur la côte ouest de l'île entre décembre et mars, puis sur la côte est de l'île en mars-avril (Oleksy *et al.*, 2015). Par ailleurs, entre mars et juillet, la population déserte le nord et se concentre principalement dans les régions de l'est et de l'ouest (Robin, 2007).

Figure 13 : Chauve-souris et balise GPS



²⁰ Espèce native : qui occupe naturellement l'île Maurice, mais qui est retrouvée dans d'autres parties du monde.

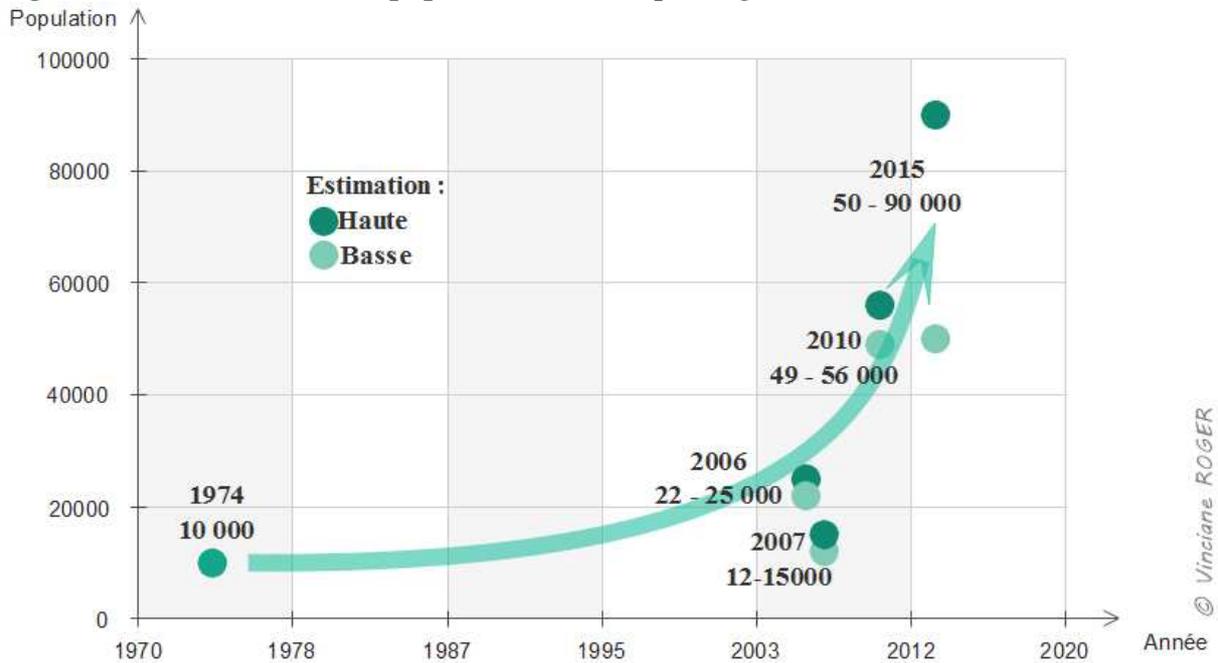
2.1.3. Dénombrement

La capacité des chauves-souris à se déplacer d'une extrémité à l'autre de l'île en l'espace d'une journée complique le comptage (*Mauritian Wildlife Foundation, 2015 ; Oleksy et al., 2015*). Il faudrait compter au même moment tous les individus dans les différents dortoirs en une fois, ce qui est techniquement impossible (*Oleksy et al., 2015*).

Cheke et Dahl (1981) ont été les premiers à estimer cette population à 10 000 individus en 1974. Cette estimation, grossière, était basée sur des discussions avec des chasseurs et le comptage de quelques colonies (*Hutson et Racey, 2013*). La NPCS l'évalue vingt-cinq ans plus tard, en 2006, entre 22 000 et 25 000 individus et entre 49 000 et 56 000 en 2010 (*Hutson et Racey, 2013*). Entre temps, Robin (2007) fait un premier recensement à l'aide de la technique d'émergence crépusculaire (*Evening Dispersal Counts*) et conclut qu'il y a entre 12 000 et 15 000 individus (*Hutson et Racey, 2013*). En novembre 2013, la NPCS estime la population à 90 000 individus tandis que la MWF avance le chiffre de 50 000. La MWF critique la méthode de comptage employée dans l'étude du gouvernement, qui présente un risque élevé de compter plusieurs fois un même individu (*Mauritian Wildlife Foundation, 2015*).

Les méthodes et techniques de comptage variant, les chiffres obtenus ne sont pas comparables entre eux (*Hutson et Racey, 2013*). Malgré ces difficultés et ces divergences, tous arrivent cependant à la même conclusion : durant la dernière décennie, la population a augmenté (*Hansard, 2016 ; Hutson et Racey, 2013 ; Oleksy et al., 2015*). Le graphique ci-dessous (figure 14) résume l'évolution de la population au cours de ces quarante dernières années.

Figure 14 : Estimation de la population de *Pteropus niger* entre 1974 et 2015



2.2. Locomotion

2.2.1. Description de la locomotion de *Pteropus niger* par M. de La Nux

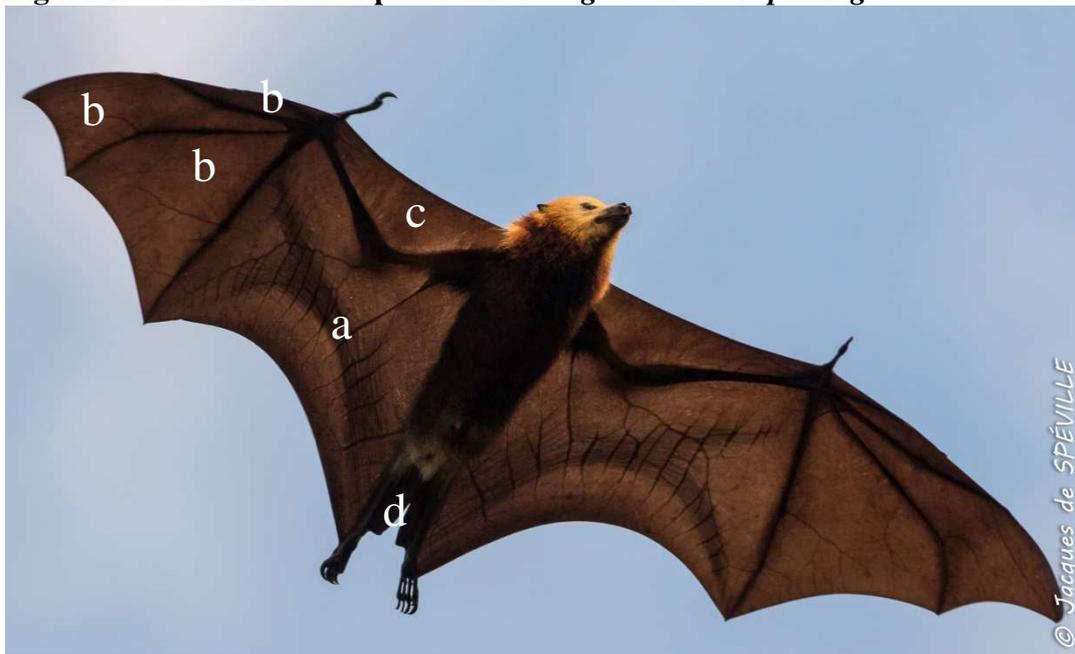
« Si elle approche trop la terre, elle y tombe et ne peut reprendre le vol qu'en grim pant contre quelque appui que ce puisse être, fût-ce un homme qu'elle rencontrât. Une fois à terre, elle ne peut s'y traîner maussadement et assez lentement, aussi ne s'y tient-elle que le moins de temps qu'elle peut : elle n'est point faite pour la course. [...] Pour s'envoler, ces animaux ne peuvent, comme les oiseaux, s'élancer dans l'air ; il faut qu'ils battent des ailes à plusieurs reprises avant de dépendre ses griffes de leurs pattes de l'endroit où ils se sont accrochés. [...] Mais la place où ils se trouvent quand il faut partir n'est pas toujours commode pour le jeu libre de leurs ailes, il peut se trouver des branches trop proches qui l'empêcheraient ; et, dans cette conjoncture, la roussette parcourt la branche jusqu'à ce qu'elle puisse prendre son essor sans risque. [...] Elles vont fort loin et à tire-d'ailes, et je crois très possible qu'elles traversent de cette île de Bourbon à l'île de France en assez peu de temps » (Buffon (de) *et al.*, 1825).

2.2.2. Membrane alaire

Les chauves-souris étant les seuls mammifères à voler, une adaptation du corps est nécessaire, qu'elle soit physiologique, comme le système circulatoire pour soutenir l'importante consommation de dioxygène (équivalente au double d'un mammifère de même gabarit qui court), ou mécanique (D'Altringham, 2011).

La membrane alaire, ou *Patagium*, est supportée principalement par le membre antérieur. Cette membrane, fine, élastique et résistante, comporte deux couches de peau entre lesquelles des réseaux vasculaire, nerveux et musculaire sont développés. Elle prend naissance sur le côté ou à l'arrière du corps et se décompose en plusieurs parties, tel que présenté ci-dessous (figure 15) : le *Plagiopatagium* (a), qui s'étend du membre postérieur à l'avant-bras, le *Chiropatagium*²¹ (b) entre les doigts 1 à 5, le *Propatagium* (c) de l'épaule au pouce, et l'*Uropatagium* (d) entre les membres postérieurs (Kunz et Pierson, 1994).

Figure 15 : Les différentes parties du *Patagium* de *Pteropus niger*



²¹ Appelé également *Dactylopatagium* (Vogelnest and Woods, 2008)

La musculature, complexe (exemple du poignet figures 16 et 17), nous rappelle que les muscles sont à la fois impliqués dans le vol et dans la locomotion terrestre (D'Altringham, 2011).

Figure 16 : *Rousettus aegyptiacus*, vue ventrale du poignet gauche, d'après Norberg (1972)

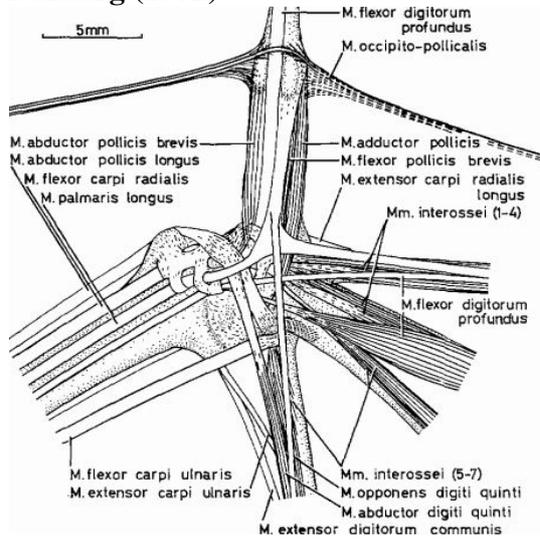
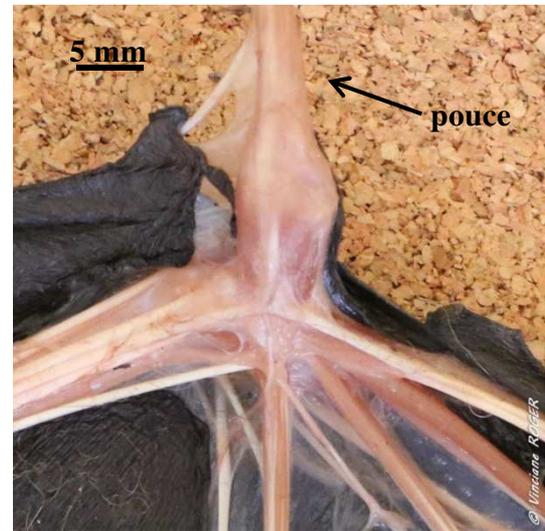


Figure 17 : *Pteropus niger*, vue ventrale du poignet gauche.



Certains muscles s'étendent des membres jusqu'à la membrane, comme le muscle *coraco-cutaneus* (figures 18 et 19) (Norberg, 1972).

Figure 18 : *Rousettus aegyptiacus*, vue ventrale de l'avant-bras gauche, d'après Norberg (1972)

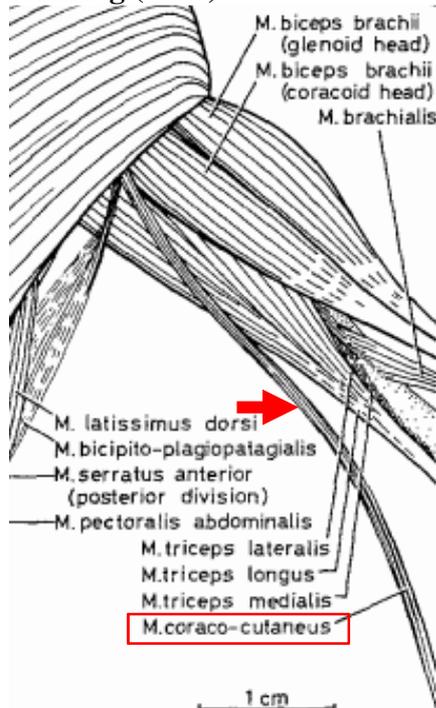
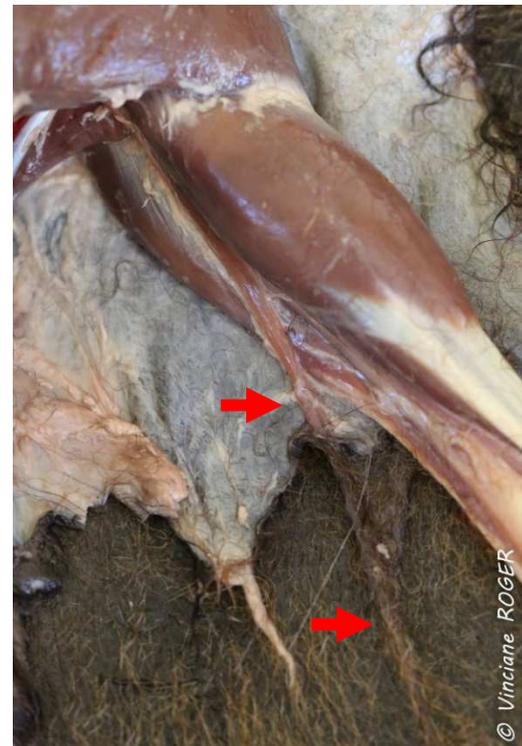


Figure 19 : *Pteropus niger*, vue ventrale de la région de l'avant-bras gauche



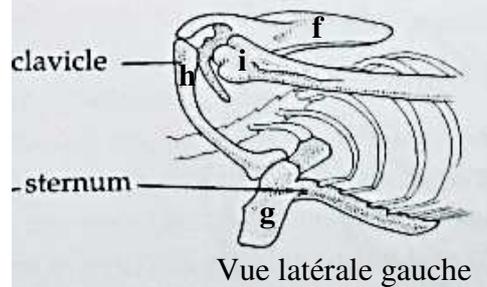
Bien que la fonction première de l'aile soit de voler, elle contribue également dans des environnements chauds ou humides à diminuer la température corporelle par dilatation des vaisseaux (Vogelnest et Woods, 2008).

2.2.3. Support du *Patagium* : quelques particularités des membres

La scapula (f) est reliée au sternum (g) par la clavicle (h), constituant un support solide pour l'insertion de l'aile (figure 20). L'aile se poursuit avec l'humérus (i), un long radius ainsi que des métacarpes allongés, tout comme les phalanges des doigts 2 à 5.

Le pouce est constitué d'une griffe, que l'animal utilise pour grimper et faire sa toilette (D'Altringham, 2011).

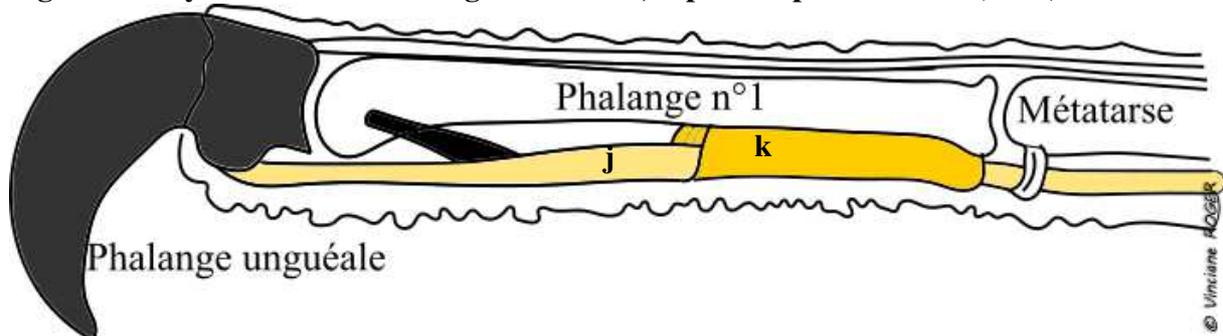
Figure 20 : Insertion de la scapula sur la clavicle, d'après D'Altringham (2011)



Concernant leurs membres postérieurs, les chauves-souris sont les seules parmi les mammifères à avoir des genoux pointant vers l'arrière (rotation de 180°). Cet arrangement facilite la direction pendant le vol et une posture de repos tête-en bas. En effet, ces chiroptères sont généralement suspendus par les deux pieds et utilisent les griffes acérées et recourbées de leurs cinq orteils pour supporter leur poids (Kunz et Pierson, 1994).

Cette suspension est facilitée par un mécanisme verrouillant leurs orteils en flexion (figure 21). En effet, les tendons des muscles fléchisseurs profonds des orteils (j) sont pourvus de surfaces fibro-cartilagineuses rugueuses, qui interagissent avec celles en forme de crêtes de la gaine (k), les bloquant ensemble temporairement. Ce mécanisme de verrouillage permet aux chauves-souris de diminuer le coût énergétique de l'accrochage, en réduisant voire en supprimant l'activité du muscle fléchisseur. Le même système est présent sur le pouce du membre antérieur (Bennett, 1992).

Figure 21 : Système de verrouillage des orteils, repris d'après Bennett (1992)



Le genre *Pteropus* est dépourvu de rotule mais possède un important cartilage hyalin et fibreux, apparu dans le tendon distal du muscle quadriceps fémoral. Cette évolution leur procure une force accrue liée aux contraintes imposées par la locomotion ou encore la position de repos (Smith *et al.*, 1995).

2.3. Alimentation

2.3.1. Description générale de l'alimentation par M. de La Nux

« Il ne faut pas croire que les roussettes ne mangent que la nuit (figure 22). Elles ont l'œil bon ainsi que l'odorat, elles voient très bien le jour ; il n'est point merveilleux qu'elles discernent dans l'épaisseur des bois les fruits, les graines mûres ainsi que les fleurs. D'ailleurs, les bananes de toutes espèces, dont elles sont très friandes, les pêches et les autres fruits que les Indiens cultivent, ne sont point dans l'épaisseur des bois [...]. Ces animaux ne sont du tout point carnassiers, ils sont et ne sont que frugivores. Les bananes, les pêches, les goyaves, bien des sortes de fruits dont nos forêts sont successivement pourvues, les baies de Guy et autres, voilà de quoi ils se nourrissent, et ils ne se nourrissent que de cela ; ils sont encore très friands de sucre de certaines fleurs à ombelles, telles entre autres celles de nos bois puants, dont le *nectareum* est très succin » (Buffon (de) *et al.*, 1825). M. de La Nux ajoute qu'« il est très probable que c'est pour la succion du *nectareum* des fleurs à ombelles, peut-être encore du nombre d'autres fleurs de genres différents, que leur langue est telle que l'apprend l'exacte et savante description qu'en a donnée M. Daubenton. J'observerai que la mangue est un fruit dont la peau est résineuse, et que nos animaux n'y touchent point » (Buffon (de) *et al.*, 1825).

Figure 22 : *Pteropus niger* survolant la forêt en journée



2.3.2. Différents outils : la langue, les dents et les yeux

M. Daubenton décrit une langue très longue, avec une extrémité étroite, presque pointue et hérissée sur les côtés de papilles (figures 23 et 24) (Buffon (de) *et al.*, 1825). Une mâchoire allongée, étroite, ainsi qu'une longue langue permet aux *Pteropodidae* de sonder les fleurs et d'en extraire le nectar (D'Altringham, 2011).

Figure 23 : Dessin de langue de *Pteropus niger* (Buffon (de) *et al.*, 1825)

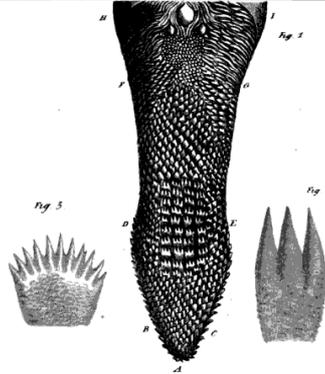


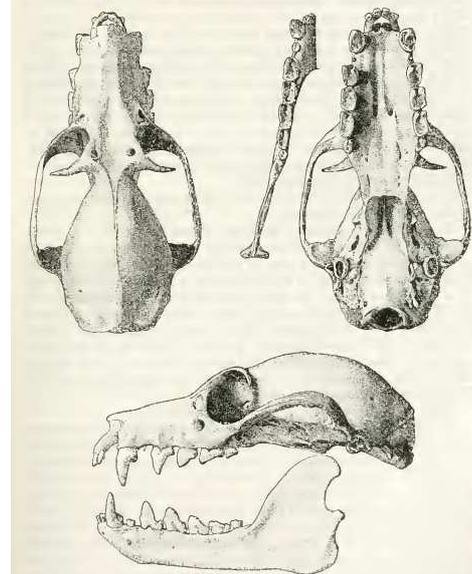
Figure 24 : Langue de *Pteropus niger*



La dentition de la roussette est établie par de Buffon *et al.* (1825) ; elle a 32 dents (figure 25) : quatre incisives et deux canines sur chaque mâchoire, huit molaires dans la mâchoire supérieure et douze dans la mâchoire inférieure. Concernant les molaires de la mâchoire supérieure, la première des molaires est la plus grande et la dernière la plus petite ; sur la mâchoire inférieure, la première et la dernière sont les plus petites, la deuxième est la plus grande.

Les *Pteropodidae* sont dotées de molaires et prémolaires relativement plates présentant de grandes surfaces de broyage, les canines sont longues pour pénétrer dans les fruits résistants, les incisives sont habituellement petites (D'Altringham, 2011).

Figure 25 : Tête osseuse d'un individu mâle de *Pteropus niger* (Andersen, 1912)



Concernant la vision de *Pteropus niger*, la rétine est dominée par des bâtonnets qui lui procurent une bonne sensibilité lors de sa vie nocturne. Elle possède également deux types de cônes : une majorité de cônes est sensible aux radiations de moyennes à grandes longueurs d'ondes²² tandis que les autres le sont aux radiations de basses longueurs d'onde²³ suggérant le potentiel pour une vision dichromatique chez cette espèce (Müller *et al.*, 2005).

²² “middle-to-long-wave sensitive (L-) cones”

²³ “short-wave sensitive (S-) cones”

2.3.3. Diversité alimentaire

L'alimentation de *Pteropus niger* varie au cours de l'année en fonction de la disponibilité des arbres en fruits. Elles se nourrissent en grande partie et tout au long de l'année sur les badamiers, *Terminalia catappa* (figures 26 et 27) et sur les tamariniers, *Tamarindus indica* (figure 28) (Oleksy *et al.*, 2015).

Figure 26 : Chauve-souris mangeant une noix de badame



Figure 27 : Badamier, *Terminalia catappa*



Figure 28 : Tamarinier, *Tamarindus indica*



À cela s'ajoutent différentes espèces de ficus (*Ficus spp*), dont la période de fructification n'est pas définie et non synchrones et peut donc se dérouler plusieurs fois au cours de l'année, constituant une source majeure d'alimentation l'hiver (Oleksy *et al.*, 2015).

Suite à la période de fructification des fruits commerciaux, à partir de février, on les retrouve sur les jamrosat (*Syzygium jambos*) et les jameloniers (*Syzygium cumini*), sur des goyaviers de Chine (*Psidium cattleianum*), et sur le pomme jacot (*Mimusops coriacea*). Les auteurs ont également observé des chauves-souris se nourrissant de fruits et de feuilles d'espèces endémiques, à savoir *Foetidia mauritiana*, communément appelé bois puant et de *Ludia mauritiana*, appelé bois de sagaie (Oleksy *et al.*, 2015).

Pteropus niger mange également des fruits immatures durant cette période (février-mars), tels que ceux du bois d'ébène (*Diospyros tessellaria*), du bois de punaise (*Grangeria borbonica*), du labourdonnais (*Labourdonnaisia glauca*), et du bois de fer (*Sideroxylon cinereum*) (Nyhagen *et al.*, 2004).

Grâce à la géolocalisation de six individus, les auteurs remarquent qu'elles vont se nourrir dans différents sites, tels que des jardins particuliers, des fragments de forêts ou des vergers. Elles se nourrissent principalement ailleurs que dans les vergers, mais des visites répétées sur le même verger peuvent se produire. Elles peuvent parcourir jusqu'à 40 km en une nuit et revenir sur le même site d'alimentation pendant plusieurs semaines (Oleksy *et al.*, 2015).

2.3.4. Rôle pollinisateur

Pteropus niger va ainsi aller visiter pas moins de 22 espèces de plantes à la recherche de nourriture, dont 32 % sont endémiques de l'île Maurice, 18 % sont natives et 50 % introduites. Ces résultats sont issus d'observations directes et de l'analyse des éjectas²⁴ et fèces ramassés. Toutes les graines présentes dans les éjectas sont matures et non endommagées, certaines même en germination. On retrouve en plus sur les lèvres de ces chauves-souris du pollen de 18 espèces, avec en moyenne 2,2 espèces par individu. *Pteropus niger* joue donc un rôle très important dans le maintien de la diversité, il se nourrit de manière opportuniste. Il faut cependant noter que la dispersion des graines dépend de leur taille : fèces pour les graines de petite taille (< 5 mm) uniquement – limite imposée par la lumière de l'œsophage ; éjectas pour les petites (< 5 mm) à moyenne (5 à 25 mm) graines (Nyhagen *et al.*, 2004).

Afin d'investiguer l'effet des chauves-souris sur la régénération de la forêt, une étude a été entreprise pour comparer la germination de graines de Ficus en fonction de leur provenance : éjecta, fèces et fruits frais tombés. Les graines transformées par les chauves-souris (fèces > éjecta) ont montré les meilleurs résultats de germination (Oleksy *et al.*, 2015).

²⁴ De l'anglais "ejecta pellets" : ce que recrache la chauve-souris après en avoir extrait le jus par écrasement entre la langue et le palais.

2.4. Reproduction

2.4.1. Morphologie

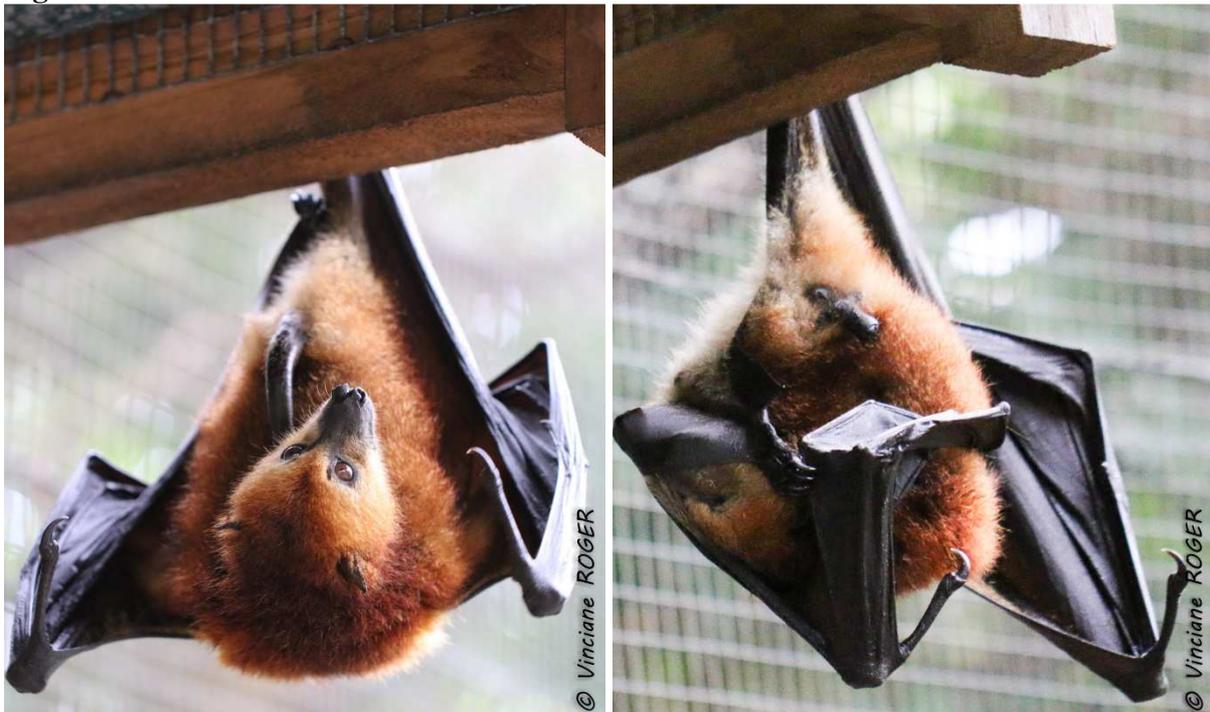
Chaque individu possède deux mamelles sur la poitrine (figure 29), une de chaque côté (Buffon (de) et Daubenton, 1763).

Figure 29 : Localisation des mamelles



Les testicules se trouvent placés de chaque côté de l'anus, la verge est saillante (figure 30), le gland est cylindrique et ne renferme point d'os (Buffon (de) *et al.*, 1825).

Figure 30 : Individu mâle réalisant sa toilette



2.4.2. Accouplements

M. de La Nux rapporte que « le temps des amours est ici vers le mois de mai, c'est-à-dire en général, dans le milieu de l'automne » (Buffon (de) *et al.*, 1825). Ces copulations sont observées deux siècles plus tard début avril par Cheke et Dahl (1981), qui précisent que les couples se mettent à l'écart du groupe, hors de vue, pour copuler bruyamment.

Plus récemment, Etienvre (2016) a pu observer des copulations en captivité. Voilà ce qu'elle rapporte : « C'est toujours le mâle qui initie une copulation en s'approchant de la femelle. Il la sent, et va tenter de lui bloquer les ailes en se mettant sur son dos et en la mordant au cou. La femelle essaye toujours de se débattre et cela s'accompagne de cris stridents. Si elle réussit à s'échapper, cela s'accompagne à chaque fois d'une poursuite de la part du mâle. S'il arrive à la rattraper, il ne tente pas toujours de recommencer une copulation de suite, il va plutôt lécher la femelle (tête et sexe), la femelle ne se débat plus et ne cherche pas à fuir. Si le mâle tente de la saillir à nouveau, elle cherche à s'enfuir de nouveau. Cela s'accompagne de nombreuses chutes de la femelle ou du couple ».

Toujours selon ses observations : « plusieurs mâles vont saillir plusieurs femelles, il semble toutefois y avoir plus de tentatives avec une femelle visée du groupe ainsi qu'un mâle, qui se détache du reste du groupe par le nombre de saillies réalisées (23 % des saillies) » (Etienvre, 2016).

2.4.3. Naissance et croissance du jeune

La roussette est vivipare et met au monde un seul petit par an, un mois après le second équinoxe, soit au mois d'octobre. La gestation dure ainsi de quatre mois et demi à cinq mois (Buffon (de) *et al.*, 1825).

Cheke et Dahl (1981) ont observé début décembre de nombreuses femelles transportant des jeunes, presque indépendants. Quelques mois plus tard (mi-février et début avril), les femelles ne transportent plus les jeunes (Cheke et Dahl, 1981).

La croissance du jeune semble s'achever à l'âge de 8 mois (figure 31) (Buffon (de) *et al.*, 1825).

Figure 31 : Mère et son jeune de 10 mois



3. Une espèce à multiples facettes

3.1. Une espèce menacée

3.1.1. Cyclones

Les cyclones soumettent les chauves-souris sur l'île à rude épreuve : celles qui survivent aux vents et aux tempêtes, c'est-à-dire celles qui arrivent à rester accrochées, doivent ensuite faire face au manque de nourriture, les arbres étant dépouillés de leurs fruits. On les retrouve alors survolant toute l'île de plein jour, cherchant des fruits dans des lieux inattendus (Cheke et Dahl, 1981). Les cyclones éliminent ainsi sélectivement les individus faibles et âgés (*Mauritian Wildlife Foundation, 2015*).

Plusieurs cyclones sont mentionnés dans la littérature pour leur impact sur la population, notamment le cyclone Carol, en 1960, qui a été le plus catastrophique, puis le cyclone Gervaise en 1975 ou encore Claudette en 1979 (Cheke et Dahl, 1981).

Bien qu'au cours de ces dernières années, aucun cyclone majeur n'ait eu lieu dans cette zone géographique, une augmentation de fréquence et d'intensité des cyclones est à prévoir avec le changement climatique (Hutson et Racey, 2013).

3.1.2. Activités humaines

L'arrivée de l'homme a eu des conséquences néfastes pour cette île, qui était initialement entièrement recouverte de forêt, de brousse et de palmiers (Safford, 1997).

L'introduction d'espèces exotiques envahissantes à laquelle s'ajoute une déforestation massive (ébène et palmiers) ont conduit à la dégradation ou à la perte de l'habitat initial, et par conséquent à l'extinction de plus d'une centaine d'espèces animales et végétales (*Republic of Mauritius, 2017b*). Safford (1997) rapporte qu'il ne reste que 5 % de la forêt originelle en 1993. Après quatre siècles de colonisation, le reliquat de cette forêt (représentée en vert figure 32) est désormais estimée à 2 % de la superficie originelle par la *MWF* et de nombreuses espèces animales et végétales sont encore menacées (*Mauritian Wildlife Foundation, 2014 ; Republic of Mauritius, 2017b*).

Par ailleurs, la *Mauritian Wildlife Foundation* (2015) estime que 2 000 individus de *Pteropus niger* meurent chaque année sur les lignes haute-tension de l'île. L'électrocution intervient quand la chauve-souris, voulant passer d'un fil électrique à l'autre, crée un court-circuit avec les deux fils ; il faut attendre la décomposition de l'animal pour que les cadavres se décrochent (figure 33).

Figure 32 : Déforestation (*Mauritian Wildlife Foundation, 2014*)

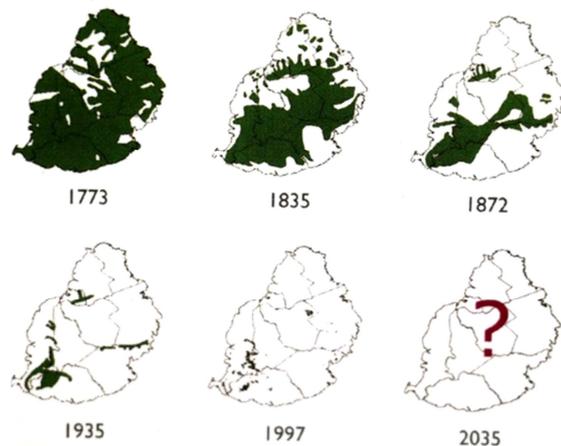


Figure 33 : Chauve-souris électrocutée



3.1.3. Chasse

M. de La Nux rapporte en 1772 que ces chauves-souris constituent, avant tout, une source de nourriture : « La roussette est un bon gibier... Oui pour qui peut vaincre la répugnance qu'inspire sa figure. La jeune, surtout de quatre à cinq mois, déjà grasse, est en son genre aussi bonne que le pintadeau, que le marcassin dans le leur. Les vieilles sont dures, bien que très-grasses, dans la saison des fruits qui leur conviennent, c'est-à-dire pendant tout l'été et une bonne partie de l'automne. Les mâles surtout acquièrent en vieillissant un fumet déplaisant et fort. La roussette et la rougette²⁵ fournissent une nourriture saine. On n'a jamais entendu dire que qui que ce soit en ait été incommodé, quoique nombre de fois on en ait mangé avec excès. Elle est chassée pour sa viande, pour sa graisse, pour les jeunes individus, pendant tout l'été, tout l'automne et une partie de l'hiver, par les blancs au fusil, par les nègres au filet » (Buffon (de) *et al.*, 1825).

Deux siècles après, Cheke et Dahl (1981) rapportent, après discussion avec des chasseurs en 1974, qu'environ 1 000 individus sont tués pour le loisir et pour la viande chaque année. Cette tradition ancestrale fait partie de la vie des Mauriciens, d'autant plus que certains les considèrent comme « nuisibles » (Cheke et Dahl, 1981). La graisse est aussi utilisée dans la pharmacopée mauricienne, dans le traitement de certaines affections pulmonaires (Moutou, 1982).

Quelques dizaines d'années plus tard, on retrouve ces mêmes pratiques, mais en augmentation. Cette chasse illégale est désormais estimée à 2000 individus par an, avec un pic en 2015 où elle atteint 5000 individus, dû à l'émergence d'un marché de viande illégale (*Mauritian Wildlife Foundation*, 2015).

Ces chiffres sont difficiles à estimer, comme l'attestent Cheke et Dahl (1981) après une session de chasse : « Bien que de nombreuses chauves-souris aient été abattues, seules quatre, toutes femelles, ont été retrouvées. Mon impression était qu'un nombre beaucoup plus important était blessé, mais ont pu s'échapper vers un arbre plutôt que tomber, ou bien tomber trop loin pour pouvoir être vu dans le noir. Les chasseurs ont confirmé que beaucoup d'entre elles étaient perdues à chaque partie de chasse. De tels déchets, éventuellement acceptables lorsque les animaux sont abondants, ne peuvent guère être justifiés pour une espèce endémique en déclin confinée dans une seule île ».

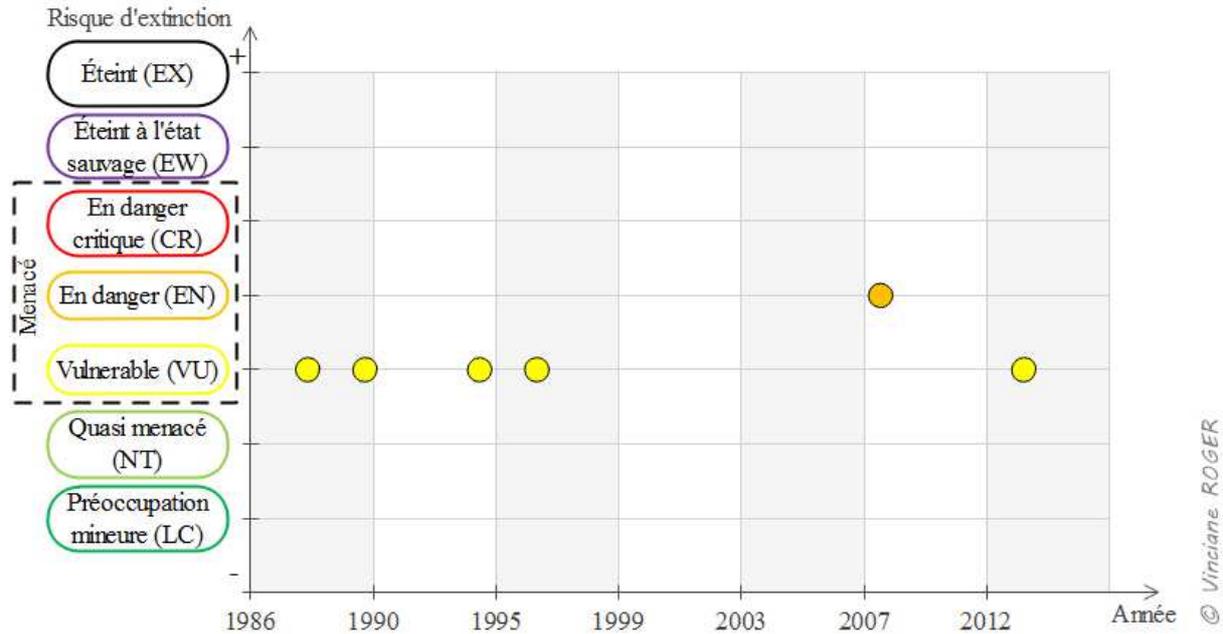
²⁵ *Pteropus subniger*

3.2. Une espèce protégée à plusieurs échelles

3.2.1. Internationale

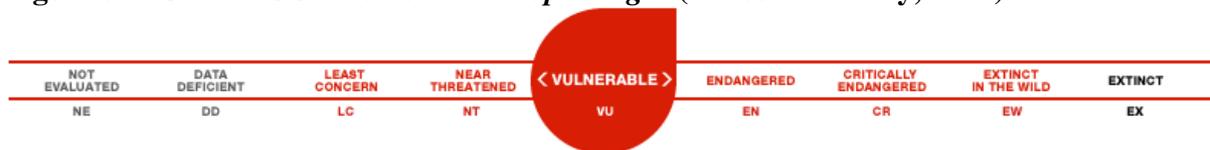
Pteropus niger était « En danger critique » dans le début des années 1970 (Hansard, 2016), puis passe dans la catégorie « Vulnérable » dès 1988 (Hutson et Racey, 2013). Avec une population dont l'estimation des effectifs par Robin (2007) est faible et menacée d'abattage sur une île, qui a déjà connu l'extinction des deux autres espèces de *Pteropus*, le statut *IUCN* de *Pteropus niger* est revu et passe en 2008 de « Vulnérable » à « En danger » (Aziz *et al.*, 2016). En 2010, les estimations beaucoup plus importantes, produites par la NPCS, ont eu pour conséquence le retour en 2013 du statut de *Pteropus niger* de « En danger » à « Vulnérable » (Aziz *et al.*, 2016). Cette évolution est récapitulée ci-dessous (figure 34).

Figure 34 : Évolution du statut *IUCN* de *Pteropus niger* entre 1988 et 2017



En 2017, ce statut (figure 35) reste inchangé par rapport à celui de 2013, à savoir « Vulnérable ».

Figure 35 : Statut *IUCN* actuel de *Pteropus niger* (Hutson et Racey, 2013)



Elle figure aussi sur l'annexe II de *CITES* depuis 1990 et à l'annexe B de l'Union Européenne depuis 1997 (CITES, 2017).

3.2.2. Nationale

Depuis 1993, *Pteropus niger* est protégée dans la République de Maurice par le "Wildlife and National Park Act"²⁶ qui l'intègre dans les espèces protégées (figure 36). Ainsi, personne n'est autorisé à : chasser - élever - avoir en sa possession – acheter – vendre - exporter tout produit ou dérivé, vivant - mort - empaillé, de la faune protégée dont fait partie *Pteropus niger* (Republic of Mauritius, 1994).

Figure 36 : Extrait du "Wildlife and National Park Act 1993"²⁷ (Republic of Mauritius, 1994)

Part V – Protection of fauna and flora

15) Protected Wildlife

- (1) Subject to subsection (2), no person shall, except in accordance with a permit issued by the authorised officer –
 - (a) hunt, rear, have in possession, purchase, sell or export, any protected wildlife or wildlife product derived from protected wildlife;
 - (b) have in his possession, purchase, sell or export any dead protected wildlife or stuffed specimen of protected wildlife.
- (2) Any person may, except for the purpose of trade –
 - (a) capture for the purpose of rearing;
 - (b) rear,
any bird of a species specified in the Third Schedule.

Fourth schedule

Species of Wildlife in respect of which more severe penalties are provided:

Bat, Mauritian fruit *Pteropus niger* [...]

²⁶ Loi de la faune sauvage et des parcs nationaux

²⁷ **Section V - Protection de la faune et la flore**

15) Faune protégée

- (1) Sous réserve du paragraphe (2), personne ne doit, sauf en conformité avec un permis délivré par un agent accrédité –
 - (a) chasser, élever, avoir en sa possession, acheter, vendre ou exporter toute faune protégée ou tout produit dérivé d'une faune protégée ;
 - (b) avoir en sa possession, acheter, vendre ou exporter toute faune protégée morte ou empaillage d'une faune protégée.
- (2) Toute personne peut, sauf aux fins de vente –
 - (a) capturer à des fins d'élevage ;
 - (b) élever,
toute espèce d'oiseaux spécifiée dans l'Annexe Trois.

Annexe Quatre

Espèces de la faune sauvage pour lesquelles des mesures plus sévères seront appliquées

Chauve-souris frugivore de l'île Maurice *Pteropus niger* [...]

Celui-ci est remplacé depuis 2015 par ”*The Native Terrestrial Biodiversity and National Parks Act 2015*”²⁸ (figure 37). Il stipule que toute personne souhaitant entreprendre la moindre action relative à la faune sauvage protégée devra adresser, par écrit, une demande de permis au directeur de la NPC (Republic of Mauritius, 2015).

Figure 37 : Extrait de “*The Native Terrestrial Biodiversity and National Parks Act 2015*”²⁹ (Republic of Mauritius, 2015)

Part VI – Protection of fauna and flora

21) Protected Wildlife

- (1) Any person who wishes to -
 - (a) Pick, pluck, gather, collect, cut, uproot, process, breed, hunt, rear, have in possession or under control, or otherwise obtain, plant, propagate, purchase, sell, offer or display to the public, any protected wildlife or its derivative ; or
 - (b) Export or import any protected wildlife or its derivative, shall make a written application to the Director for a permit.
- (2) Where the Director receives an application under subsection (1), he may, subject to such terms and conditions as he considers appropriate, issue a permit.
- (3) No person shall, except in accordance with a permit issued by the Director and subject to such conditions as may be imposed, do any act referred to in subsection (1).

²⁸ Loi sur la biodiversité terrestre native et les parcs nationaux 2015

²⁹ **Section VI - Protection de la faune et la flore**

21) Faune protégée

- (1) Toute personne qui souhaite –
 - (a) cueillir, plumer, ramasser, collecter, couper, déraciner, traiter, nourrir, chasser, élever, avoir en sa possession ou sous contrôle, ou encore obtenir, planter, propager, acheter, vendre, offrir ou montrer au public, toute faune protégée ou ses dérivés ; ou
 - (b) exporter ou importer toute faune protégée ou ses dérivés, devra exprimer sa demande par écrit au Directeur en vue d’obtention d’un permis.
- (2) Lorsque le Directeur reçoit une demande couverte par le paragraphe (1), il peut, sous réserves des modalités qu’il juge appropriées, délivrer un permis.
- (3) Personne ne devra, sauf en conformité avec un permis délivré par le Directeur et sous réserves des conditions qui pourront être appliquées, faire toute action mentionnée dans le paragraphe (1)

3.2.3. Acteurs de la conservation

La NPCS (figure 38) a été créée en 1994 par le "Wildlife and National Park Act 1993" (Republic of Mauritius, 1994). Cette administration, dépendante du gouvernement, est responsable de la gestion de la biodiversité et de l'écosystème mauricien (Republic of Mauritius, 2017c). Concernant les chauves-souris, elle est chargée d'en apprendre le plus possible afin de proposer des mesures appropriées au gouvernement ; pour cela, elle délivre des autorisations de projets extérieurs ou est elle-même source de missions, comme le projet d'estimation de la population de *Pteropus niger* (National Parks and Conservation Service, 2016).

Figure 38 : Logo de la NPCS



Elle gère aussi les parcs nationaux et les réserves naturelles, tel que le parc national des Gorges de la Rivière Noire (figure 39), créé le 15 juin 1994 et qui s'étend sur une surface de 6 574 hectares dans le sud-ouest de l'île. La conservation de la faune et de la flore endémiques, la sensibilisation et l'éducation du public représentent les principaux enjeux de ce site (Republic of Mauritius, 2017d). Il contient 44 % des 2 % de forêt indigène restante (Safford, 1997) et regroupe de nombreux dortoirs de chauves-souris.

Figure 39 : Parc national des Gorges de Rivière Noire



La MWF (figure 40) est une Organisation non gouvernementale qui protège les espèces animales et végétales endémiques de la République de Maurice (Mauritian Wildlife Foundation, 2017a). Concernant *Pteropus niger*, elle réalise des études de terrain ou en supervise, en lien avec des universités, des masters en sciences aux sujets variés : de l'écologie alimentaire à la distribution et la taille de la population, jusqu'à la perception de l'espèce par les Mauriciens eux-mêmes (Oleksy *et al.*, 2015). Elle est aussi présente dans les Gorges de la Forêt Noire où elle gère un refuge accueillant les chauves-souris blessées (National Parks and Conservation Service, 2016).

Figure 40 : Logo de la MWF



La MWF est également responsable de la gestion de l'île aux Aigrettes (figure 41), territoire de 27 hectares, déclarée réserve naturelle en 1965 et située au sud-est de l'île Maurice. Elle y a réalisé un important travail de conservation en restaurant la forêt avec des espèces endémiques et en y réintroduisant des espèces animales et végétales rares (Mauritian Wildlife Foundation, 2017b).

Figure 41 : Île aux Aigrettes



Les chauves-souris y sont absentes le jour, hormis trois individus mâles (figure 42) dans une volière. Cependant, ce site est utilisé en soirée et la nuit par des chauves-souris pour se nourrir, en témoignent les éjectas retrouvés aux pieds des ficus (figure 43) (Dwarika, 2016).

Figure 42 : *Pteropus niger*



Figure 43 : Éjecta de chauve-souris



3.3. Education de la population

3.3.1. Perception des Mauriciens

M. de La Nux indique que « la Roussette n'est pas de ces animaux que nous sommes portés à trouver beaux ; elle est même déplaisante à voir en mouvement et de près » (Buffon (de) *et al.*, 1825). On retrouve souvent l'association de *Pteropus niger* et du terme anglais “pest”³⁰ : “many regard the animals as an unwelcome orchard pest”³¹ (Cheke et Dahl, 1981), “the species is viewed as a common pest”³² (Oleksy *et al.*, 2015) ou encore “the bat population has gone to such a level that today it has become nearly a pest”³³ (Hansard, 2016).

Une étude, supervisée par la MWF sur l'année 2014-2015, a eu pour but de déterminer les relations entre les Mauriciens et *Pteropus niger*, notamment leur attitude et comportement. Pour cela, 560 Mauriciens ont été sondés : 75 % des Mauriciens n'ont aucune à peu de connaissances sur cette espèce, leurs principales sources d'information les concernant sont la télévision, les journaux et les conversations orales. Quinze pourcent des habitants ont déjà fait quelque chose en faveur de leur conservation, 12 % utilisent des répulsifs et 6 % en ont tués au cours des trois dernières années. Les facteurs socio-démographiques, tels que le genre, la localisation, ou la religion, sont sans influence, bien que la jeune génération (18-25 ans) montre une attitude plus bienveillante à leur égard (Wachill, 2015).

³⁰ Traduction : « nuisible »

³¹ Traduction : « beaucoup voient ces animaux comme d'hostiles nuisibles de vergers »

³² Traduction : « cette espèce est vue comme un simple nuisible »

³³ Traduction : « la population de chauves-souris a évolué à un tel niveau qu'elle est quasiment devenue aujourd'hui une espèce nuisible »

3.3.2. Sensibilisation

Le parc *Casela Limited*®, créé en 1979, était à l'origine un sanctuaire de volatiles. Au cours des années, le parc s'est diversifié, aussi bien dans la variété d'espèces animales hébergées que dans les activités proposées ; la population de chauves-souris a augmenté. Tous les jours, une présentation de l'espèce est réalisée par les soigneurs. Elle vise à la faire découvrir aux visiteurs, locaux ou étrangers, ainsi que son importance dans le rôle de pollinisateur. Les enfants sont aussi sensibilisés à cette espèce endémique lors des sessions de *Zookeeper*, ces journées où ils endossent le rôle de soigneur animalier en effectuant le nettoyage de la volière ou le nourrissage (figure 44). Des projets entre le parc et des écoles sont également mis en œuvre aboutissant à la visite guidée du parc.

Figure 44 : Zookeeper



La *NPCS* se déplace dans des écoles pour sensibiliser les jeunes Mauriciens à leur écosystème unique (*National Parks and Conservation Service*, 2016). La *MWF* réalise de nombreux supports afin de sensibiliser les touristes, mais aussi la population locale. On retrouve par exemple un livre sur les animaux et plantes de l'île Maurice, dont l'extrait concernant *Pteropus niger* est présenté ci-contre (figure 45).

Figure 45 : Extrait du livre "*The Native Plants and Animals of Mauritius*"^{34,35} (*Mauritian Wildlife Foundation*, 2014)



³⁴ Les plantes et animaux natifs de l'île Maurice

³⁵ Les chauves-souris sont les seuls mammifères endémiques de l'île Maurice. Il y avait trois espèces de chauves-souris frugivores, dont deux sont désormais éteintes. L'espèce qui a survécu est une grande chauve-souris avec une envergure de près de 100 cm. Elle peut être aperçue à l'aube et au crépuscule, et parfois au cours de la journée, lorsque qu'elle recherche des fruits dans les arbres. Elle est un excellent disséminateur de fruits et de graines.

4. Conflit *Homo sapiens* – *Pteropus niger*

4.1. Une cohabitation difficile

4.1.1. Un conflit qui perdure

Les chauves-souris sont responsables de nombreux maux aux yeux de la population, en témoignent les extraits de journaux suivants (figures 46 et 47).

Figure 46 : « Des chauves-souris plongent Baie-du-Tombeau dans le noir », *L'Express*, 25-01-14



Des chauves-souris plongent Baie-du-Tombeau dans le noir

APRÈS les ravages faits aux arbres fruitiers, les chauves-souris sont devenues la source d'un nouveau type de nuisance. Ces mammifères ailés sont soupçonnés d'avoir causé un black-out dans une grande partie de Baie-du-Tombeau dans la soirée d'hier. Entre 20 heures et 22 heures, la hotline du Central Electricity Board (CEB) a été inondée de plaintes d'abonnés en colère. Surtout de ceux qui ont raté leurs feuilletons préférés et le film hindoustani programmé le jeudi soir.

« Nous pensons que les chauves-souris ont causé un court-circuit sur le réseau après avoir heurté des lignes de haute tension », a confié Balraj Narroo, président du conseil d'administration du CEB, à *l'express* peu après 22 h 30. Il n'écartait pas non plus le fait que les orages et les averses aient pu être la cause du black-out mais les intempéries de l'après-midi avaient cédé la place à un temps plus clémente dans la soirée.

À 22 h 30, des techniciens étaient encore sur le terrain pour situer la faute dans le but de rétablir le courant. Dans la même région, à vol d'oiseau, d'autres coupures ont été recensées à la limite de Terre-Rouge. Quelques quartiers ont pu être raccordés au réseau mais le

Une chauve-souris à La Vanille Réserve des Mascareignes.

travail a continué jusqu'à fort tard dans la nuit.

Espèce protégée, la chauve-souris a déjà forcé un ATR-42 d'Air Mauricie à faire demi-tour le lundi 18 novembre dernier alors que celui-ci venait d'effectuer 45 minutes de vol en route vers Rodrigues. Elle avait heurté l'avion au moment du décollage. Les autorités mauriciennes comptent faire un recensement de la population du mammifère avant de décider de son sort.

À ce jour, l'espèce endémique, le *Pteropus niger*, compterait 30 000 spécimens. Bien qu'elle soit un mets recherché par certains à cause de son goût fruité, toute personne trouvée coupable d'avoir chassé cette chauve-souris risque cinq ans de prison et une amende de Rs 100 000.

Figure 47 : « Prolifération des chauves-souris : le casse-tête des autorités », *L'Express*, 15-09-15



ESPECE PROTEGEE

Prolifération des chauves-souris : le casse-tête des autorités

C'EST une espèce protégée. Or, la chauve-souris envahit de plus en plus les vergers. Les planteurs sont dépassés ; le ministre Mahen Seeruttun promet des mesures « pour bientôt » mais la solution n'est pas si simple...

Pétard, filets, feu... le fait que l'année dernière presque toute la récolte de longanines a été décimée par ces chauves-souris.

Deeraj Patchkoojee possède deux arpents sur lesquels sont cultivés des letchis, un arpent destiné aux manguiers et un arpent et demi aux longaniers. C'est dire l'enjeu pour lui. Car, en une nuit, une cinquantaine de chauves-souris peuvent dévorer tout un arbre avec 50 000 letchis, explique-t-il.

« Les arbres de letchis fleurissent actuellement et, dans deux ou trois semaines, il faudra à tout prix renforcer le gardiennage », souligne Deeraj Patchkoojee.

Il emploie environ une demi-douzaine de personnes rien que pour surveiller ces mammifères. Ces gardiens font des feux ou encore font éclater des pétards. « Parfois, je tire des coups de feu en l'air », confie le planteur.

Des mesures qui ne suffisent pas toujours, sans compter les problèmes de voisinage. « Quand on met le feu, des voisins sont incommodés et il arrive parfois qu'il y ait des plaintes à la police, notamment pour pollution sonore. Nous sommes pris dans un étau. D'une part, nous subissons la nuisance de ces mammifères et, de l'autre, le voisinage se plaint », déclare Deeraj Patchkoojee. Quant aux filets, « ce n'est pas évident. Pour un arbre, il faut au moins trois filets et autant pour les manguiers. Et ces mammifères trouvent moyen de passer à travers ».

Deeraj Patchkoojee fait ainsi ressortir que les pertes sont conséquentes pour les planteurs. « Nous avons fait des requêtes auprès du ministère pour éliminer ces mammifères mais on nous apprend que c'est une espèce protégée et qu'on ne peut pas les tuer. C'est vrai que le ministère nous a dit qu'il compte prendre des mesures. Nous attendons. »

MAHEN SEERUTTUN : « DES MESURES POUR SOULAGER LES PLANTEURS »

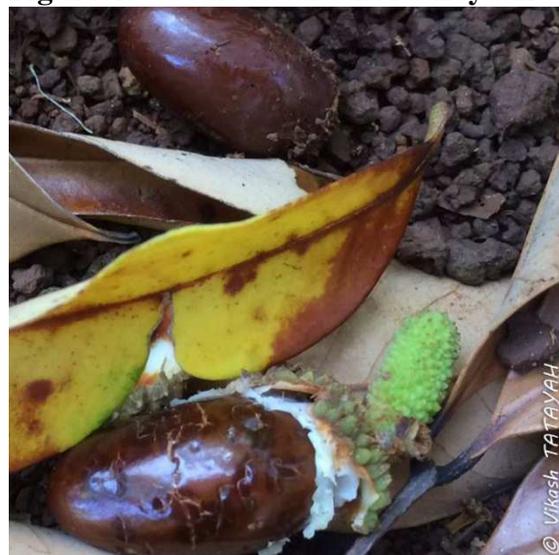
Conscient de la nuisance que représentent les chauves-souris, le ministre de l'Agro-industrie a rencontré les planteurs il y a une dizaine de jours. « Je leur ai dit la semaine dernière que je viendrais avec des mesures pour les soulager. » Sauf qu'il est un fait : on ne peut tuer les chauves-souris. Ce que concède Mahen Seeruttun. « Vous savez, Maurice a signé une convention internationale pour protéger ces mammifères. Et comme il n'y a pas eu de cyclones durant plus de dix ans, les chauves-souris se sont multipliées et aujourd'hui elles sont une nuisance. » Ainsi, pour l'heure, aucune solution n'a été arrêtée pour aider ces planteurs. « On réfléchit là-dessus », explique simplement le ministre.

Nuisance sonore ou encore nuisance électrique, les désagréments imputés aux chauves-souris sont nombreux. Cependant, il en est une qui domine et dont les plaintes adressées au gouvernement connaissent une augmentation année après année : il s'agit des dégâts sur les arbres fruitiers à forte valeur commerciale, notamment sur les litchis (*Litchi*) (figures 48 et 49) et les mangues (*Mangifera spp*) (Hansard, 2016 ; Oleksy *et al.*, 2015).

Figure 48 : Dégâts sur les litchis



Figure 49 : Seuls subsistent les noyaux



La saison de fructification des litchis et des mangues, qui s'étend sur l'île d'octobre à décembre, correspond à la fin de la période sèche, au cours de laquelle la raréfaction des fruits en forêt semble contraindre les chauves-souris à aller chercher de la nourriture ailleurs (Oleksy *et al.*, 2015). Certains rapports indiquent que les cultures de bananes commencent également à être touchées (Hansard, 2016).

4.1.2. Évaluation des dégâts

De nombreux chiffres sont avancés concernant l'estimation des dégâts causés par *Pteropus niger*. Ainsi, les arboriculteurs estiment-ils la consommation de litchis par les chauves-souris à 50 tonnes/an, laquelle augmente de 10 % par an (Oleksy *et al.*, 2015) pour une exportation annuelle fluctuant entre 250 et 300 tonnes (*Republic of Mauritius*, 2016). Le gouvernement, quant à lui, estime à 22 % en 2010 et à 50 % en 2014 la perte sur les vergers de litchis imputable aux chauves-souris (Hansard, 2016).

Ces dernières ne sont cependant pas les seules à occasionner des dégâts dans les vergers de l'île Maurice : on retrouve ainsi le rat (*Rattus rattus*), ainsi que des oiseaux, à savoir la perruche à collier (figure 50), le bulbul orphée (figure 51) et le martin triste (*Acridotheres tristis*) (Oleksy *et al.*, 2015). D'autres éléments naturels, comme le vent, le mûrissement excessif ou la chute des fruits en excès, contribuent également à la perte de fruits (Oleksy *et al.*, 2015).

Figure 50 : Perruche à collier (*Psittacula eques*)



Figure 51 : Bulbul orphée (*Pycnonotus jocosus*)



Pour évaluer la part imputable à chaque acteur, une étude a été réalisée par Oleksy *et al.* (2015) pendant la saison de fructification, entre octobre 2014 et janvier 2015 sur des vergers de manguiers et de litchis. Les résultats (figures 52 et 53) ont été représentés graphiquement et simplifiés.

Figure 52 : Rendement simplifié d'un grand manguiier, d'après les données d'Oleksy *et al.* (2015)

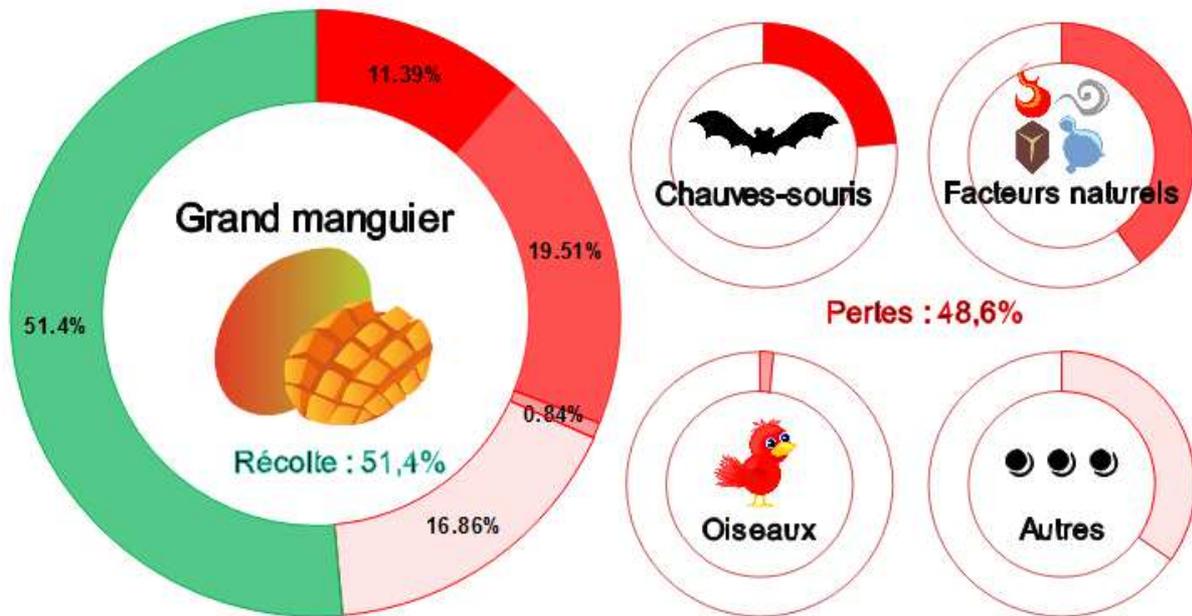
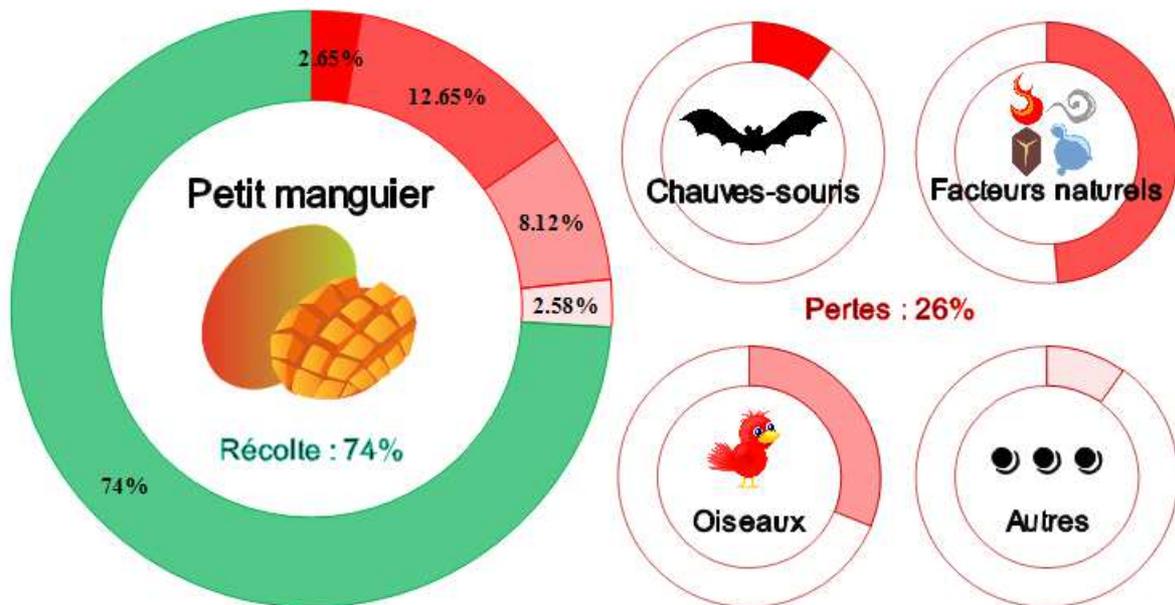


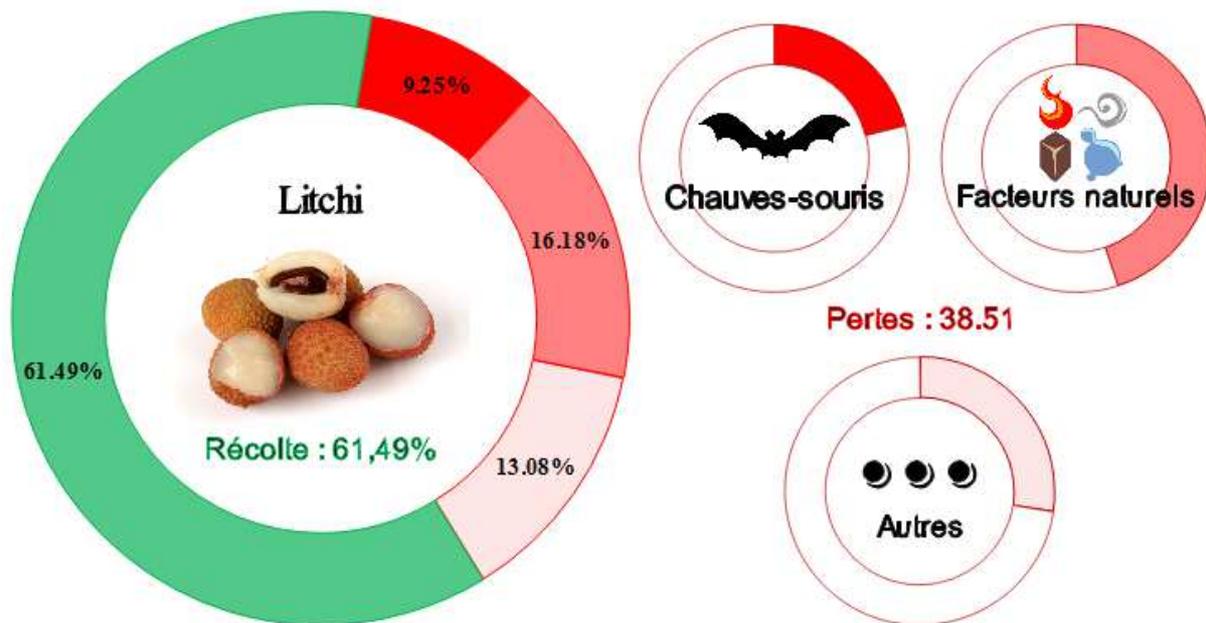
Figure 53 : Rendement simplifié d'un petit manguiier, d'après les données d'Oleksy *et al.* (2015)



La majorité des pertes sont dues à des facteurs naturels. Les chauves-souris sont responsables de plus de perte sur les grands manguiers que sur les petits.

Concernant les litchis, l'étude a été réalisée alors qu'ils étaient au stade de la récolte ; les différents chiffres (figure 54) ont été obtenus par estimations. La conjecture des auteurs selon laquelle toutes les panicules trouvées vides en hauteur ont été mangées par les chauves-souris est discutable. Considérant que les litchis culminent en moyenne entre quatre et six mètres, l'on peut supposer que l'impact des « Oiseaux », non traité dans cette étude, n'est pas négligeable et est probablement attribué aux chauves-souris.

Figure 54 : Rendement simplifié d'un litchi, d'après les données d'Oleksy *et al.* (2015)



Ces auteurs ont également réalisé une étude sur la préférence alimentaire. Différents fruits, endémiques et à haute valeur commerciale, ont été proposés à trois chauves-souris captives, isolées chacune dans des volières et surveillées par des caméras. Dans les trois cages, les fruits de badamiers avaient été mangés, tandis que la mangue était en partie consommée. Les chauves-souris ont montré une préférence pour la papaye, puis pour les fruits de badamiers et enfin pour la mangue (Oleksy *et al.*, 2015).

4.1.3. Solutions déjà mises en place

Depuis 2002, les arboriculteurs réclament le retrait de *Pteropus niger* de la liste des espèces protégées, afin de pouvoir les réguler légalement dans les vergers (Oleksy *et al.*, 2015). Lors de la saison de fructification de 2006, un projet pilote mené par le gouvernement mauricien autorisait l'abattage des chauves-souris dans les vergers (Robin, 2007). En raison des contraintes liées à l'utilisation des armes à feu (interdiction de tirer dans l'obscurité ou avec l'aide de lumières), seules six chauves-souris ont été officiellement tuées (Aziz *et al.*, 2016).

Il y a également eu une tentative de stérilisation : quelques chauves-souris ont été stérilisées avec un fort taux de mortalité. La condition du succès d'une stérilisation en masse étant que plus de 90 % des individus soient traités, cette tentative s'est soldée par un échec (Tatayah, 2017).

Le gouvernement a décidé en 2009 d'encourager la mise en place de filets de protection pour les litchis, mangues et longanes (*Sapindaceae*), en octroyant une subvention à hauteur de 75 % de leur prix d'achat. Cette subvention concerne les arboriculteurs et les particuliers. Cette mesure a été prolongée sur plusieurs années (figure 55) avec une augmentation du nombre de bénéficiaires et par conséquent du nombre de filets subventionnés (figure 56) (Tatayah, 2017).

Figure 55 : « Chauves-souris : le ministère sort les griffes », *L'Express*, 7-10-13



Figure 56 : Bénéficiaires de filets subventionnés (FAREI), d'après Tatayah (2017)



En 6 ans, 4 449 personnes ont pu bénéficier de la subvention, pour un coût total de 29 537 240 Rs³⁶ selon les chiffres du FAREI (Tatayah, 2017). Cela n'a pas permis d'amélioration significative : les dégâts causés par les chauves-souris ont continué d'augmenter (Hansard, 2016). Cependant, les producteurs de fruits mauriciens reconnaissent que ces filets (figures 57 et 58), s'ils sont bien utilisés, sont efficaces. Ils permettent également de tenir à l'écart les oiseaux et limitent les pertes par le vent (*Mauritian Wildlife Foundation*, 2015).

Figure 57 : Filets de protection intégrale pour les litchis



Figure 58 : Filets de protection individuelle par grappe de litchis



³⁶ Roupies Mauriciennes, équivalent à environ 750 000€

4.2. Tournant dans la gestion du conflit fin 2015

4.2.1. Abattage des chauves-souris

La pression exercée par les producteurs de fruits, le risque de pertes de production pouvant impacter le marché local et celui de l'export, ainsi que l'augmentation du nombre de roussettes ont conduit le ministère à décider d'un plan d'abattage contrôlé (figure 59) pour réduire de 20 % la population de *Pteropus niger*. Compte tenu du statut protégé de cette espèce et d'accords signés, le gouvernement en a informé en préalable l'IUCN et la MWF (Hansard, 2016).

Entre le 6 Novembre et le 4 Décembre 2015, l'unité "Special Mobile Force" a procédé à l'abattage de 30 938³⁷ chauves-souris (figure 60) à l'aide de fusils³⁸. Cette opération, au cours de laquelle 26 225³⁹ cartouches de 12 mm ont été utilisées, a été menée aux quatre coins de l'île. Les chauves-souris tuées ont été ramassées et incinérées (Hansard, 2016).

Figure 59 : « Des milliers de chauves-souris vont être tuées », Junior, 26-11-15



4.2.2. Conséquences : chauves-souris versus fruits

En considérant les chiffres du rapport officiel de 2016 ainsi que les autres causes de mortalité (électrocution et chasse illégale), le déclin de la population pour 2015 est compris entre 42 % et 75 %, selon la référence considérée pour l'estimation de la population totale initiale.

La MWF est préoccupée par l'effet dévastateur qu'un cyclone pourrait avoir sur la population restante, suite à cet abattage non sélectif des individus, ainsi par son impact sur la pollinisation et la dispersion des graines (*Mauritian Wildlife Foundation*, 2015).

Suite à cet épisode, le *Food and Agricultural Research and Extension Institute (FAREI)* a enregistré une diminution de 10 % de la perte de fruits (Hansard, 2016).

4.2.3. Nouvel abattage fin 2016

En fin d'année 2016, un nouvel abattage de chauves-souris décidé par le gouvernement s'est déroulé sur l'île. À ce jour, il n'y a pas encore eu de rapport officiel ; les chiffres avancés par les médias et non démentis par le gouvernement font état de 10 000 chauves-souris abattues (Tatayah, 2017).

³⁷ Chiffre officiel

³⁸ Calibre 0.22 ≈ 5,5 mm

³⁹ Chiffre officiel

4.3. Quelles suites à donner ?

4.3.1. Au niveau des instances nationales et internationales

La délégation "Bat Specialist Group" de l'IUCN a proposé son aide au gouvernement mauricien afin de trouver aux différents problèmes des solutions reconnues de tous, à savoir la MWF, la NPCS, ainsi que la communauté internationale (*Mauritian Wildlife Foundation*, 2015). Cela s'est concrétisé en mars 2016, lorsque le ministre de l'Agro-Industrie et de la Sécurité Alimentaire a rencontré le directeur régional de l'IUCN. Différents axes de priorité ont pu être discutés, et notamment le développement d'une stratégie nationale pour lutter contre le conflit chauves-souris / humain et la restauration écologique des habitats dégradés. En mai 2016, deux spécialistes de chauves-souris, dont un dans les techniques de surveillance, ont travaillé de concert avec la NPCS (Hansard, 2016). Les résultats de ce rapport ne sont toutefois pas publics.

La collaboration entre le gouvernement et la MWF va être poursuivie concernant l'utilisation des filets, outil efficace pour la protection des vergers. La subvention à 75 % de l'achat de filet de protection par le gouvernement est reconduite jusqu'en 2020 (tableau 1). La MWF continue de promouvoir cette technique, notamment par des vidéos d'aide à l'installation sur son site internet. En effet, il subsiste encore un problème de distribution, d'achat et d'installation de ces filets en 2016 (Hansard, 2016 ; *Mauritian Wildlife Foundation*, 2015 ; *Republic of Mauritius*, 2016).

Le gouvernement a pris part à un programme de plantation d'arbres fruitiers dans les dortoirs des chauves-souris. Il encourage également les producteurs de fruits à recourir à des arbres fruitiers de petite taille, afin de faciliter leur protection. Le ministre de l'Agro-Industrie et de la Sécurité Alimentaire s'engage à continuer de protéger cette espèce endémique et à assurer sa survie (Hansard, 2016 ; *Republic of Mauritius*, 2016).

Tableau 1 : Objectifs 2025 pour Mauritius (*Republic of Mauritius*, 2017b)

National Target 12: By 2025, a pro-active policy framework, with incentives for pro-biodiversity practices and disincentives for harmful practices, is developed and implemented.						
Programme	Activities, with Key Performance Indicators (KPI) where available	Lead Agency and Partners	Priority	Deadline		Additional provisional budget
				2020	2025	
M-12-01: Terrestrial Threatened Species Conservation Programme	M-12-01-01: Complete and / or update the red-listing of Mauritius endemic and indigenous fauna (inc. reptiles and land mammals) and flora (including CWR) species.	NPCS, MWF, FS, Vallée de Ferney	High	X		-
	M-12-01-02: Start the Red-listing process for other taxonomic groups (invertebrates, gastropods, lichens, bryophytes, pteridophytes, coastal and marine species, including corals, fish, molluscs, mammals).		Medium		X	US\$ 100,000
	M-12-01-03: No species / taxa extinction.		High		2025	-
	M-12-01-04: Down-listing of 2 Red-Listed animal species and new target defined.		High	X		-
	M-12-01-05: Updated or new recovery plans in place for threatened bird, reptile, bat, plant and fern species.		Medium	X		US\$ 250,000
M-12-02: Marine Threatened Species Conservation Programme	M-12-02-01: Complete red-listing of corals, fish, mammals, marine turtles, molluscs, holothurians by 2020, regularly update afterwards.	MOEMRFS, MOI, Reef Conservation, Eco-Sud, MMCS	High	X	Continuo us	US\$ 100,000
	M-12-02-02: New recovery plans in place for priority threatened marine species.		Medium		X	US\$ 250,000

4.3.2. Différentes études en cours

La *MWF* va continuer d'étudier *Pteropus niger* afin de mieux comprendre la nature du problème. Le champ d'étude portera sur les méthodes non létales d'atténuation de la population, les dégâts que l'espèce provoque, les services écologiques rendus par ces chauves-souris, leur perception par l'homme ou encore le bien-être animal. Elle tâchera également d'expliquer pourquoi les chauves-souris posent davantage problème certaines années que d'autres. Elle appelle les Mauriciens à respecter la loi, et pour ceux qui ne le feraient pas, elle appelle les autorités compétentes à les condamner (*Mauritian Wildlife Foundation*, 2015).

L'étude réalisée avec les balises *GPS* ainsi que celle sur la préférence alimentaire ont été reconduites ; les résultats, complexes à étudier, sont encore en phase d'analyse par la *MWF* (Tatayah, 2017).

Une étude, réalisée par *Casela Limited*© en collaboration avec la *MWF*, est actuellement en cours et consiste à observer le comportement des chauves-souris vis-à-vis d'un produit répulsif non toxique, vaporisé sur les fruits en condition de captivité puis dans les vergers (Malherbe, 2017).

4.3.3. Quelques solutions au conflit *Pteropus – Homo sapiens* à l'étranger

Aziz *et al.* (2016) ont compilé les différents conflits *Pteropus – Homo sapiens* dans le monde ainsi que les mesures mises en place dans ces différents pays et leurs conséquences. Le contrôle par des méthodes létales telles qu'avec des armes à feu est généralement inefficace et conduit à plus d'animaux orphelins et blessés que de tués. La méthode la plus efficace pour éviter les dommages causés par les chauves-souris est l'utilisation de filets, couvrant tout le verger. L'utilisation de filets individuels par arbre ou par grappe de fruits est aussi efficace. Ils citent également S. Bumrungsri, qui rapporte que les dommages sont réduits lorsque les espèces d'arbres sont variées, en comparaison avec un système de monoculture (Aziz *et al.*, 2016).

À Madagascar, maintenir l'habitat et assurer une disponibilité en fruits endémiques suffiraient à limiter les dégâts sur les cultures selon Andrianaivoarivelo *et al.* (2012). En effet, ils ont montré que *Rousettus madagascariensis* préfère les fruits endémiques et/ou sans valeur commerciale, tels que les fruits du ficus ou du jamboisier rouge, à ceux à plus forte valeur, comme le kaki ou le litchi (Andrianaivoarivelo *et al.*, 2012).

Partie 2 : Partie expérimentale

1. Introduction générale

Ce travail sur *Pteropus niger*, qui rappelons-le est une espèce protégée, a nécessité l'approbation préalable du *National Parks and Conservation Services* qui a émis une réponse favorable à la demande de recherche expérimentale adressée plusieurs mois avant le début de l'étude (cf annexes 1 et 2).

Le premier objectif, détaillé dans la première partie, a été de mettre en place un protocole expérimental afin de réaliser des études de préférence alimentaire de *Pteropus niger* en captivité. Suite à la mise en place de ce protocole, différents tests ont été réalisés afin de répondre aux questions suivantes : est-ce que *Pteropus niger* choisit sa nourriture ? Si oui, que préfère-t-elle ? S'agit-il d'une préférence individuelle ou de groupe ? Est-ce qu'elle mange des fruits endémiques lorsque ceux-ci sont en concurrence avec des fruits commerciaux ? La maturité du fruit influe-t-elle sur cette préférence alimentaire ? Entre l'odorat et la vue, quel sens prédomine ?

Le deuxième objectif, présenté dans la deuxième partie, a été de créer des supports pédagogiques de sensibilisation à partir de squelettes. En parallèle, un atlas photographique d'ostéologie avec la description d'éléments anatomiques particuliers de cette espèce a été réalisé afin de contribuer à l'apport de connaissances sur cette espèce.

L'intégralité de cette thèse a été autofinancée et les travaux ont essentiellement été réalisés avec du matériel préalablement acheté en France.

2. Préférence alimentaire

2.1. Matériel et méthode

2.1.1. Site d'étude et échantillon

Cette étude a été menée au parc animalier et de loisirs *Casela Limited*© (situé sur la côte ouest de l'île Maurice) de juillet à août 2016. Au cours de cette période hivernale, la température a oscillé entre 20 et 24°C, avec 2 mm de précipitations en moyenne par jour pour une humidité de 81 % (Samson, 2016).

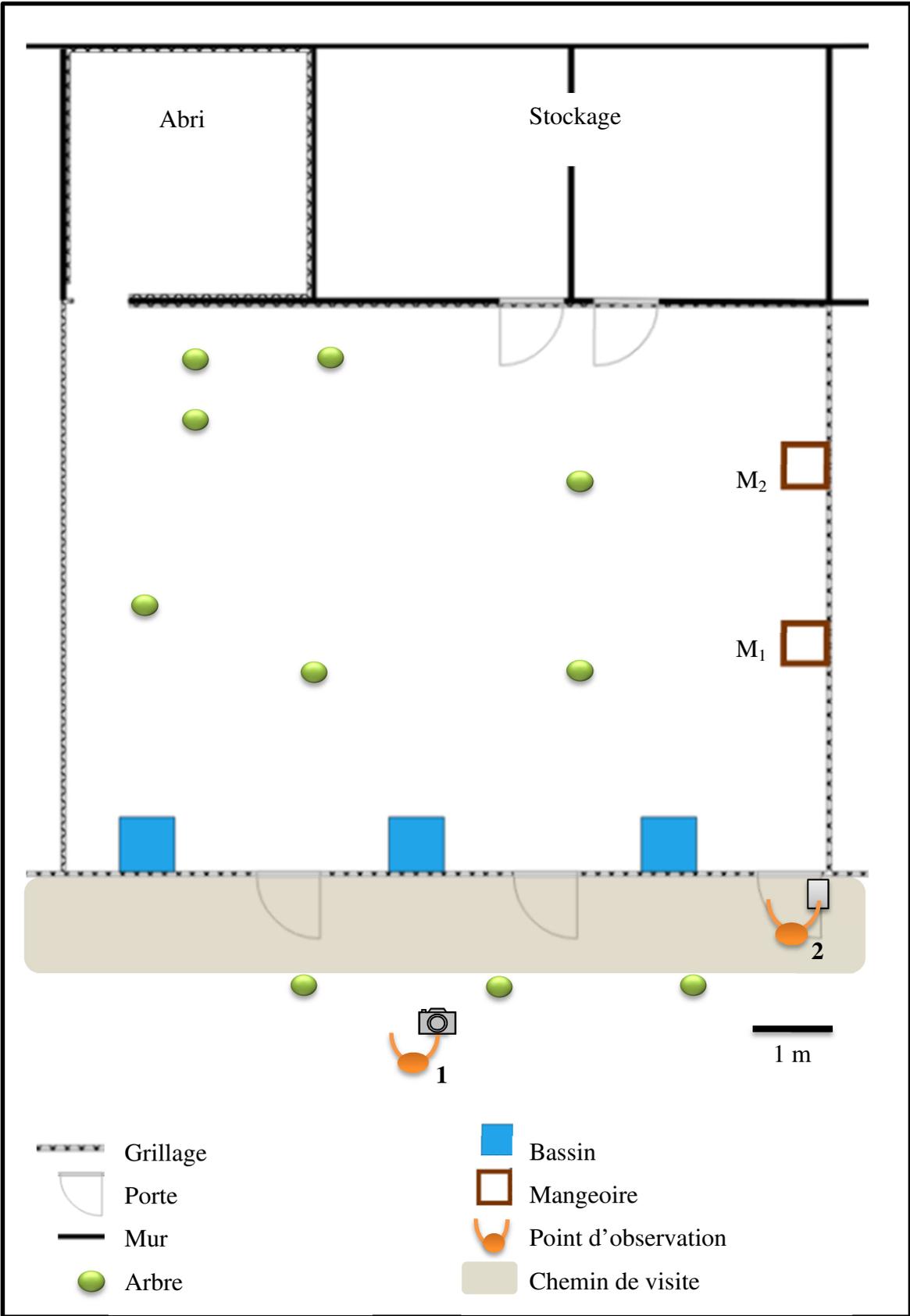
Une volière comportant 24 chauves-souris *Pteropus niger* a constitué l'échantillon (figure 61), avec des individus mâles et femelles, jeunes ou adultes. Les individus considérés comme « jeune » sont les derniers nés, *i.e.* nés sur la période septembre-octobre 2015.

La volière n'étant constituée à l'origine que d'une seule mangeoire M₁, une deuxième mangeoire, M₂, identique à la première, a été ajoutée dans la volière et du même côté comme représenté sur le schéma de la page suivante (figure 62). Un temps d'adaptation à cette mangeoire de deux semaines a été laissé aux chauves-souris avant le début des expériences.

Figure 61 : Vue d'ensemble de la volière de *Pteropus niger* (du point d'observation n°1)



Figure 62 : Schéma de la volière de *Pteropus niger* (document personnel)



2.1.2. Identification des individus

Préalablement à cette étude, une codification couleur avait été créée afin de pouvoir reconnaître depuis l'extérieur de la volière chaque individu. Pour cela, chacun avait reçu une puce électronique entre les omoplates et un marquage couleur unique, constitué de bagues colorées sur le pouce des antérieurs et d'aérosols colorés appliqués sur le corps.

Cette identification a été reprise, modifiée et complétée début juillet aboutissant à la fiche d'identification ci-dessous (figure 63).

Figure 63 : Fiche d'identification au 08-07-2016

Individu	Sexe	Numéro de la puce électronique	Couleur de pulvérisation du corps			Couleur(s) de bague(s) du pouce du/des membre(s) antérieur(s)		
						Gauche	Droit	
1	F ♀2	8852				Rouge		
2	F 1	8868		Violet			Rouge	
3	F	8816			Argent	Vert	Rouge	
4	M	8747		Violet				
5*	M	8865				Argent		
6	F	8861					Orange	
7	M 14	#na			Argent	Bleu	Bleu	
8	M	8862		Violet		Orange	Orange	
9	M	8867		Violet			Vert	
10*	M	8866				Argent	Argent	
11	F	8863				Orange	Orange	
12*	M	8820						
13	F	8815		Violet			Orange	
14	F ♀7	8812	Rouge	Violet			Bleu	
15	F	8813	Rouge			Rouge	Rouge	
16	M	8819	Rouge			Vert	Argent	
17	F	8818	Rouge				Rouge	
18	F 21	8814		Violet		Bleu		
19	F	Non attrapé						
20*	F	#na			Argent			
21	F ♀18	8741				Bleu	Rouge	
22	F	8750				Bleu	Argent	
23	M	8746			Argent	Orange	Argent	
24	F	8749						

Légende

- * Individu foncé
- F Femelle
- F Jeune Femelle
- F Adulte Femelle
- F ♀18 Mère de 18
- F 21 Fille de 21
- M Mâle
- M Jeune Mâle
- M Adulte Mâle
- M 14 Fils de 14
- Rouge
- Argent
- Violet
- Vert
- Orange
- Bleu
- #na Puce absente

Elle s'est déroulée en deux fois afin de limiter le temps de présence dans la volière, et par conséquent le stress. Tout d'abord, l'individu choisi est repéré puis capturé à l'aide d'un filet (figure 64). La tête étant immobilisée par contention (figure 65), un contrôle de la puce électronique est réalisé à l'aide d'un lecteur. Puis, l'identification individuelle est complétée si besoin à l'aide de nouvelles bagues et de spray (figures 66 à 68). Enfin, il est relâché dans la volière avec les autres individus.

Figure 64 : Capture à l'aide de filet



Figure 65 : Contention



Figure 66 : Individus n°3, 15 et 16



Figure 67 : Individu n°21

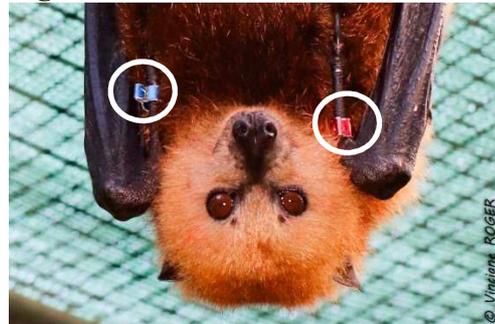


Figure 68 : Individu n°5



2.1.3. Fruits et légumes utilisés

Le choix de la nourriture pour les tests de préférence alimentaire s'est porté dans un premier temps sur la ration alimentaire de base donnée par le parc pendant la saison hivernale. Elle est constituée de légumes (carotte, chou) et de fruits (banane, papaye), à raison de 6 kg par jour, répartis en 2 kg le matin et 4 kg l'après-midi. Puis, des poires et des pommes ont été ajoutées dans les expériences, remplaçant les légumes ; les critères de sélection majeurs pour l'ajout de ces deux fruits ont été le prix et la disponibilité.

Un essai a été réalisé avec un fruit natif de l'île Maurice, *Ficus rubra*, cueilli sur l'île aux Aigrettes (figure 69). Son diamètre avoisine les 8 mm.

Figure 69 : *Ficus rubra*, île aux Aigrettes



2.1.4. Maturité des fruits

Les fruits sélectionnés (banane, papaye, poire, pomme) sont climactériques⁴⁰. Cette maturation permet la dégustation du fruit au moment idéal choisi par le consommateur avec les texture, couleur et saveur voulues.

La maturation est reliée directement à la dureté du fruit ; celle-ci diminue avec le murissement et peut être mesurée objectivement à l'aide d'un pénétromètre.

Un pénétromètre manuel, avec des plages comprises entre 0 et 13 kg/cm², a été utilisé avec un pointal de pénétration de 11,3 mm (surface 1 cm²). La lecture du pénétromètre donne ainsi directement une valeur en kg/cm². Pour ce faire, le fruit est pelé à l'endroit voulu et l'embout est enfoncé perpendiculairement au fruit (figure 70) jusqu'au marqueur (figure 71). La valeur est relevée ; l'endroit de prise de valeur a été conservé pour chaque catégorie de fruit.

Figure 70 : Pénétromètre et papaye



Figure 71 : Pénétromètre et pomme



Pour maximiser les différences de maturation, les fruits étaient commandés à l'avance et séparés dans deux lieux de stockage différents : une chambre froide à l'obscurité et une autre pièce de stockage à température et lumière ambiantes.

⁴⁰ Un fruit climactérique est sensible à l'éthylène, hormone végétale qui provoque la maturation des fruits.

2.1.5. Préparation des rations

La préparation des rations a été effectuée dans la pièce attenante à l'entrepôt du stockage, sur des plans de travail dédiés. Les différents fruits ont été pesés à l'aide d'une balance électronique (précision 1 g), puis séparés dans différentes gamelles afin de pouvoir les répartir ensuite facilement dans les différentes parties des mangeoires.

Pour le test de couleur, la papaye a été coupée en morceaux puis les différents morceaux ont été trempés un par un dans le colorant alimentaire vert ou rouge (figure 72).

Pour le test de maturité, le choix des fruits s'est fait à l'aide de caractères subjectifs tels que la couleur extérieure et/ou les conditions préalables de conservation (obscurité/lumière). Puis, l'utilisation du pénétromètre a permis de distinguer les fruits dont les indices de dureté étaient les plus faibles (mûrissement le plus avancé) qui constituent le groupe A, dit « mature », et inversement pour le groupe B, dit « immature ». Pour un jour donnée, les fruits du groupe B sont donc moins matures que ceux du groupe A, mais ils ne sont pas forcément « immatures » au sens propre.

Figure 72 : Papayes et colorants alimentaires



2.1.6. Suivi et enregistrement des données

Suite au dépôt de la nourriture dans les mangeoires, l'observateur, situé au point d'observation 2 (figure 73) déclenche un chronomètre et remplit la feuille de suivi (cf annexe 3). Pour chaque individu qui va manger, il inscrit, en partant de la gauche et dans la ligne correspondant à la mangeoire, le numéro de la chauve-souris (grâce au code couleur) ainsi que le fruit mangé. Toutes les 5 minutes, il change de ligne, tel qu'expliqué sur la figure 74.

Le suivi est réalisé durant la première heure ou les deux premières heures suivant les expériences.

Chaque mangeoire, carrée, a été subdivisée visuellement en quatre zones : deux au contact du grillage (1 et 2 pour M₁, 3 et 4 pour M₂), les deux autres (5 et 6 pour M₁, 7 et 8 pour M₂) avec leur extrémité libre (figure 74). La nourriture déposée a été répartie dans les emplacements ou disposée au centre.

Figure 73 : Vue du point d'observation n°2

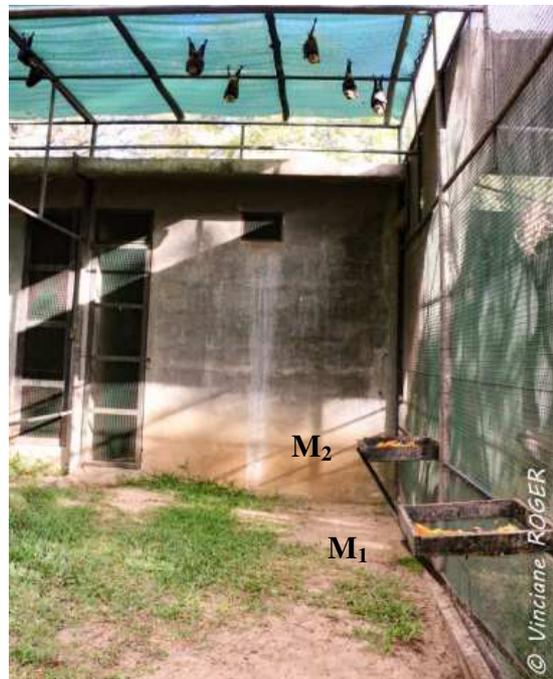


Figure 74 : Explication de la feuille de suivi pour le suivi alimentaire

Étude du comportement alimentaire

Heure du dépôt de nourriture : 14h36

Date : 02/08

Par mangeoire : 3,2kg

Total : 6,4 kg

	Emplacement	Maturité A/B	Fruit	Fruit	Maturité A/B	Emplacement
M2	8 A	Papaye	Pomme	B	4	G r i l l a g e
	7 A	Poire	Banane	B	3	
M1	6 A	Pomme	Papaye	B	2	
	5 A	Banane	Poire	B	1	



		N°	F	N°	F	N°	F	N°	F	N°	F	N°	F	N°	F	N°	F
0'	M1																
0'	M2	10	Pom														
5'	M1	3	Poi														
5'	M2			23	Pom												
10'	M1																
10'	M2																
15'	M1			3	Poi												
15'	M2	10	Ban														

Dans l'intervalle de temps [5-10 min [: L'individu n°3 (i.e. bagues verte et rouge au pouce gauche) est le premier à aller manger . Il mange dans la mangeoire M1 un bout de poire (i.e. maturité B, donc dit immature à l'emplacement n°1).

2.1.7. Différents tests réalisés

Pour aller manger, les chauves-souris volent jusqu'au grillage, puis descendent tels des primates jusqu'à la mangeoire. Les emplacements 1 et 2 pour la mangeoire M₁, 3 et 4 pour la mangeoire M₂ sont donc les premiers atteints par les chauves-souris.

1° Préférence alimentaire : mélange fruits – légumes (jours 1 & 2)

Deux fruits et deux légumes ont été confrontés, à savoir la papaye (*Caricaceae*) et la banane (*Musaceae*) avec la carotte (*Apiaceae*) et le choucou (*Cucurbitaceae*). Une ration alimentaire de 2 kg a été donnée le matin, à raison de 250 g par catégorie de fruits ou légumes par mangeoire, chacune décomposée en 18 morceaux. Les fruits sont mélangés avec les légumes et disposés au centre ; les mangeoires sont identiques. Le suivi individuel a été effectué pendant 1 h. Cette expérience a été reproduite une fois.

2° Préférence alimentaire : mélange fruits (jours 3 à 6)

Une ration alimentaire de 2 kg a été donnée le matin, à raison de 250 g par catégorie de fruit par mangeoire, décomposée en 18 morceaux de fruit. Les bouts restants ont été comptés 5h après. Les emplacements des fruits ont été changés tous les jours, tout en s'assurant que la diversité de fruits offerts par les deux mangeoires soit identique (figure 75).

L'après-midi du jour 3, 2 kg de bananes ont été ajoutés à la mangeoire M₁ et 2 kg de papayes ont été ajoutés à la mangeoire M₂, venant compléter les restes. Même principe pour le jour 4 où 2 kg de papayes ont été ajoutés à la mangeoire M₁ et 2 kg de bananes ont été ajoutés à la mangeoire M₂. Le suivi individuel s'est réalisé sur 1 h.

Figure 75 : Description - Préférence alimentaire de groupe

Day	Feeder	8	7	6	5	4	3	2	1
Jour 3	M2	Papaye	Banane	Poire	Pomme				
	M1	Banane	Papaye	Poire	Pomme				
Jour 4	M2	Banane	Papaye	Poire	Pomme				
	M1	Pomme	Banane	Poire	Papaye				
Jour 5	M2	Pomme	Banane	Poire	Papaye				
	M1	Poire	Pomme	Papaye	Banane				
Jour 6	M2	Poire	Pomme	Papaye	Banane				
	M1	Papaye	Poire	Banane	Pomme				

3° Influence de la maturité (jours 7 & 8)

Les fruits sont donnés en grande quantité (3,2 kg par mangeoire, soit 800 g par type de fruit par mangeoire) en début d'après-midi afin que le choix réalisé par les chauves-souris dans les deux premières heures soit indépendant de la disponibilité en fruits. Le suivi individuel a été effectué pendant 2 h. Au jour 7, les fruits dits « immatures » (groupe B) ont été placés dans les emplacements proches du grillage, les fruits dits « matures » (groupe A) ont été placés aux extrémités libres. Au jour 8, les fruits dits « immatures » (groupe B) ont tous été placés dans la mangeoire M₁, les fruits dits « matures » (groupe A) dans la mangeoire M₂ (figure 76). La diversité de fruits offerts par mangeoire est identique, mais à des niveaux de maturité différents.

Figure 76 : Description - Maturité

Day	Feeder	8A	7A	6A	5A	4A	3A	2A	1A
Jour 7	M2	Papaye	Pomme						
	M1	Pomme	Papaye	Poire	Banane				
Jour 8	M2	Papaye	Pomme						
	M1	Papaye	Pomme	Poire	Banane				

4° Expérience couleur (jour 9)

Jour 9, 3 kg de papayes colorées en vert ont été disposés dans la mangeoire M₁, 3 kg de papayes colorées en rouge ont été disposés dans la mangeoire M₂. Le suivi individuel a été effectué pendant 2 h.

5° Expérience ficus (jour 10)

250 g de ficus cueillis sur l'île aux Aigrettes sont proposés dans les deux mangeoires, ainsi que de la papaye et de la banane. Le ficus est situé dans les emplacements 1 à 4, les plus accessibles du grillage. La papaye et la banane sont situées dans les emplacements 5 à 8, les plus éloignés du grillage. Les deux mangeoires sont identiques. Le suivi individuel a été effectué pendant 2 h.

2.1.8. Analyse des données

Concernant l'analyse statistique, *i.e.* les tests 1° et 2°, le logiciel libre R (R Core Team, 2013) ainsi que les packages « lme4 » et « multcomp » ont été utilisés. Le résultat a été considéré comme significatif lorsque le risque d'erreur de première espèce (p-value) était inférieur à 0,05. Les variables utilisées sont les suivantes :

- « Jour » : jour de l'expérience ;
- « Heure » : temps en minute (par tranche de 5 min) écoulé depuis le dépôt de la nourriture ;
- « ChS » : n° de la chauve-souris ;
- « Mangeoire » : mangeoire M₁ notée « un » et mangeoire M₂ notée « deux » ;
- « Emplacement » : numéroté de 1 à 8 suivant la feuille de suivi alimentaire ;
- « Fruit » : aliment consommé par la chauve-souris, à savoir : banane, carotte, choucho, papaye, poire ou pomme.

Le « temps moyen de consommation du fruit » que l'on calcule ici est relié à la préférence alimentaire : plus un fruit, qui est en quantité limitée, est consommé tôt, plus il est apprécié.

L'analyse des temps moyens de consommation en fonction du type de fruits a été réalisée par construction de modèles à effets mixtes pour prendre en considération la répétition des mesures sur chaque chauve-souris. Un modèle à effets mixtes est un modèle hiérarchique dans lequel le premier niveau modélise la réponse individuelle, le deuxième niveau modélise le comportement des paramètres pour l'ensemble de la population. Par exemple pour l'étude de l'effet du « Fruit » sur le temps de consommation (Variable « Heure ») le modèle s'écrit : Niveau individuel : $Heure_{ijk} = \alpha_i + \beta_{1i} * Fruit_{ij} + \varepsilon_{ijk}$

$$\text{Niveau population : } \begin{cases} \alpha_i = \alpha + a_i \\ \beta_{1i} = \beta_1 + b_{1i} \end{cases}$$

ε_{ijk} sont les résidus, ils doivent être indépendamment et identiquement distribués selon une loi $N(0, \sigma^2)$ ou σ^2 est la variance résiduelle du modèle.

Les coefficients α et β_1 sont appelés effets fixes : ils sont les estimations ponctuelles des paramètres pour l'ensemble de la population. Les coefficients a_i , b_{1i} , sont les effets aléatoires, ils doivent être distribués selon une loi normale. La normalité des résidus et des effets aléatoires ont été vérifiées et validées pour chaque modèle au moyen de graphiques préconisés par les auteurs des modèles à effets mixtes (Pinheiro and Bates, 2000).

Par ailleurs, pour tout modèle significatif, les comparaisons des temps moyens de consommation des fruits ont été réalisées par des tests post-hoc de Tukey adaptés aux modèles linéaires à effets mixtes.

L'analyse de l'effet du type de fruit et des emplacements sur le nombre de restes a été réalisée par construction de modèles linéaires généralisés (modèle de Poisson).

Pour l'analyse descriptive, Microsoft Excel 2010© a été utilisé avec l'exploitation des fonctions « Moyenne » et « Écart type ». Lorsque la nourriture a été considérée comme donnée *ad libitum*, *i.e.* les tests 3°, 4° et 5°, la préférence alimentaire a été évaluée en tenant compte du nombre de morceaux de fruits mangés. Plus ce nombre est important, plus le fruit est apprécié.

4.3.4. Photographies et outils graphiques

Les photographies ont été réalisées à l'aide d'un boîtier Canon EOS 70D et d'un objectif 18-135mm ou 100mm Macro et d'un téléphone portable.

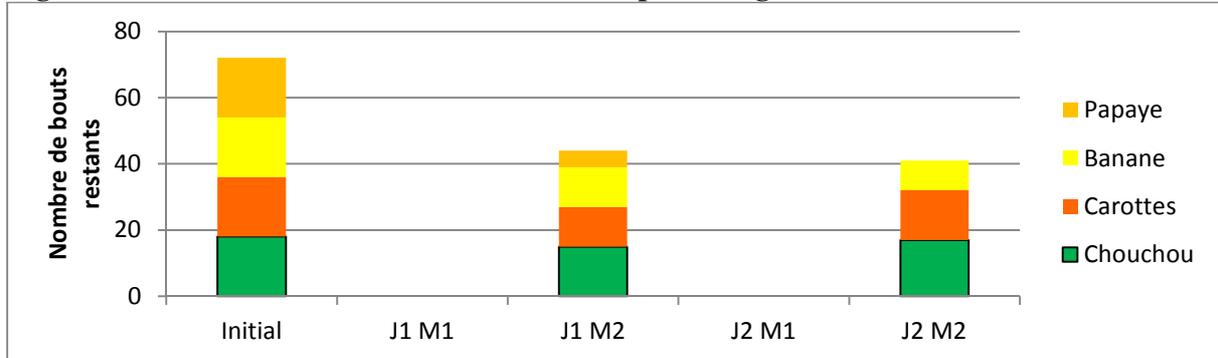
Le recadrage des photos ainsi que l'insertion du filigrane a nécessité l'utilisation du logiciel Adobe Lightroom ©.

2.2. Résultats

2.2.1. Préférence alimentaire fruits/légumes

Dans l'histogramme ci-dessous (figure 77) est représenté le nombre de bouts de fruits restant en fonction des mangeoires après 1 h de mise à disposition.

Figure 77 : Nombre de bouts de fruits restant par mangeoire à T_{0+1h}

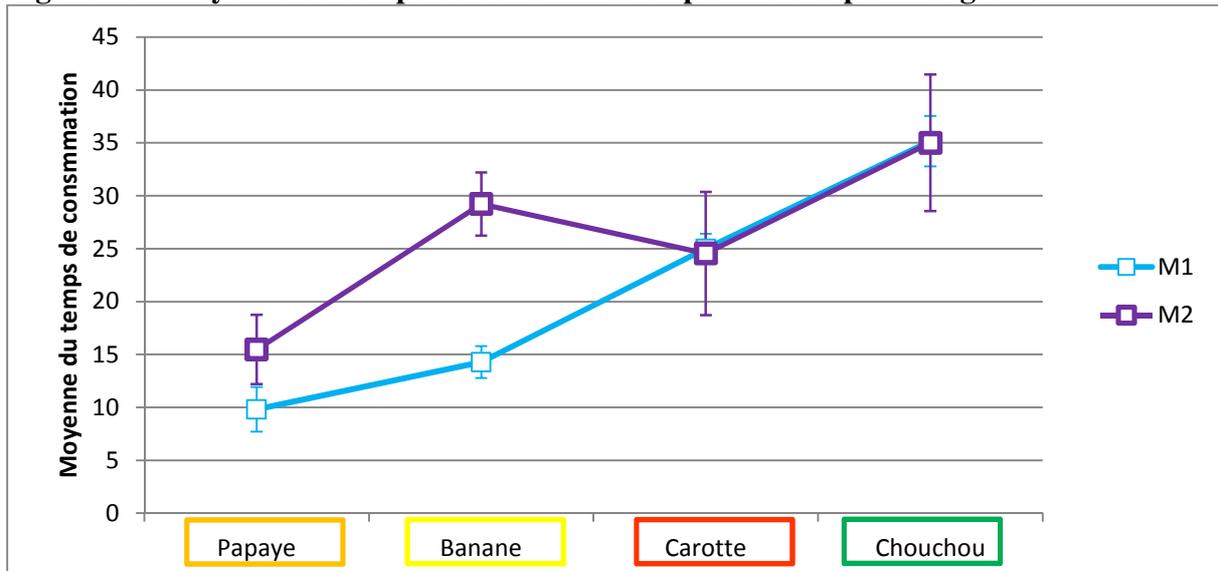


On observe que la mangeoire M_1 est intégralement vide à l'issue de la première heure, ce qui n'est pas le cas de la mangeoire M_2 .

Avec l'analyse des résultats dans R par un modèle linéaire à effet mixte (cf annexe 4), on montre pour la mangeoire M_1 que la papaye est consommée en premier avec la banane, avec une moyenne de consommation à 9,67 min pour la première et 4,78 min de plus pour la seconde, mais cette différence de temps n'est pas significative. La carotte arrive en 3^{ème} position ($T = 14,87$ min après la papaye), suivie par le chou chou ($T = 26,22$ min après la papaye) en 4^{ème} position. Pour la mangeoire M_1 , on a une préférence pour les fruits comparativement aux légumes.

Lorsque l'on représente le temps de consommation moyen par fruit et par mangeoire (figure 78), on s'aperçoit que le temps de consommation des carottes et des choux ne dépend pas de la mangeoire.

Figure 78 : Moyenne du temps de consommation par fruit et par mangeoire



Les barres d'erreur du graphique de la figure 78 représentent l'erreur standard de chaque moyenne.

Commentaires – J1&J2 :

Le deuxième jour (J2), une chauve-souris (n°12) s'est positionnée au-dessus de la mangeoire M₂ et a empêché les autres chauves-souris de s'approcher de cette mangeoire. Lorsqu'une chauve-souris vient sur une mangeoire, elle peut reprendre le même bout de fruit ou légume que précédemment ou en changer, les deux comportements sont observés.

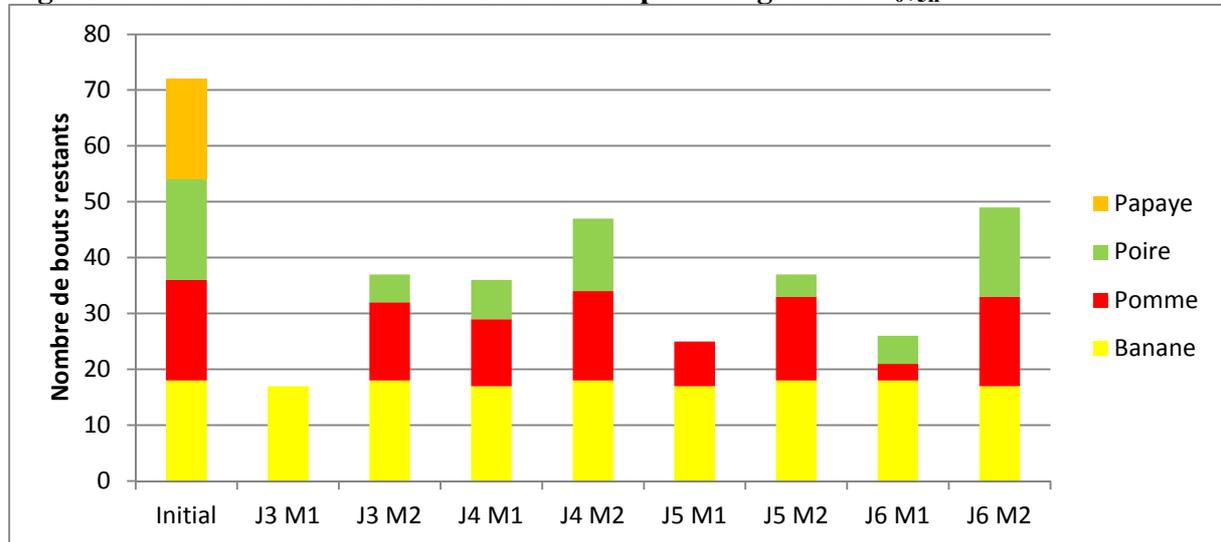
Par ailleurs, la chauve-souris n°10 a présenté une préférence alimentaire pour la carotte le premier jour (J1), avec 6 bouts mangés pour 1 bout de papaye dans les 20 premières minutes. Le deuxième jour (J2), elle ne mange que 3 bouts de papaye pendant ce même laps de temps et ne prendra aucun bout de carotte par la suite.

Lors de cette expérience, la moitié des chauves-souris observées va se nourrir sur les deux mangeoires. L'autre moitié va se nourrir sur une mangeoire unique (pour 7 d'entre elles uniquement M₁).

2.2.2. Préférence alimentaire des fruits et influence de l'emplacement

Le nombre de bouts de fruits restant par mangeoire est représenté dans le graphique ci-dessous (figure 79).

Figure 79 : Nombre de bouts de fruits restant par mangeoire à T_{0+5h}



Bien que les emplacements des différents fruits changent tous les jours, la banane n'est pas mangée et la papaye l'est intégralement. On observe également que pour un même jour, il en reste moins dans la mangeoire M₁ que dans la mangeoire M₂. Cela est confirmé par l'analyse statistique dans R avec la construction de modèles linéaires généralisés (modèle de Poisson) qui montre un effet « mangeoire » : il y a significativement moins de restes dans la mangeoire M₁ que dans la mangeoire M₂ (annexe 4).

L'emplacement des aliments à l'intérieur d'une mangeoire n'influe pas significativement sur la quantité de reste (annexe 4). En effet, l'analyse par rapport à l'emplacement 1 (situé dans la mangeoire M₁) montre une différence non significative avec les emplacements 2, 5 et 6, également situés dans la mangeoire M₁. L'emplacement 1 montre cependant une différence significative avec les emplacements 3, 4, 7 (limite significative avec p-value 0,046) et 8 qui sont tous dans la mangeoire M₂.

L'analyse dans R permet également d'établir un ordre de préférence alimentaire significatif, à savoir la papaye, suivie de la poire, puis de la pomme et enfin de la banane en dernière position.

Commentaires – J3 à J6 :

Plusieurs attitudes sont observées l'après-midi du jour 3, où seules 4 chauves-souris se sont déplacées pour manger. Soulignons l'attitude de la chauve-souris n°10 qui est restée positionnée au-dessus de la mangeoire M₂, contenant 2 kg de papayes. La chauve-souris n°10 s'est dirigée dans un premier temps vers la mangeoire M₁, contenant uniquement de la banane, et est repartie sans rien. Elle réussit à prendre un bout de fruit dans la mangeoire M₂, qu'elle se fait reprendre immédiatement après par la chauve-souris n°10, et cela à deux reprises. Elle retourne ensuite dans la mangeoire M₁ et repart de nouveau sans rien. Remarquons également l'attitude de la chauve-souris (n°6) qui va manger uniquement au sol des bouts de fruits tombés.

Le jour 4, la chauve-souris n°2 (fille de 10 mois de la chauve-souris n°1) va à deux reprises dans la mangeoire M₂ sans rien y prendre. La mangeoire contient à ce moment-là 2 kg de bananes, ainsi que 13 bouts de poire et 16 bouts de pomme. Lors de la 3^{ème} visite, elle va prendre un bout de poire qu'elle partagera avec la chauve-souris n°1.

2.2.3. Influence de la maturité

Les photos ci-dessous (figures 80 à 87) ont été prises au moment du dépôt de la nourriture et 2 h après. On remarque que la prise de nourriture des chauves-souris s'est principalement effectuée sur certaines zones (entourées en rouge, puis sur celles entourées en bleu).

Figure 80 : J₇ - Mangeoire 1 - T₀



Figure 81 : J₇ - Mangeoire 2 - T₀



Figure 82 : J₇ - Mangeoire 1 - T₀ + 2h



Figure 83 : J₇ - Mangeoire 2 - T₀ + 2h



Figure 84 : J₈ - Mangeoire 1 - T₀



Figure 85 : J₈- Mangeoire 2 - T₀



Figure 86 : J₈ - Mangeoire 1 - T₀ + 2h



Figure 87 : J₈ - Mangeoire 2 - T₀ + 2h



La consommation chiffrée des deux jours est compilée dans la figure 88 ci-dessous.

Figure 88 : Nombre de bouts consommés par mangeoire en fonction du fruit et de la maturité

Jour 7

M2	22	9
	8	0
M1	7	20
	5	58

Papaye mature	Pomme mature
Papaye immature	Pomme immature

Jour 8

M2	41	21
	13	9
M1	4	16
	61	2

Poire mature	Banane mature
Poire immature	Banane immature

La papaye et la poire peuvent être comparées, car sur chaque mangeoire, on a la même accessibilité et le même niveau de maturité. Lorsque ces deux fruits sont matures, les chauves-souris mangent deux fois plus de bouts de papaye que de bouts de poire. Lorsqu'ils sont immatures, c'est l'inverse : elles mangent deux fois plus de bouts de poires que de papaye. En comparant leur indice de dureté (annexe 4), on remarque que les poires immatures le jour 7 ont un indice de dureté assez faible (1,8 kg/cm²) et qui se rapproche sensiblement de celui des poires matures (1,1 kg/cm²). Le jour 8, cet indice de dureté pour les poires immatures est plus élevé (3,6 kg/cm²) mais reste bien inférieur aux indices de dureté des papayes immatures (supérieur à 13 kg/cm²).

2.2.4. Influence de la couleur

Ce test n'a été effectué qu'une seule fois avec des mangeoires M₁ et M₂ différentes. Comme il existe un effet mangeoire, l'influence de la couleur seule n'a pas pu être étudiée. Soulignons tout de même que la mangeoire M₂, contenant les bouts de papaye rouge, a été préférée avec 82 bouts mangés contre 41 en mangeoire M₁ avec les bouts de papaye verte. C'est la seule expérience où la mangeoire M₂ est préférée avec plus de bouts mangés par rapport à M₁.

2.2.5. Ficus

Les photos ci-dessous (figures 89 à 92) ont été prises au moment du dépôt de la nourriture et 2 h après. On remarque que la prise de nourriture des chauves-souris s'est principalement effectuée sur les papayes.

Figure 89 : J₁₀ - Mangeoire 1 - T₀



Figure 90 : J₁₀ - Mangeoire 2 - T₀



Figure 91 : J₁₀ - Mangeoire 1 - T_{0+2h}

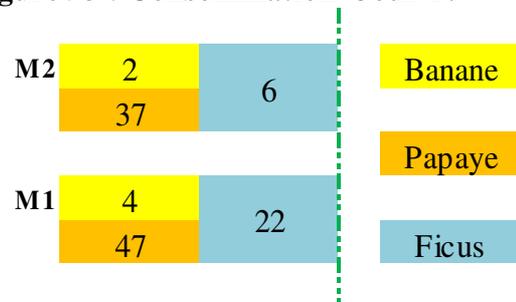


Figure 92 : J₁₀ - Mangeoire 2 - T_{0+2h}



Lorsque l'on compile le nombre de bouts consommés (figure 93), la papaye est toujours préférée par rapport à la banane. On remarque que les chauves-souris viennent manger du ficus, fruit qui a l'air d'être apprécié par rapport à la banane. Des 19 chauves-souris qui viennent manger sur ce laps de temps, 10 vont manger du ficus.

Figure 93 : Consommation - Jour 10



Commentaires – J10 :

Les chauves-souris n° 9 et n°12 se sont respectivement placées au-dessus des mangeoires M₁ et M₂, empêchant les autres individus d'y accéder.

2.3. Discussion

2.3.1. Limites de l'étude

Diversité alimentaire proposée

L'étude a été réalisée hors période de saison de fructification des fruits à haute valeur commerciale : les mangues étaient trop chères pour pouvoir être testées, tout comme les litchis.

Un seul test a été réalisé avec un fruit natif en raison du caractère chronophage de la cueillette et du déplacement jusqu'à l'île aux Aigrettes.

Différence de maturation

Le système de refroidissement de la chambre froide est tombé en panne la première semaine.

L'importante quantité de bananes et de papayes livrée au parc a permis de trouver facilement des fruits avec une grande différence de maturation. Concernant les poires et les pommes, la commande concernait presque exclusivement les chauves-souris. Afin d'obtenir un maximum de différence de maturation pour les pommes et poires, des fruits étaient gardés d'une semaine sur l'autre afin de les exposer à la lumière pour qu'ils mûrissent sur la semaine en attendant la livraison suivante avec des fruits que l'on espérait « immatures », ce qui ne fut pas le cas.

Enregistrement des données

Au départ, il était prévu de filmer les tests alimentaires à l'aide de deux caméras à détection de mouvement. Celles-ci ont été installées dans la volière face aux mangeoires. Ne permettant pas de distinguer la couleur des bagues et donc d'identifier les animaux, ces caméras ont été retirées et remplacées par un observateur humain. Ce dernier était placé au plus près des mangeoires mais à l'extérieur de la volière pour ne pas les déranger. L'identification des chauves-souris par le code couleur a été rendue compliquée par plusieurs phénomènes : le reflet du soleil sur les bagues métalliques, la disparition des couleurs des sprays pulvérisés sur le corps en deux semaines ainsi que le mordillement des bagues par les chauves-souris, aboutissant à la perte de la bague ou à la disparition de la couleur. Les erreurs d'identification possibles sont amoindries par le fait que l'observateur est resté le même tout au long des expériences.

Par ailleurs, la première série d'expériences réalisée a soulevé le fait que les chauves-souris mangeaient directement dans la mangeoire ne laissant aucune chance à l'observateur de savoir de quel fruit il s'agissait. Séparer par la suite les fruits dans les quatre zones a permis de palier en partie ce problème : selon la position de la chauve-souris, on pouvait savoir quel était le fruit mangé. Cela n'a cependant pas toujours été suffisant.

Limites à notre analyse

La préférence alimentaire, que l'on a reliée au temps moyen de consommation du fruit, est critiquable. En effet, il ne s'applique que lorsque de nombreux morceaux de fruits sont mangés avec des fruits en quantité limitée. Par exemple, on trouve que le temps moyen de consommation de chouchous pour les mangeoires M_1 et M_2 est le même, de 35 min. Dans la mangeoire M_1 , ils ont tous été consommés et dans la mangeoire M_2 , seuls 4 bouts l'ont été. Si l'on avait poursuivi l'expérience jusqu'à ce que la mangeoire M_2 soit vide, ce temps de consommation de chouchou pour la mangeoire M_2 aurait augmenté. Il aurait fallu attendre la consommation complète des deux mangeoires pour les comparer. Les résultats de la mangeoire M_1 sont fiables, car l'intégralité de la mangeoire a été consommée les deux jours. Les plans d'expérience pour la maturité, les ficus et l'influence de la couleur étaient trop incomplets pour une analyse efficace des données (trop de facteurs de confusion).

2.3.2. Poursuite de l'étude

Comportement de groupe

On a vu que les chauves-souris choisissent leur nourriture et que si la nourriture présente dans une mangeoire ne leur convient pas, elles vont voir dans l'autre mangeoire. La mangeoire M₁ est préférée, mais cela peut être mis en relation avec le fait que la mangeoire M₂ ait été installée très récemment. On a également observé certains jours le positionnement d'un individu au-dessus d'une mangeoire et qui empêche les autres d'y manger. Il serait intéressant d'étudier le comportement de groupe avant d'effectuer d'autres tests.

Odorat ou vue ?

Une fois le comportement de groupe analysé, il serait intéressant de tester l'influence de la vue ; en effet, la partie bibliographique suggère que *Pteropus niger* possède une vision dichromatique. L'influence de l'odorat pourrait également être testée.

En particulier un test avec des colorants vert et rouge (qui sont respectivement les couleurs que prennent un fruit immature et mature) permettrait de déterminer si les chauves-souris se dirigent vers une couleur en particulier pour manger.

Par ailleurs, un test olfactif permettrait d'évaluer l'influence de ce sens sur son choix, en amplifiant artificiellement l'odeur d'un aliment par exemple.

Enfin, dans le cas où ces deux sens auraient une influence, les confronter permettrait de savoir lequel des deux prédomine dans la préférence alimentaire.

Fruit endémique ou commercial ?

Enfin, il serait intéressant de tester les mangues notamment en fonction de leur niveau de maturité ainsi que de les mettre en concurrence avec des fruits natifs tels que le badamier ou le figuier. Les mangues étant climatériques, il serait peut-être possible de les cueillir juste avant que les chauves-souris ne viennent les manger et de les laisser finir de mûrir hors de l'arbre.

3. Ostéologie

3.1. Matériel et méthode

3.1.1. Échantillon

Une première chauve-souris *Pteropus niger*, morte à *Casela Limited*© en mai 2016 et congelée après autopsie, a été utilisée en tant que sujet test pour la recherche et l'élaboration du protocole.

Dix individus sauvages, tués fin 2015 lors de la saison d'abattage, avaient été congelés et ont été mis gracieusement à ma disposition par la *NPCS*.

3.1.2. Lieu et matériel de dissection

Les dissections se sont déroulées dans un bâtiment isolé constitué d'un sas d'entrée et d'une salle d'autopsie. La pièce principale est équipée d'un congélateur (pour le stockage des échantillons et des déchets), d'un réfrigérateur (pour la conservation des dissections d'un jour sur l'autre) et d'une plaque électrique (pour la cuisson des individus). Les dissections ont été effectuées sur une table d'autopsie avec le matériel usuel (bistouri, lames de scalpels, pinces, ciseaux), lavé quotidiennement sur place. Tous les déchets, préalablement congelés au fur et à mesure, ont été brûlés au gré des incinérations effectuées à *Casela Limited*©. Des équipements de protection individuelle (masque de protection FFP2⁴¹, combinaison jetable, gants, charlotte) ont été utilisés lors des manipulations des cadavres et pendant les dissections.

3.1.3. Imagerie

Un appareil de radiographie situé dans une salle plombée (figure 94) a été utilisé avec les constantes suivantes : de 40 à 44 kV ; et de 2,5 à 2,8 mAs. Par mesure de radioprotection, toutes les radiographies ont été déclenchées de l'extérieur de la salle, une tâche rendue aisée par l'immobilité intrinsèque des sujets radiographiés. La cassette utilisait des films radiographiques de 24x30 cm.

La développeuse (figure 94) était entreposée dans une salle noire. Les solutions ont été préparées juste avant la prise des clichés pour limiter l'oxydation et maximiser les chances d'avoir une qualité de développement correcte.

Figure 94 : Équipement d'imagerie



⁴¹ FFP : *Filtering Facepiece Particles* soit « pièce faciale filtrante contre les particules ». Caractéristiques du FFP2 : pourcentage de filtration d'aérosols : minimum 94 % ; pourcentage de fuite vers l'intérieur : maximum 8 %.

3.1.4. Masse corporelle et mensurations

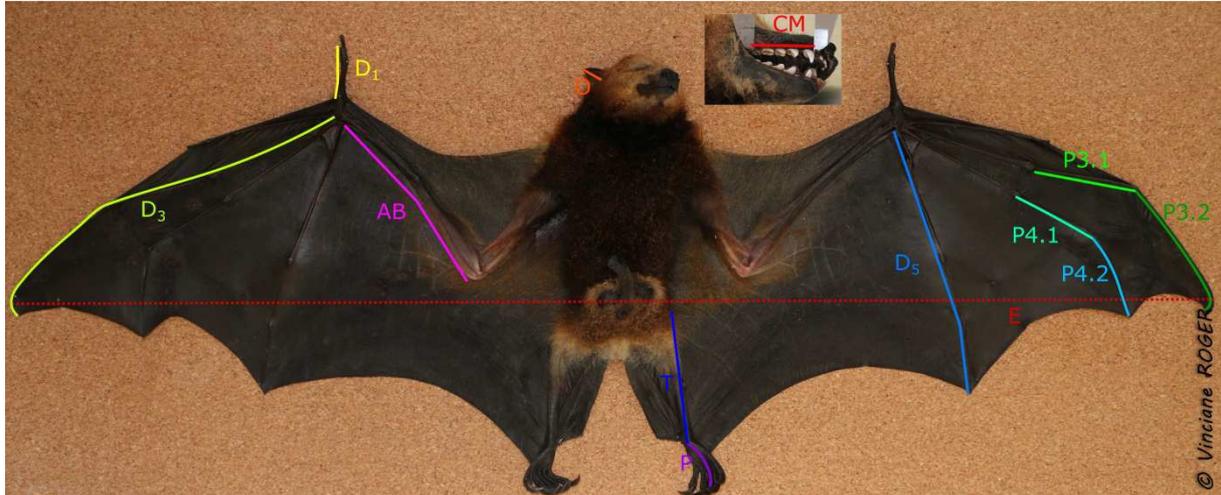
Les individus ont été pesés à l'aide d'une balance électronique (précision 1 g).

Le côté mesuré a été choisi arbitrairement ; néanmoins, lorsque l'individu présentait une fracture, les mesures ont été réalisées du côté non fracturé.

Les mensurations externes relevées, décrites ci-après et localisées sur les figures 95 et 96 ci-dessous, ont été adaptées à *Pteropus niger* à partir de la « Clé d'identification illustrée des chauves-souris d'Europe » de Dietz et von Helversen (2004) :

- envergure (**E**),
- longueur de la rangée de dents supérieure entre le bord postérieur de la dernière molaire et la base de la canine (**CM**),
- longueur de l'oreille (**O**) ;
- longueur de l'avant-bras (**AB**),
- longueur du pouce avec le métacarpe mais sans la griffe (**D₁**),
- longueur du 3^{ème} doigt avec le métacarpe (**D₃**),
- longueur de la 1^{ère} phalange du 3^{ème} doigt (**P3.1**),
- longueur de la 2^{ème} phalange du 3^{ème} doigt (**P3.2**),
- longueur de la 1^{ère} phalange du 4^{ème} doigt (**P4.1**),
- longueur de la 2^{ème} phalange du 4^{ème} doigt (**P4.2**),
- longueur du 5^{ème} doigt avec le métacarpe (**D₅**),
- longueur du tibia (**T**),
- longueur du pied, sans la griffe (**P**).

Figure 95 : Localisation des mensurations externes appliquées à *Pteropus niger*



Les longueurs inférieures à 15 cm ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse électronique (précision 0,01 mm) ; au-delà et jusqu'à 30 cm, une règle graduée en métal a été utilisée ; l'envergure a, quant à elle, été évaluée avec un mètre ruban.

Figure 96 : Matériel de mesure : pied à coulisse et règle en métal rigide



3.1.5. Obtention des os et blanchiment

Après une demi-journée de décongélation, le cadavre est dépecé (**m**), vidé de ses entrailles et cuit entre 4 et 6 h (**n**). Puis, une dissection minutieuse des chairs est réalisée avec pince et bistouri (**o**) afin de conserver uniquement les os ; quelques ligaments (**p**) sont conservés pour le maintien de sous-ensembles cohérents de squelette (figure 97).

Figure 97 : Obtention des os



Ensuite, le squelette est mis à tremper par parties dans du peroxyde d'hydrogène pour obtenir un blanchiment des os. Enfin, il est rincé à l'eau claire et mis à séché dans une position physiologique.

3.1.6. La reconstitution du squelette

Les différents os ont été recollés avec de la colle époxy à l'aide de fil de fer et de patafix le temps du séchage. Du fil de fer a été utilisé lorsque la colle ne suffisait pas pour maintenir le squelette (dans le cas de fractures notamment).

Figure 98 : Reconstitution du squelette



3.1.7. Photographies

De la même façon que dans la première partie, toutes les photographies ont été réalisées à l'aide d'un boîtier Canon EOS 70D et d'un objectif 18-135 mm ou 100 mm Macro.

3.1.8. Outils graphiques

De même, le recadrage des photographies ainsi que l'insertion du filigrane a nécessité l'utilisation du logiciel Adobe Lightroom ©.

Les schémas ont été réalisés avec le logiciel Inkscape©.

3.1.9. Mise en forme de l'orientation et des légendes

Chaque photographie a été orientée et légendée. Les abréviations utilisées sont listées dans le tableau 2 ci-dessous :

Tableau 2 : Tableau de correspondance des abréviations utilisées dans les légendes

C : Vertèbre cervicale	Cr : Crânial	Méd : Médial
T : Vertèbre thoracique	Cd : Caudal	Prox : Proximal
L : Vertèbre lombaire	Dors : Dorsal	Dist : Distal
S : Vertèbre sacrée	Vent : Ventral	G : Gauche
K : Côte	Lat : latéral	D : Droite

L'échelle a ensuite été rajoutée individuellement pour chaque photographie grâce aux mesures préalables des os avec le pied à coulisse.

3.2. Résultats

3.2.1. Masse corporelle et mensurations externes

Les mensurations externes et les masses corporelles des individus sauvages sont présentées dans le tableau 3 ci-dessous :

Tableau 3 : Masse corporelle et mensurations de dix individus sauvages tués à la fin de l'année 2015

Individu : Adulte femelle - Adulte mâle - Jeune mâle	Membre thoracique												Membre pelvien	
	Poids	Envergure	Longueur de la rangée de dents supérieure	Longueur de l'oreille	Longueur de l'avant-bras	Longueur du pouce + métacarpe I	Longueur du 3ème doigt + métacarpe III	Longueur de la 1ère phalange du 3ème doigt	Longueur de la 2ème phalange du 3ème doigt	Longueur de la 1ère phalange 4ème doigt	Longueur de la 2ème phalange du 4ème doigt	Longueur du 5ème doigt + métacarpe V	Longueur du tibia	Longueur du pied
	E	CM	O	AB	D₁	D₃	P3.1	P3.2	P4.1	P4.2	D₅	T	P	
	g	cm	mm	mm	cm	mm	cm	mm	mm	mm	mm	cm	mm	mm
1	330	88,8	25,05	19,7	14,4	42,08	25,4	72,02	88,27	57,8	57,3	18,7	67,95	41,02
2	320	80,5	23,96	26,77	14,1	41,21	25,6	72,39	94,55	59,28	55,47	18,4	64,43	46,17
3	440	88,5	25	21,78	15,3	46,06	26,8	74,82	104,19	60,12	59,94	19,6	72,42	38,28
4	455	91	24,47	24,11	15,4	45,31	28,6	78,84	112,31	66,01	62,16	20,6	75,14	39,78
5	505	91,5	24,02	23,32	15,7	43,32	27,6	71,8	104,53	63,54	45,91	20,1	73,01	40,02
6	525	103	26,28	24,03	16	47,9	29,7	76,86	122,29	64,91	68,46	20,9	78,03	46,51
7	565	97	26,23	22,79	15,7	48	28,5	78,35	106,74	67,83	63,98	21,2	78,54	44,5
8	490	97	27,39	22,95	15,6	44,01	28,7	76,99	106,61	63,78	61,95	20,4	75,27	44,6
9	460	104,4	24,53	22,39	15	44,17	27,9	74,89	104,6	63,22	63,29	20,1	75,19	40
10	445	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Commentaire :

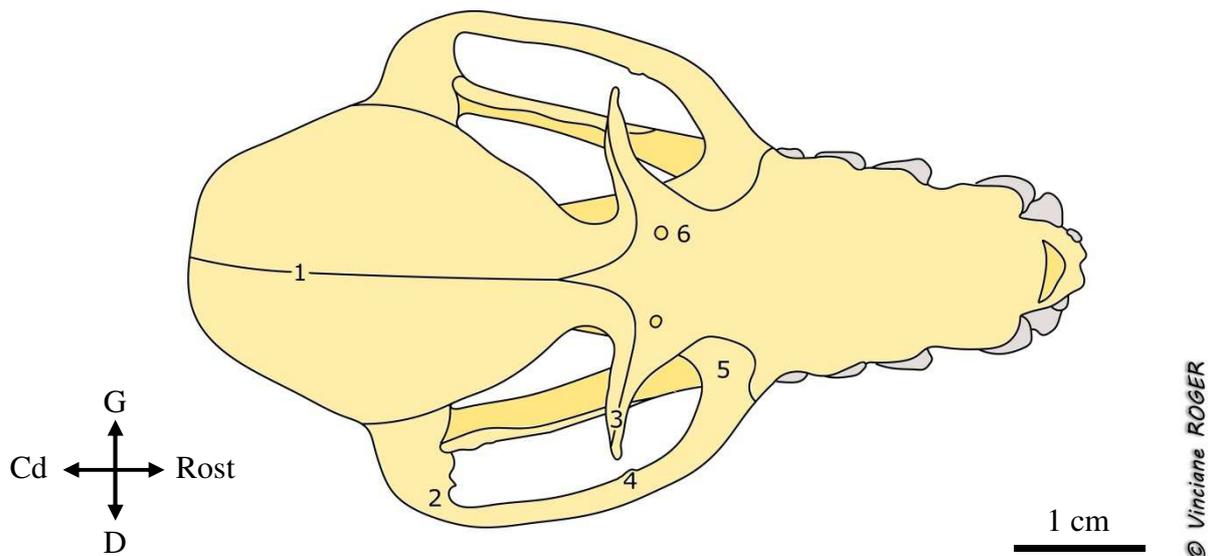
La chauve-souris n°10 présentait trop de dommages corporels et n'a pas pu être mesurée.

Il n'y a pas assez d'individus dans chaque catégorie pour pouvoir analyser ces résultats de manière statistique.

3.2.2. Atlas d'ostéologie

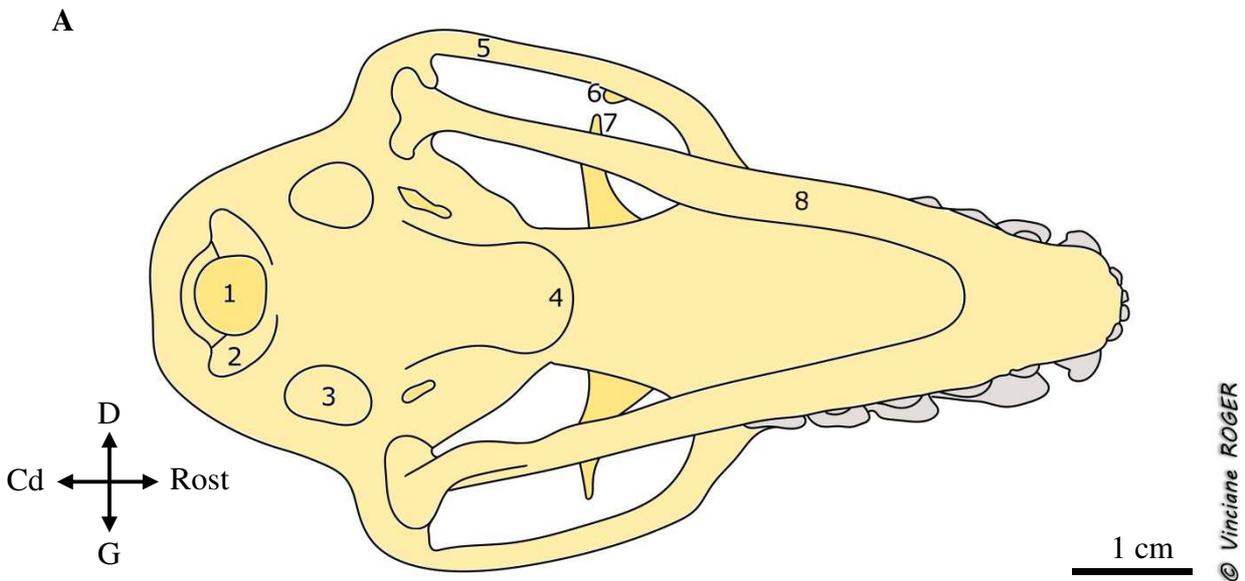
Le squelette céphalique

Figure 99 : Tête osseuse d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif -
Vue dorsale



- | | |
|-------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1. Protubérance occipitale externe | 4. Processus frontal de l'os zygomatique |
| 2. Processus zygomatique de l'os temporal | 5. Orbite |
| 3. Processus zygomatique de l'os frontal | 6. Foramen infra-orbitaire |

Figure 100 : Tête osseuse d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - A : Ostéologie, B : Radiographie - Vue ventrale



1. *Foramen magnum*
2. Condyle occipital
3. Bulle tympanique
4. Choanes

5. Processus zygomatic de l'os temporal
6. Processus frontal de l'os zygomatic
7. Processus zygomatic de l'os frontal
8. Corps de la mandibule



© Vinciane ROGER

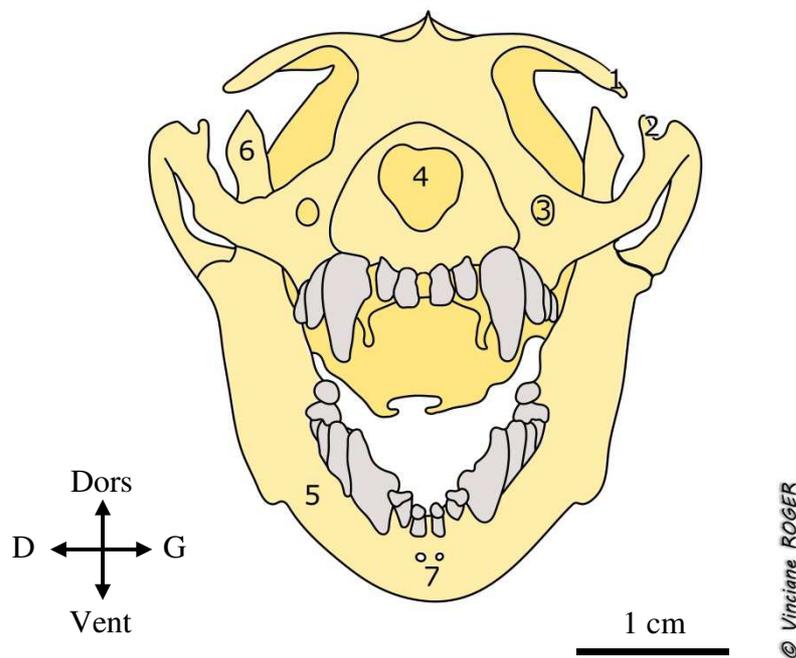


© Vinciane ROGER

- 1. *Foramen magnum*
- 2. Condyle occipital
- 3. Bulle tympanique
- 4. Choanes

- 5. Processus zygomatique de l'os temporal
- 6. Processus frontal de l'os zygomatic
- 7. Processus zygomatique de l'os frontal
- 8. Corps de la mandibule

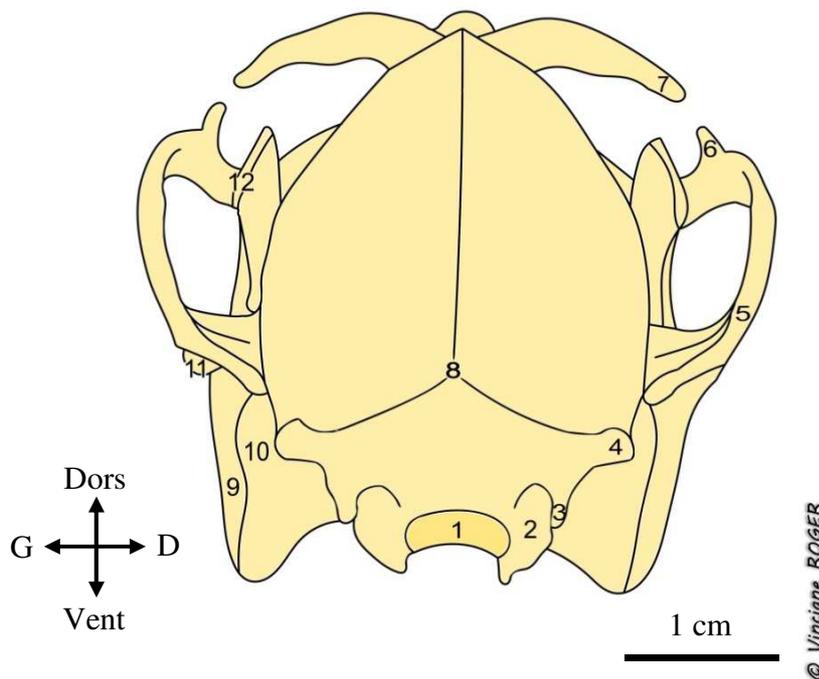
**Figure 101 : Tête osseuse d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif -
Vue rostrale**



- 1. Processus zygomatique de l'os frontal
- 2. Processus frontal de l'os zygomatique
- 3. Foramen infra-orbitaire
- 4. Cornet nasal

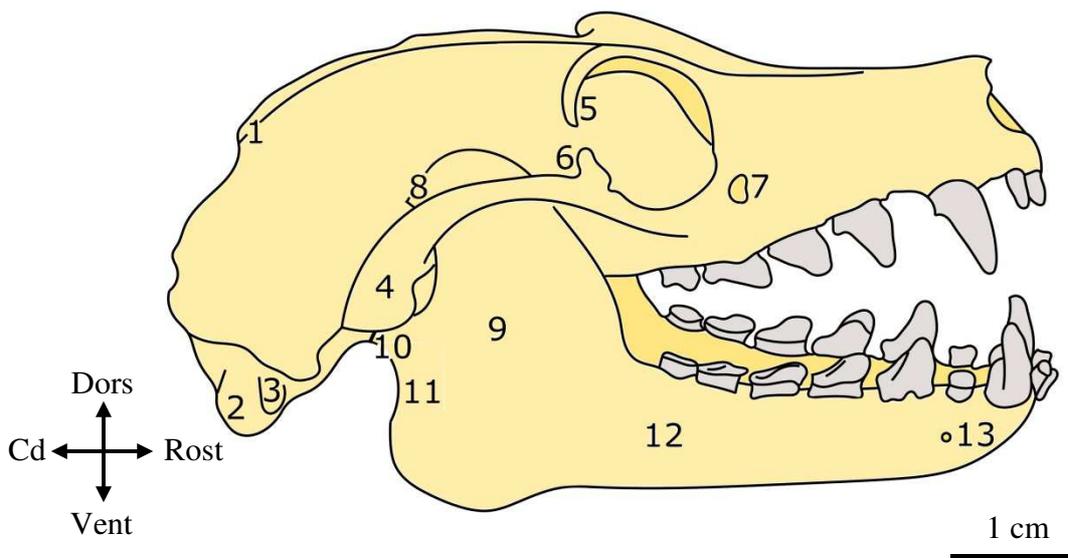
- 5. Corps de la mandibule
- 6. Processus coronoïde
- 7. Foramen mentonnier

**Figure 102 : Tête osseuse d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif -
Vue caudale**



- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Foramen magnum</i> 2. Condyle occipital 3. Processus paracondylaire 4. Processus mastoïde 5. Processus zygomatic de l'os temporal 6. Processus frontal de l'os zygomatic | <ol style="list-style-type: none"> 7. Processus zygomatic de l'os frontal 8. Protubérance occipitale externe 9. Branche de la mandibule 10. Fosse ptérygoïdienne 11. Tête de la mandibule 12. Processus coronoïde de la mandibule |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Figure 103 : Tête osseuse d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale droite



- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Protubérance occipitale externe 2. Condyle occipital 3. Processus paracondyloire 4. Processus zygomatique de l'os temporal 5. Processus zygomatique de l'os frontal 6. Processus frontal de l'os zygomatique 7. Foramen infra-orbitaire | <ul style="list-style-type: none"> 8. Processus coronoïde 9. Fosse massétérique 10. Processus condyloire 11. Branche de la mandibule 12. Corps de la mandibule 13. Foramen mentonnier |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

L'articulation atlanto-occipitale

Figure 104 : Articulation atlanto-occipitale d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale

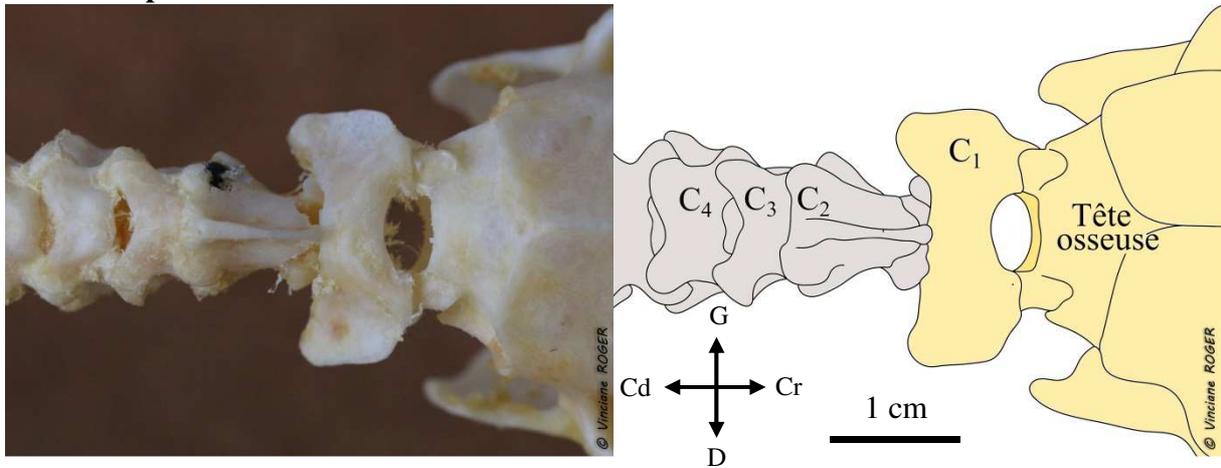


Figure 105 : Articulation atlanto-occipitale d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue ventrale

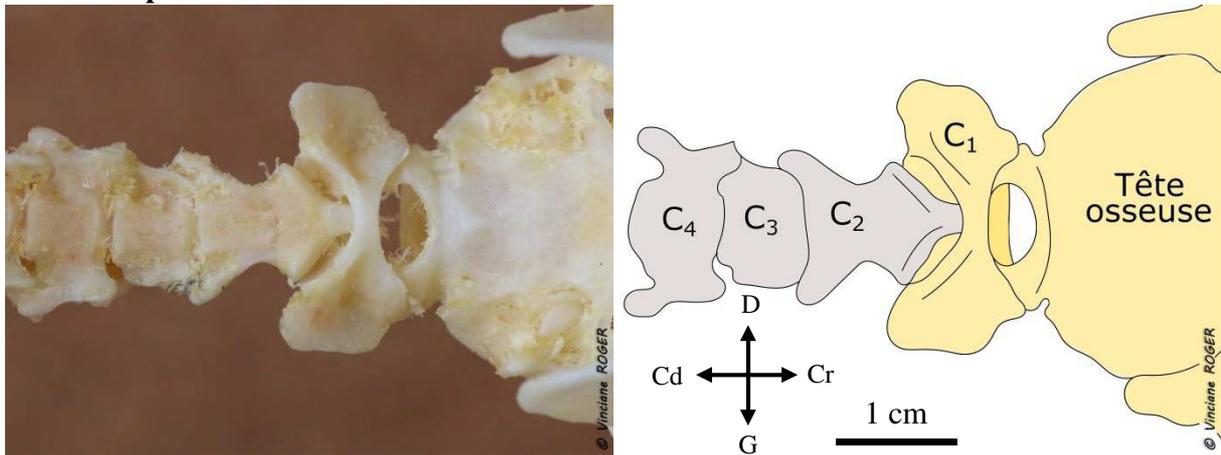
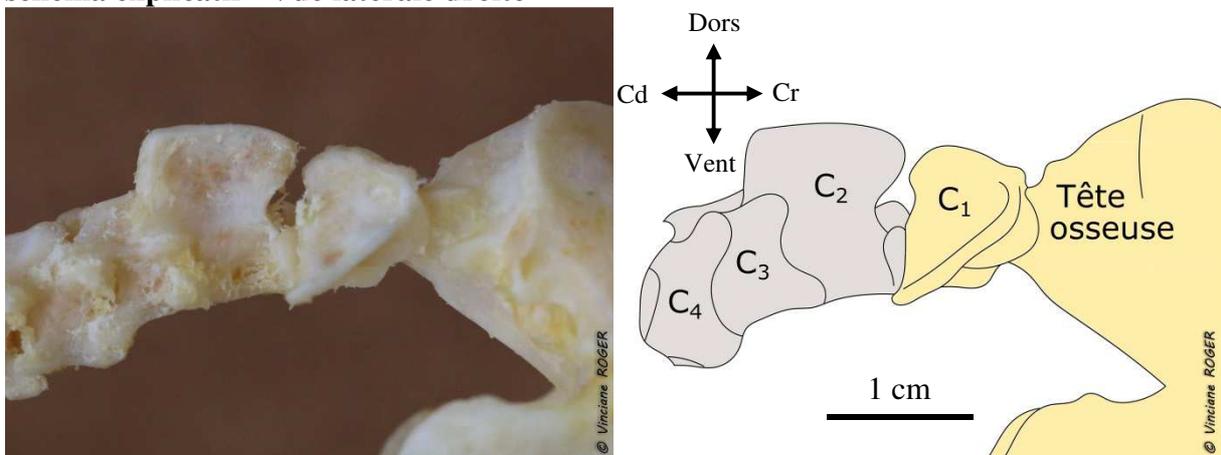
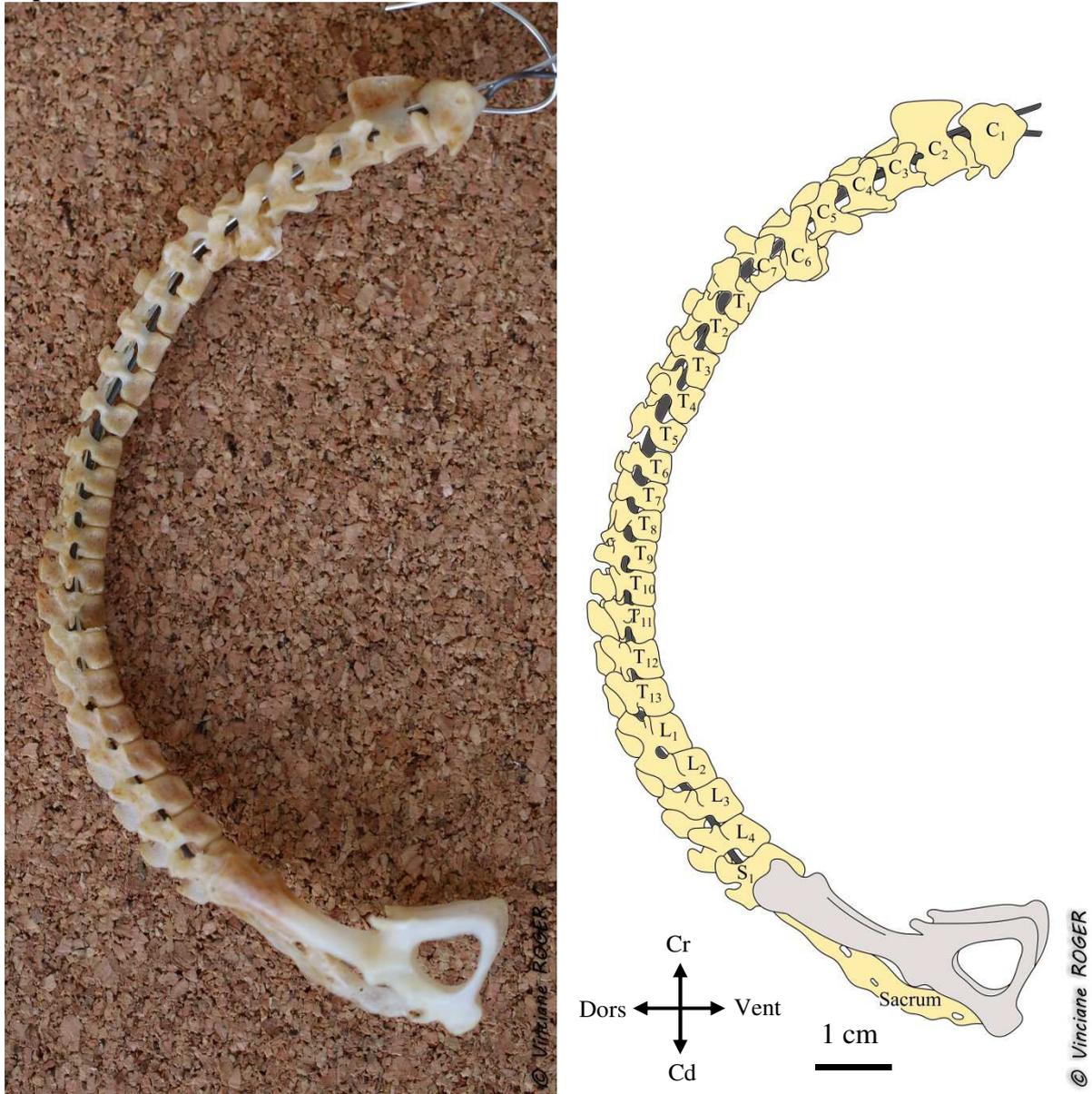


Figure 106 : Articulation atlanto-occipitale d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale droite



Le squelette axial

Figure 107 : Colonne vertébrale d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale droite



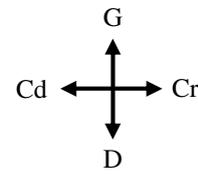
Commentaires :

Pteropus niger possède 7 vertèbres cervicales, 13 vertèbres thoraciques, 4 vertèbres lombaires ainsi que des vertèbres sacrées fusionnées en un sacrum.

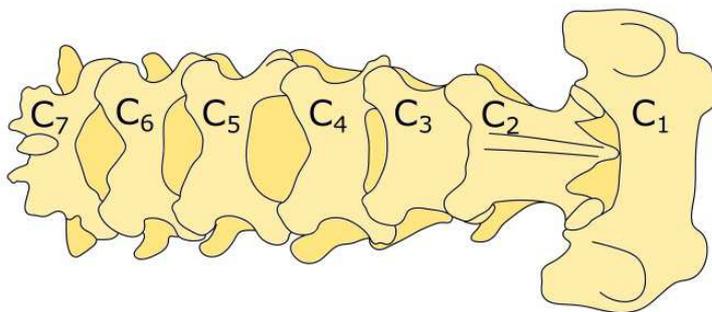
Chez les Mégachiroptères, l'ilium et le sacrum sont entièrement fusionnés. Les vertèbres caudales sont absentes (Neuweiler, 2000).

Les vertèbres cervicales

Figure 108 : Vertèbres cervicales d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale

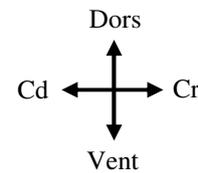


1 cm

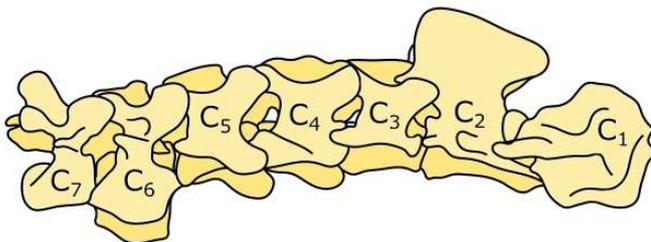


© Vinciane ROGER

Figure 109 : Vertèbres cervicales d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale droite



1 cm

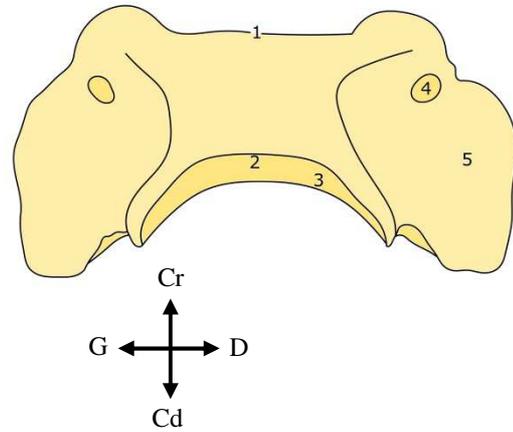


© Vinciane ROGER

Commentaires :

Le processus épineux n'est présent que sur l'axis (C₂), où il est très développé, et sur la dernière vertèbre cervicale C₇. Les vertèbres C₃ à C₅ sont semblables. Les tubercules ventraux des processus transverses de C₆ sont très développés.

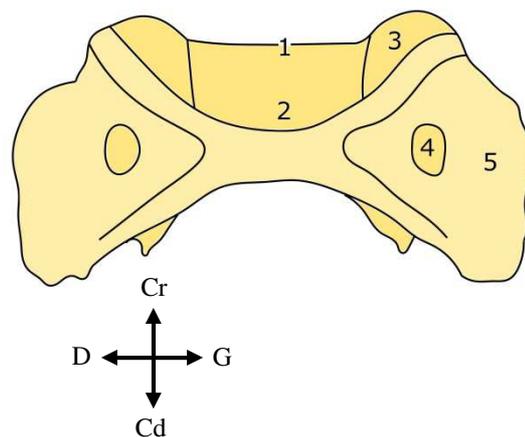
Figure 110 : Atlas (C₁) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale



1. Incisure crâniale de l'arc dorsal
2. Foramen vertébral
3. Surface articulaire caudale

4. Foramen vertébral latéral
5. Aile de l'atlas (processus transverse)

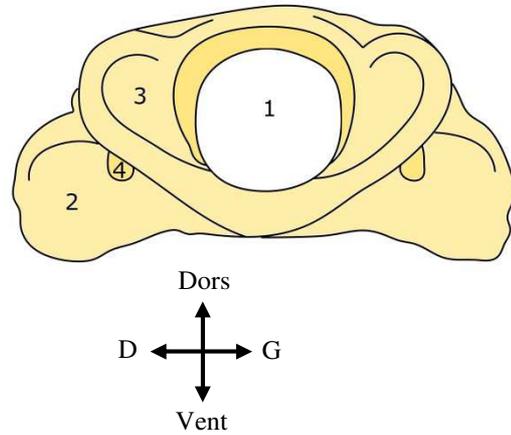
Figure 111 : Atlas (C₁) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue ventrale



1. Incisure crâniale de l'arc dorsal
2. Foramen vertébral
3. Cavité articulaire pour le condyle occipital

4. Foramen vertébral latéral
5. Aile de l'atlas (processus transverse)

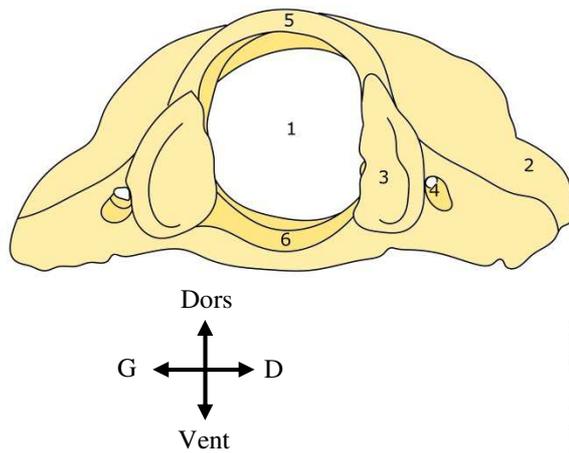
Figure 112 : Atlas (C₁) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue crâniale



- 1. Foramen vertébral
- 2. Aile de l'atlas (Processus transverse)

- 3. Surface articulaire du condyle occipital
- 4. Foramen transversaire

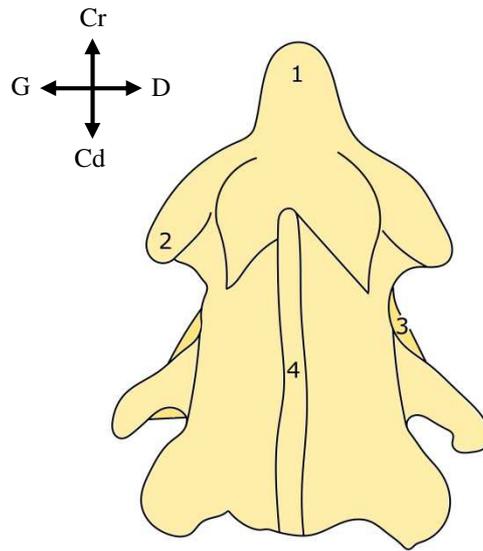
Figure 113 : Atlas (C₁) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue caudale



- 1. Foramen vertébral
- 2. Aile de l'atlas (Processus transverse)
- 3. Surface articulaire caudale

- 4. Foramen transversaire
- 5. Arc dorsal
- 6. Fossette de la dent de l'axis (*fovea dentis*)

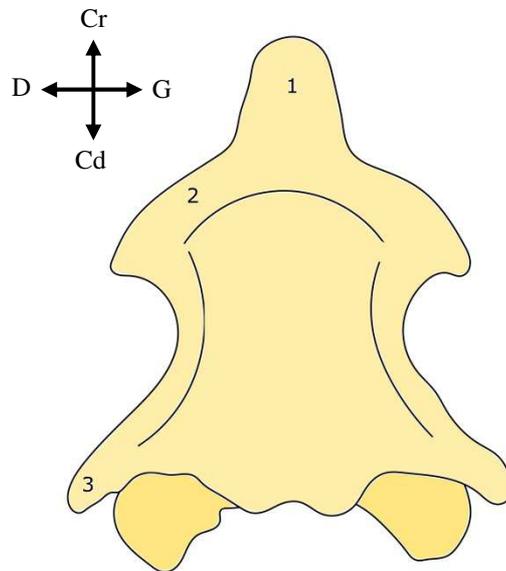
**Figure 114 : Axis (C₂) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif -
Vue dorsale**



- 1. Dent de l'axis
- 2. Surface articulaire crâniale

- 3. Processus transverse
- 4. Lèvre du processus épineux

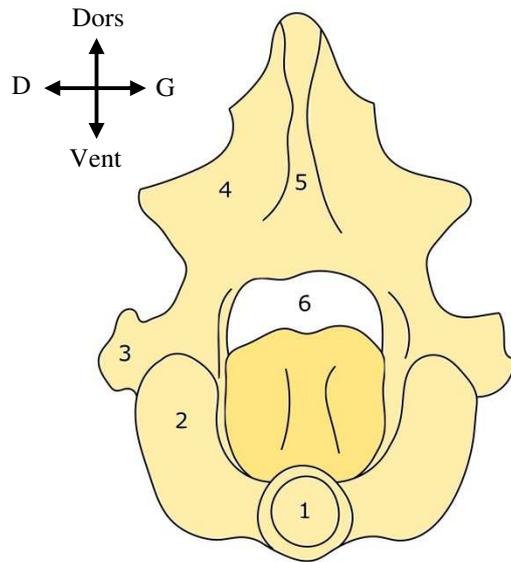
**Figure 115 : Axis (C₂) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif -
Vue ventrale**



- 1. Dent de l'axis
- 2. Surface articulaire crâniale

- 3. Processus transverse

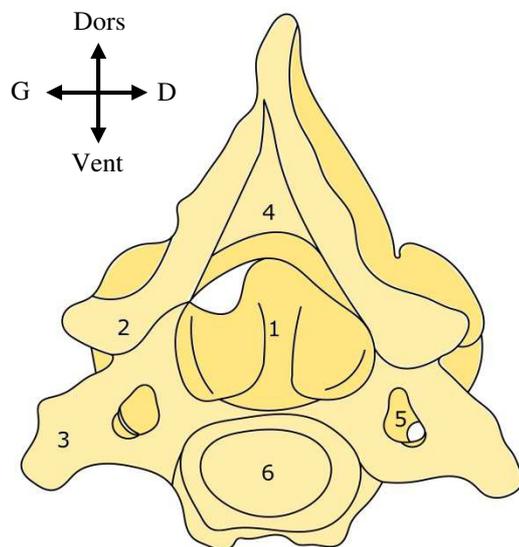
Figure 116 : Axis (C₂) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue crâniale



- 1. Dent de l'axis
- 2. Surface articulaire crâniale
- 3. Processus transverse

- 4. Processus épineux
- 5. Lèvre du processus épineux
- 6. Foramen vertébral

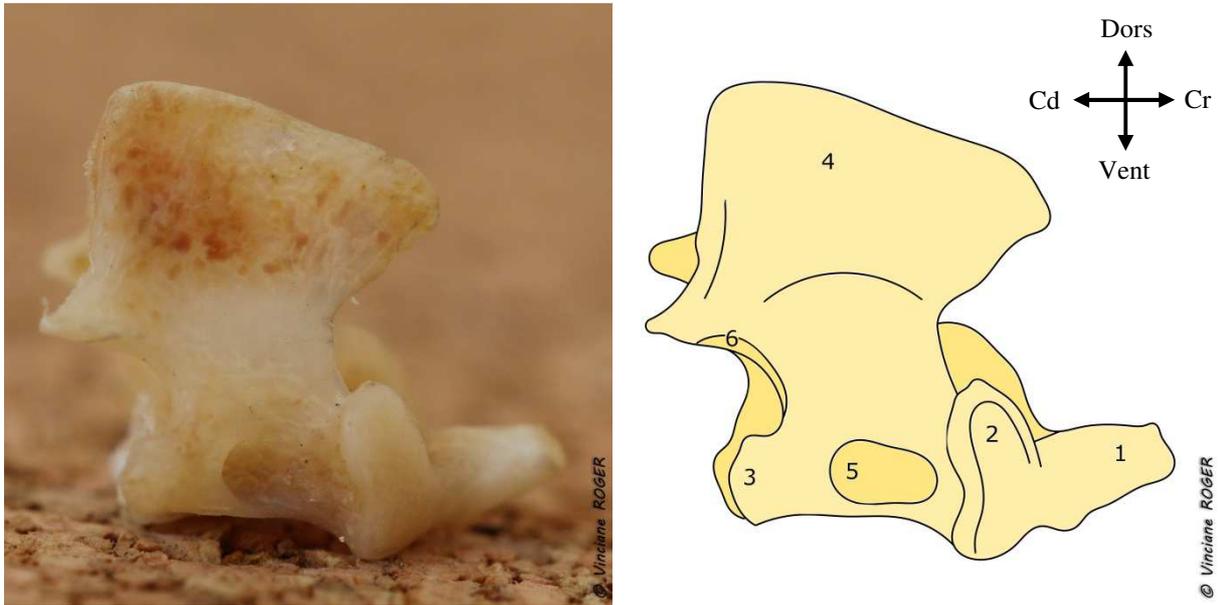
Figure 117 : Axis (C₂) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue caudale



- 1. Foramen vertébral
- 2. Processus articulaire caudal
- 3. Processus transverse

- 4. Processus épineux
- 5. Foramen transversaire
- 6. Fosse de la vertèbre

Figure 118 : Axis (C_2) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale droite

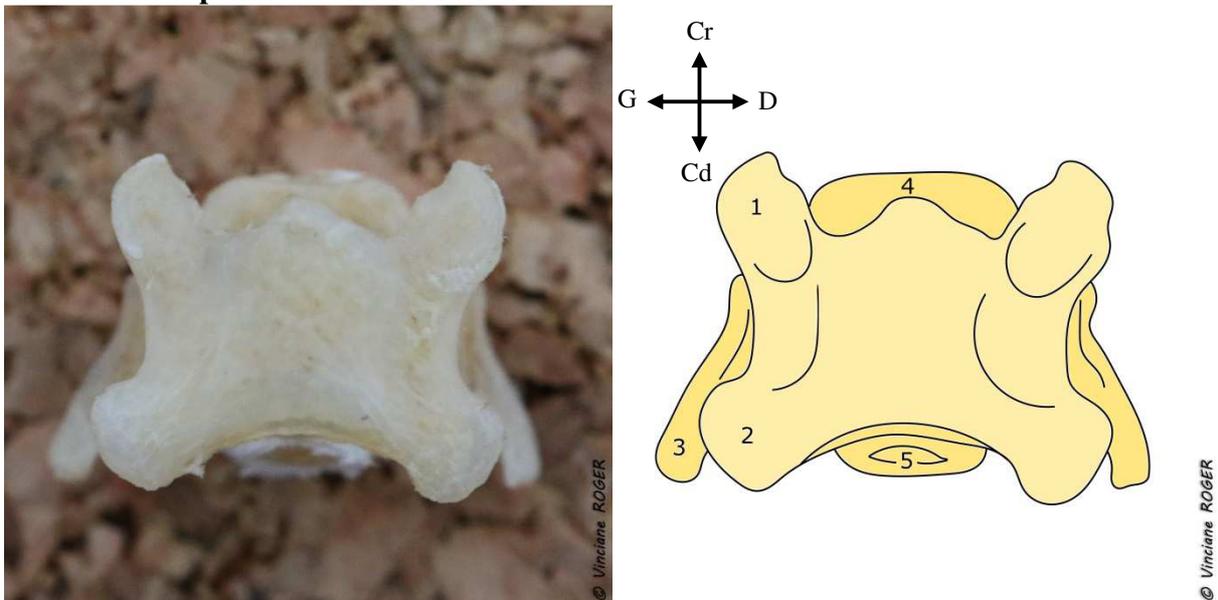


- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Dent de l'axis 2. Surface articulaire crâniale 3. Processus transverse | <ul style="list-style-type: none"> 4. Processus épineux 5. Foramen transversaire 6. Processus articulaire caudal |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Commentaire :

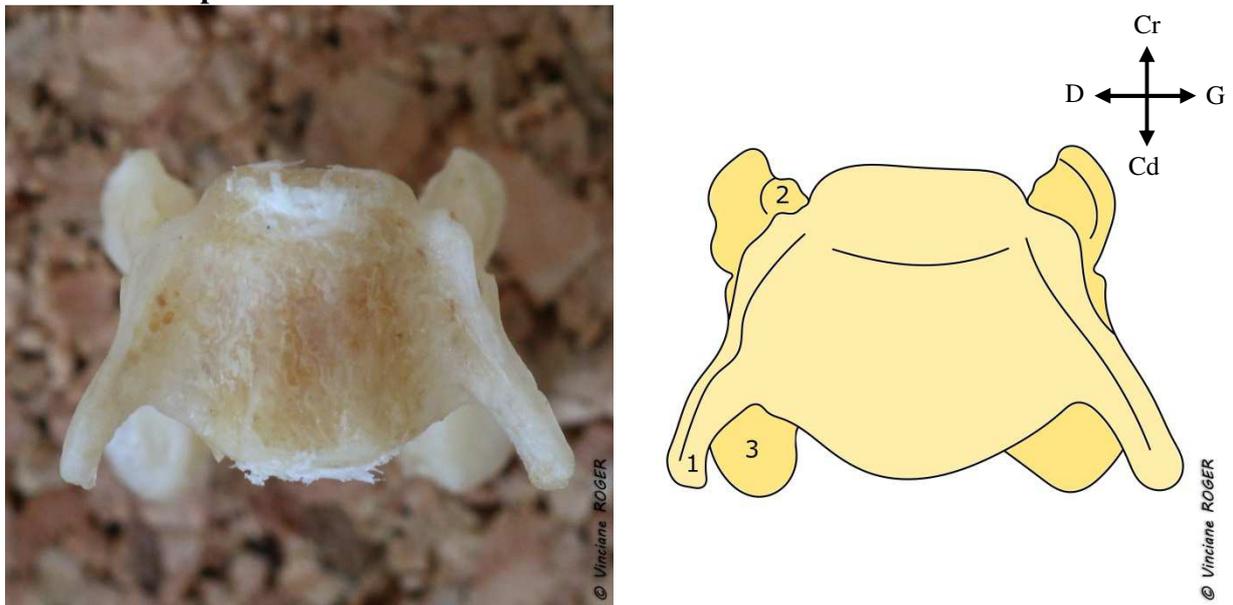
La dent de l'axis est très allongée avec une surface articulaire importante.

Figure 119 : Troisième vertèbre cervicale (C_3) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale



- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Surface articulaire crâniale 2. Processus articulaire caudal 3. Processus transverse | <ul style="list-style-type: none"> 4. Tête de la vertèbre 5. Fosse de la vertèbre |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|

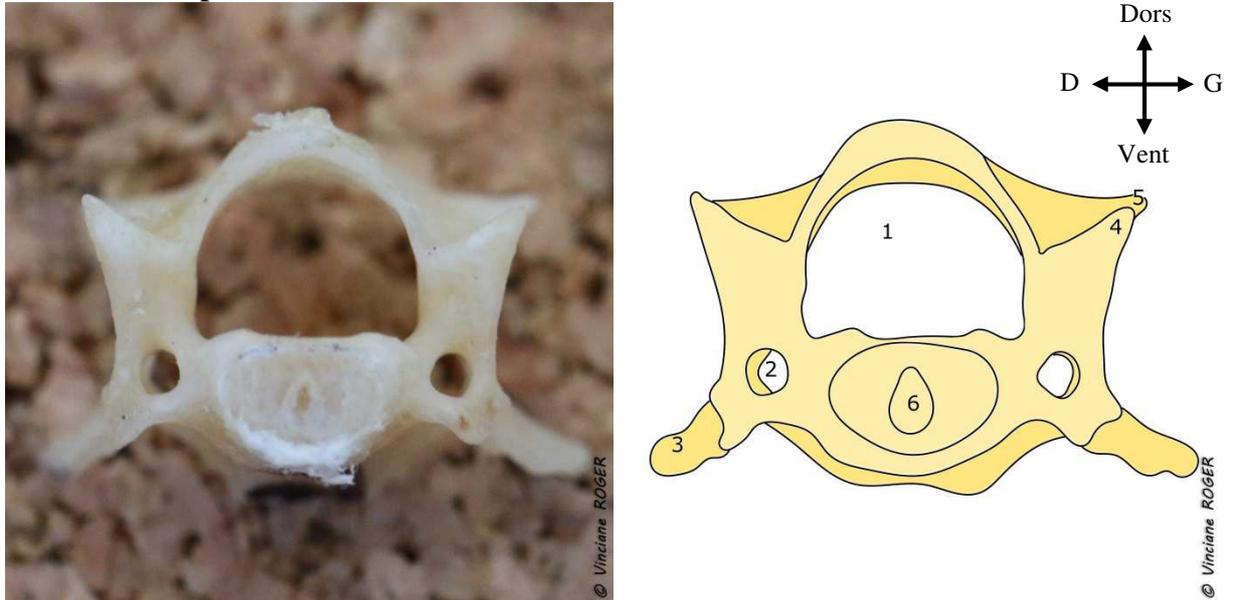
Figure 120 : Troisième vertèbre cervicale (C₃) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue ventrale



- 1. Processus transverse
- 2. Processus articulaire crânial

- 3. Surface articulaire caudale

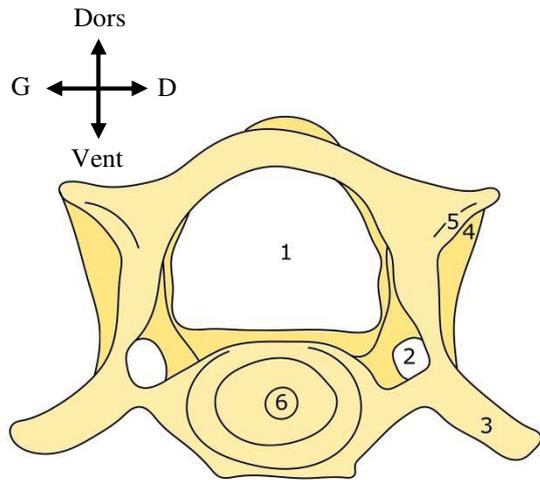
Figure 121 : Troisième vertèbre cervicale (C₃) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue crâniale



- 1. Foramen vertébral
- 2. Foramen transverse
- 3. Processus transverse

- 4. Processus articulaire crânial
- 5. Processus articulaire caudal
- 6. Tête de la vertèbre

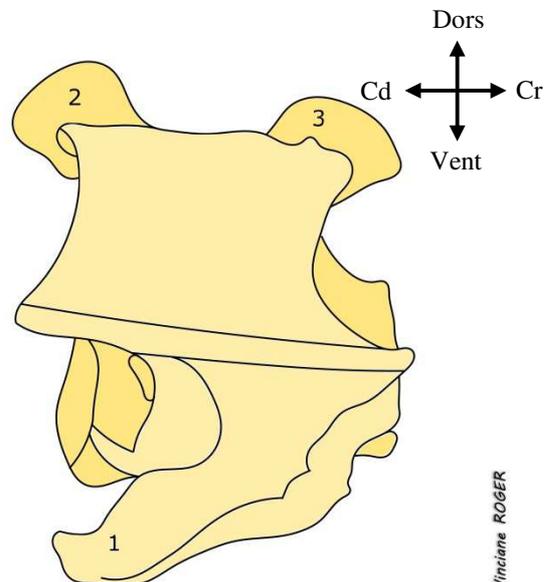
Figure 122 : Troisième vertèbre cervicale (C₃) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue caudale



- 1. Foramen vertébral
- 2. Foramen transversaire
- 3. Processus transverse

- 4. Processus articulaire crânial
- 5. Surface articulaire caudale
- 6. Fosse de la vertèbre

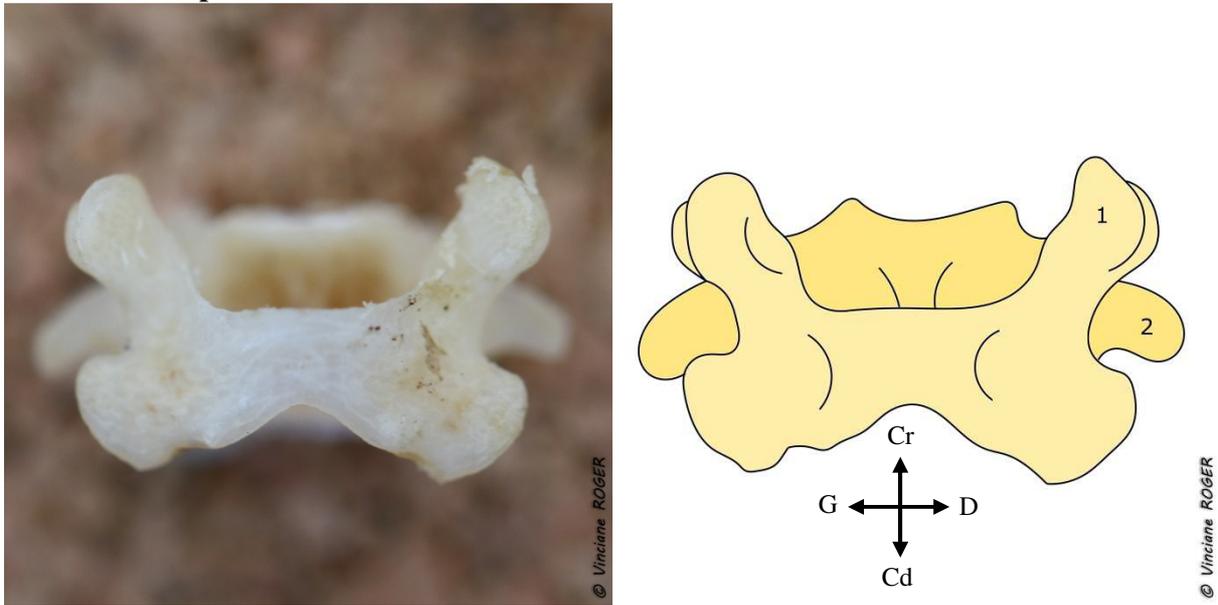
Figure 123 : Troisième vertèbre cervicale (C₃) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale droite



- 1. Processus transverse
- 2. Processus articulaire caudal

- 3. Surface articulaire crâniale

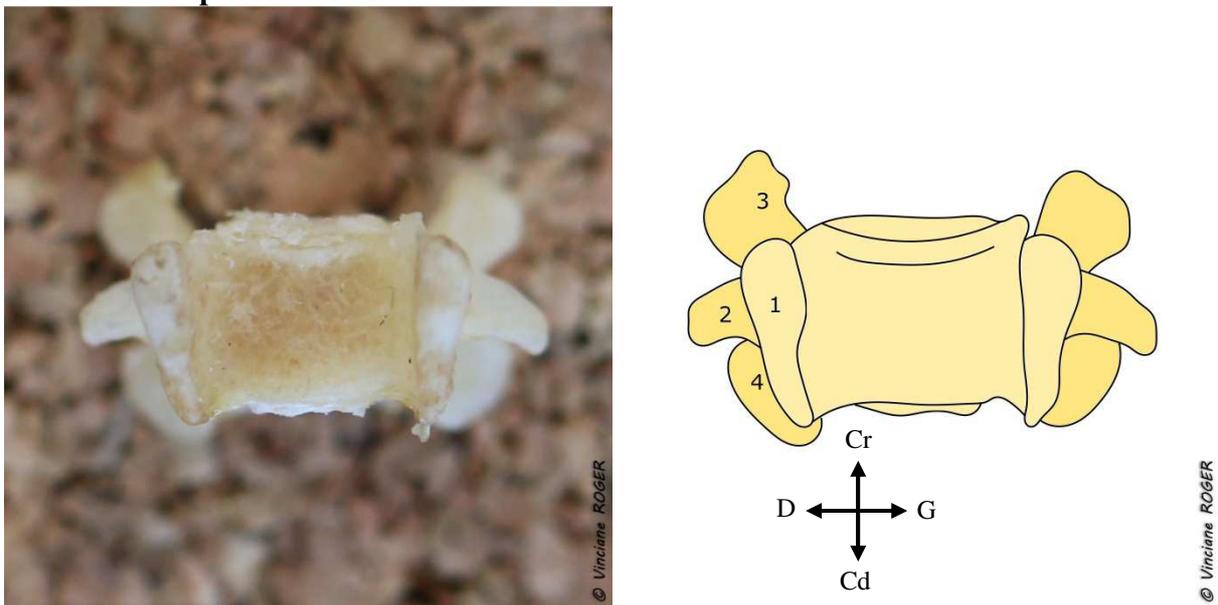
Figure 124 : Sixième vertèbre cervicale (C₆) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale



1. Surface articulaire crâniale

2. Tubercule dorsal du processus transverse

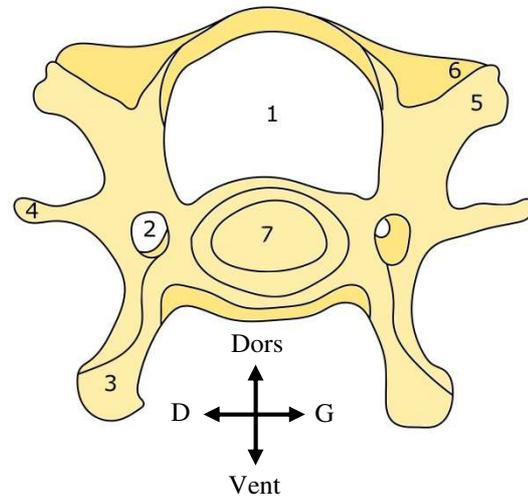
Figure 125 : Sixième vertèbre cervicale (C₆) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue ventrale



1. Lame ventrale du processus transverse
2. Tubercule dorsal du processus transverse

3. Processus articulaire crânial
4. Surface articulaire caudale

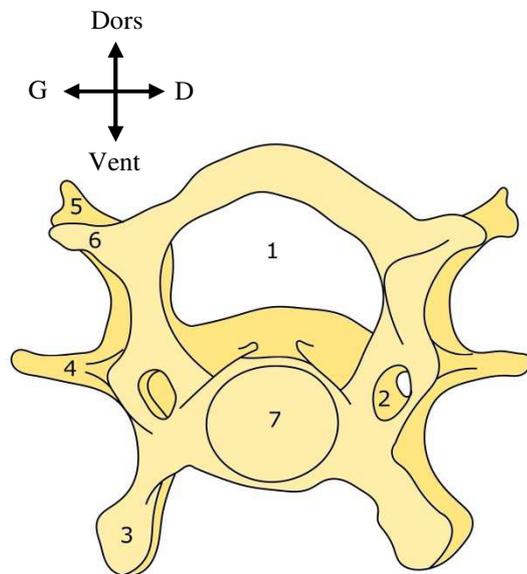
Figure 126 : Sixième vertèbre cervicale (C₆) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue crâniale



1. Foramen vertébral
2. Foramen transversaire
3. Lame ventrale du processus transverse
4. Tubercule dorsal du processus transverse

5. Surface articulaire crâniale
6. Processus articulaire caudal
7. Tête de la vertèbre

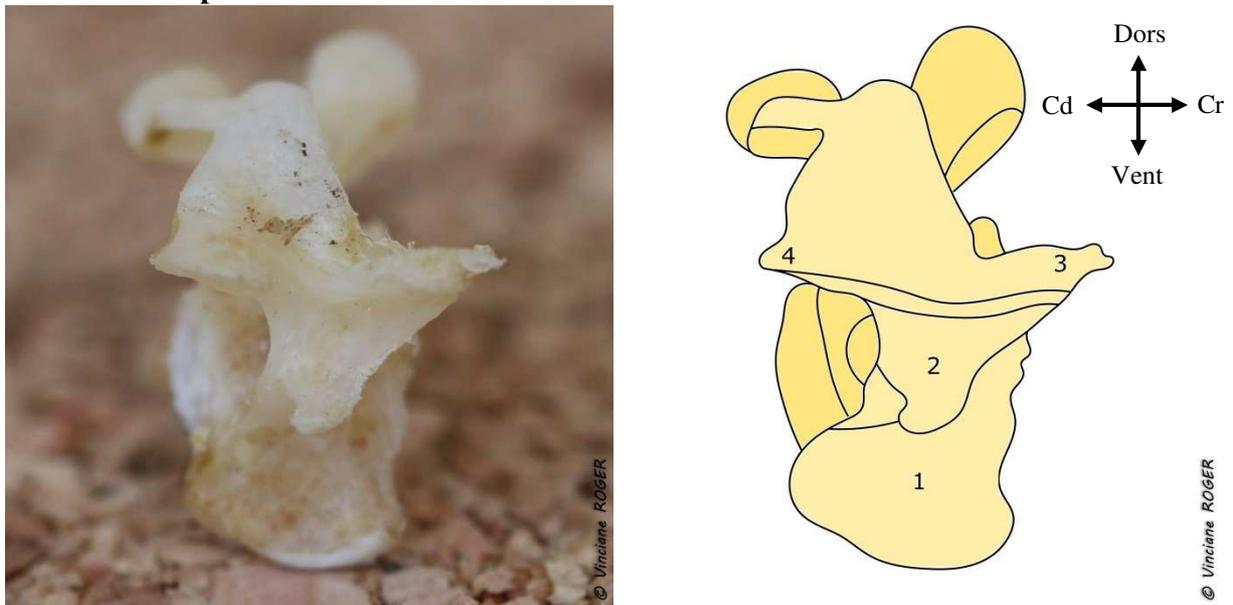
Figure 127 : Sixième vertèbre cervicale (C₆) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue caudale



1. Foramen vertébral
2. Foramen transversaire
3. Lame ventrale du processus transverse
4. Tubercule dorsal du processus transverse

5. Processus articulaire crânial
6. Surface articulaire caudale
7. Fosse de la vertèbre

Figure 128 : Sixième vertèbre cervicale (C₆) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale droite

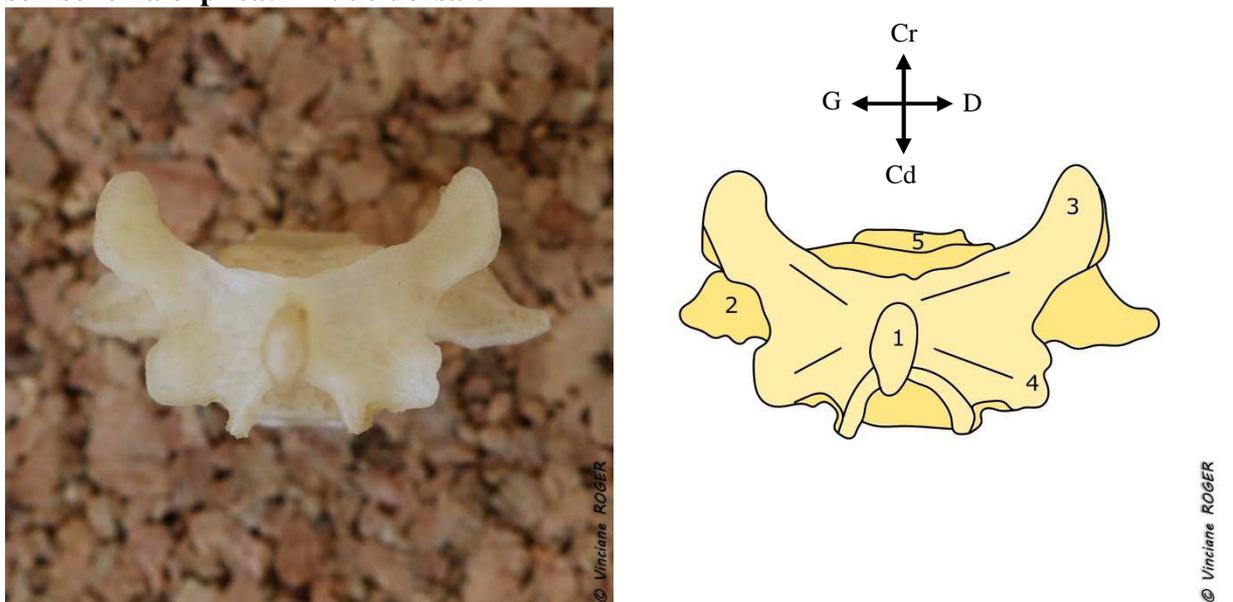


- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Lamme ventrale du processus transverse 2. Tubercule dorsal du processus transverse | <ul style="list-style-type: none"> 3. Surface articulaire crâniale 4. Processus articulaire caudal |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Commentaire :

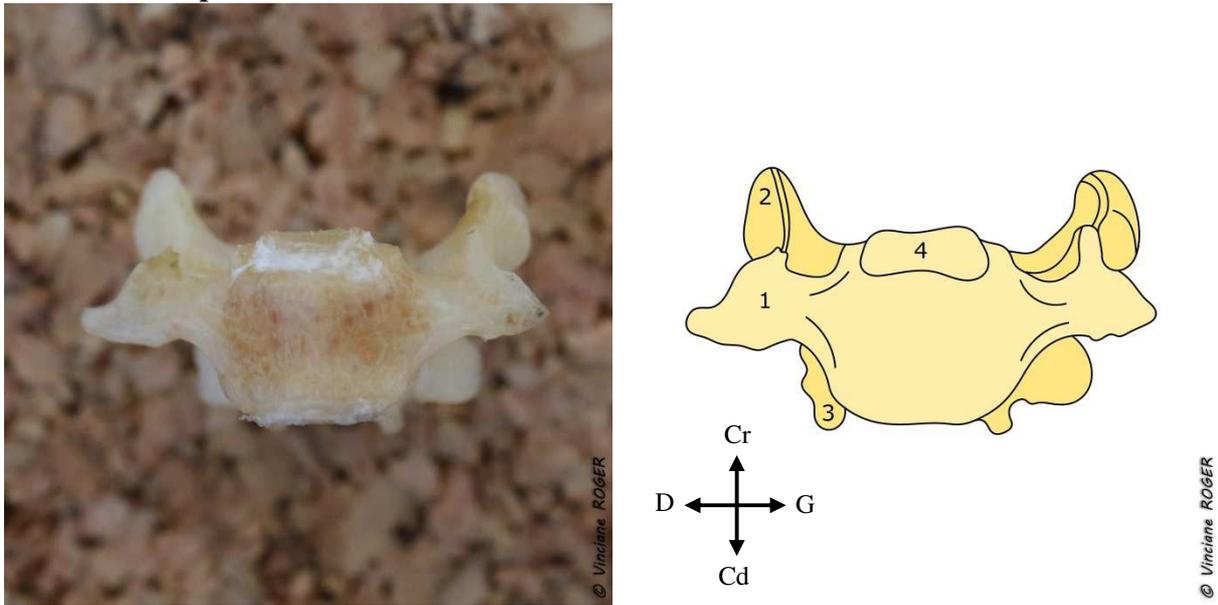
Chaque tubercule ventral du processus transverse s'étire en une fine lamme. Ces deux tubercules ventraux forment une gouttière avec la face ventrale du corps de la vertèbre.

Figure 129 : Septième vertèbre cervicale (C₇) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale



- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Processus épineux 2. Processus transverse 3. Surface articulaire crâniale | <ul style="list-style-type: none"> 4. Processus articulaire caudal 5. Tête de la vertèbre |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

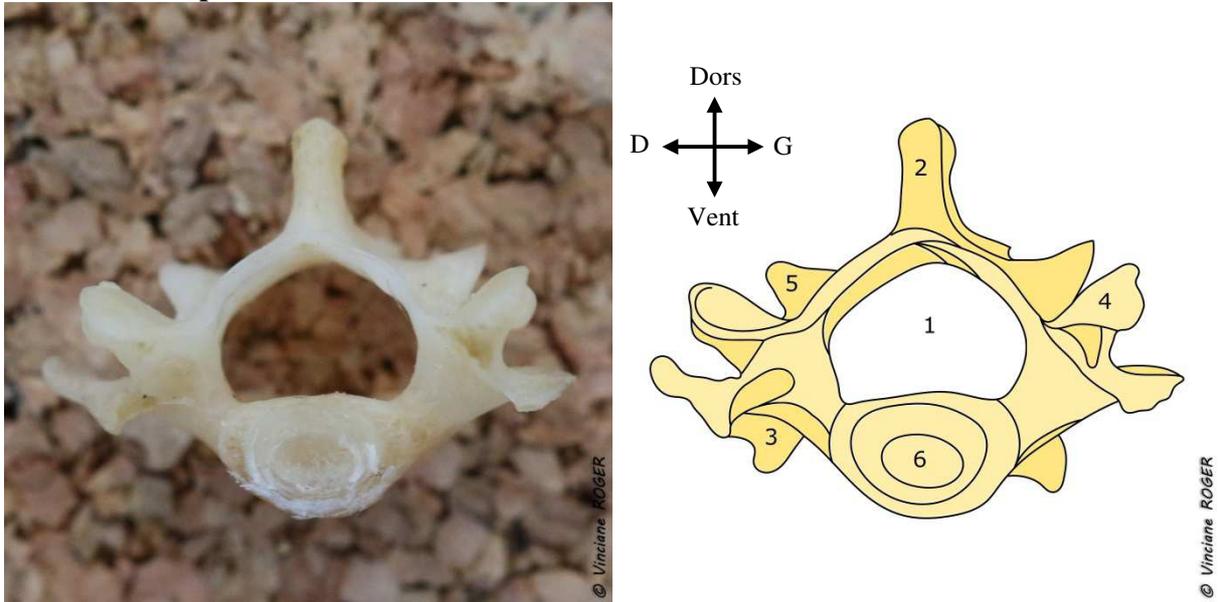
Figure 130 : Septième vertèbre cervicale (C₇) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue ventrale



- 1. Processus transverse
- 2. Processus articulaire crânial

- 3. Surface articulaire caudale
- 4. Tête de la vertèbre

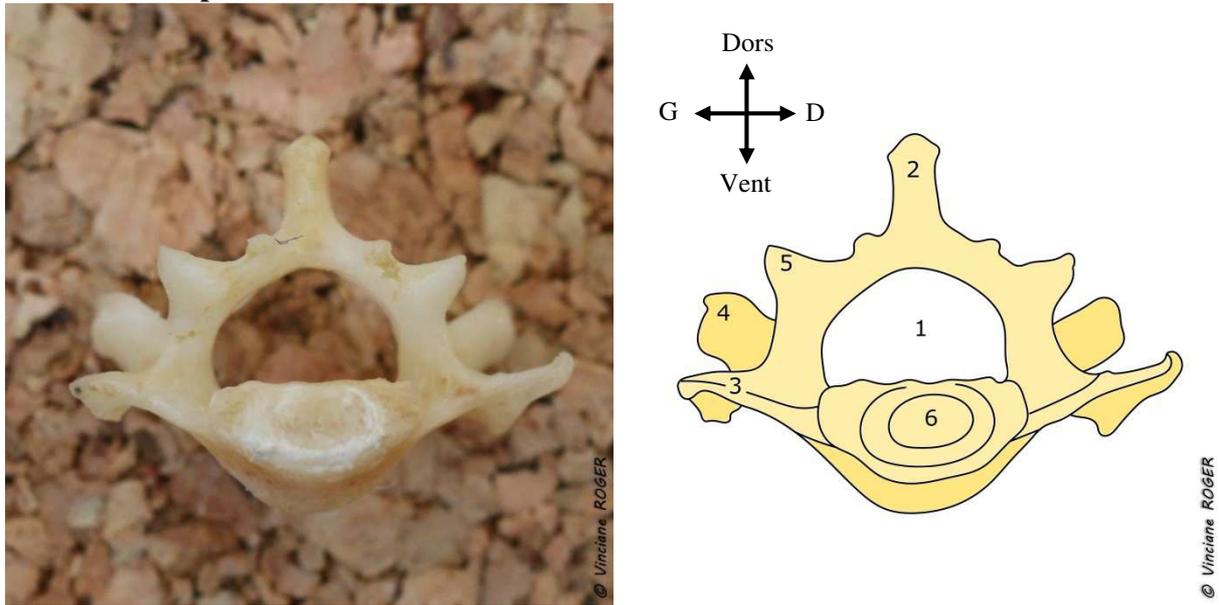
Figure 131 : Septième vertèbre cervicale (C₇) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue crâniale



- 1. Foramen vertébral
- 2. Processus épineux
- 3. Processus transverse

- 4. Surface articulaire crâniale
- 5. Processus articulaire caudal
- 6. Tête de la vertèbre

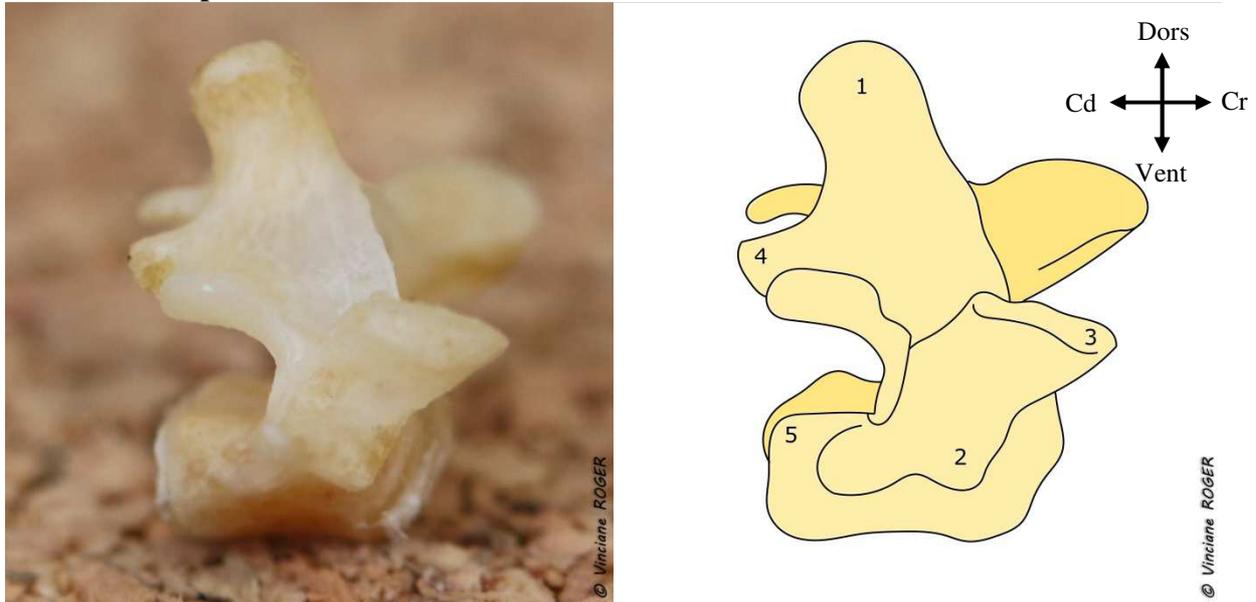
Figure 132 : Septième vertèbre cervicale (C₇) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue caudale



- 1. Foramen vertébral
- 2. Processus épineux
- 3. Processus transverse

- 4. Processus articulaire crânial
- 5. Surface articulaire caudale
- 6. Fosse de la vertèbre

Figure 133 : Septième vertèbre cervicale (C₇) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale droite



- 1. Processus épineux
- 2. Processus transverse
- 3. Surface articulaire crâniale

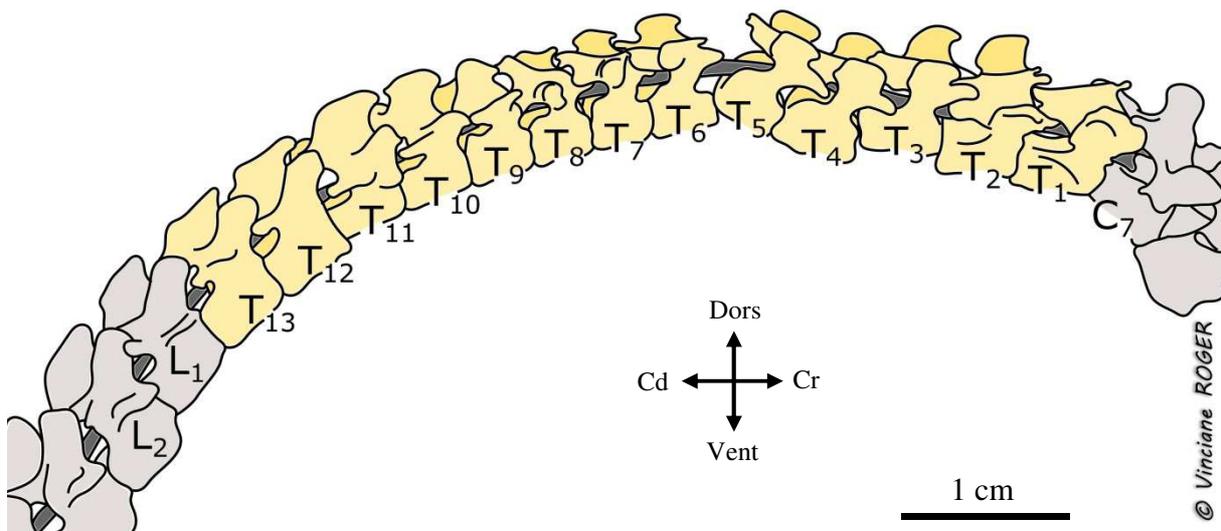
- 4. Processus articulaire caudal
- 5. Fossette articulaire caudale

Commentaires :

Le processus épineux de C₇ est orienté caudalement.

Les vertèbres thoraciques

Figure 134 : Vertèbres thoraciques d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif

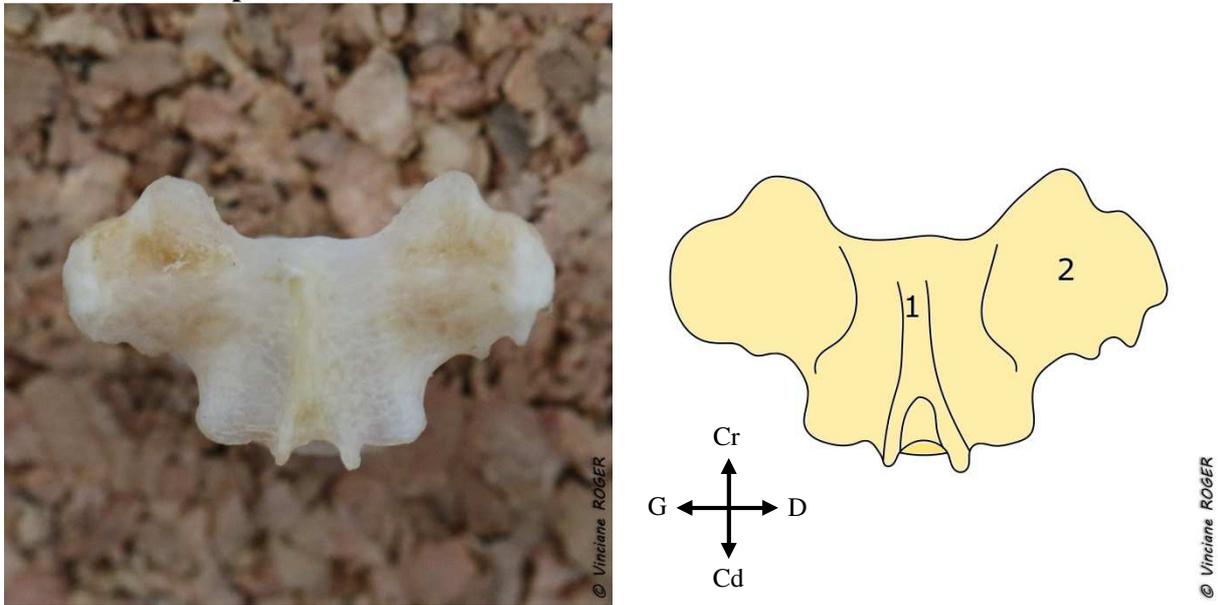


Commentaires :

Le processus épineux se développe entre T7 et T13.

La première vertèbre lombaire (L1) ressemble aux dernières vertèbres thoraciques (T12 et T13).

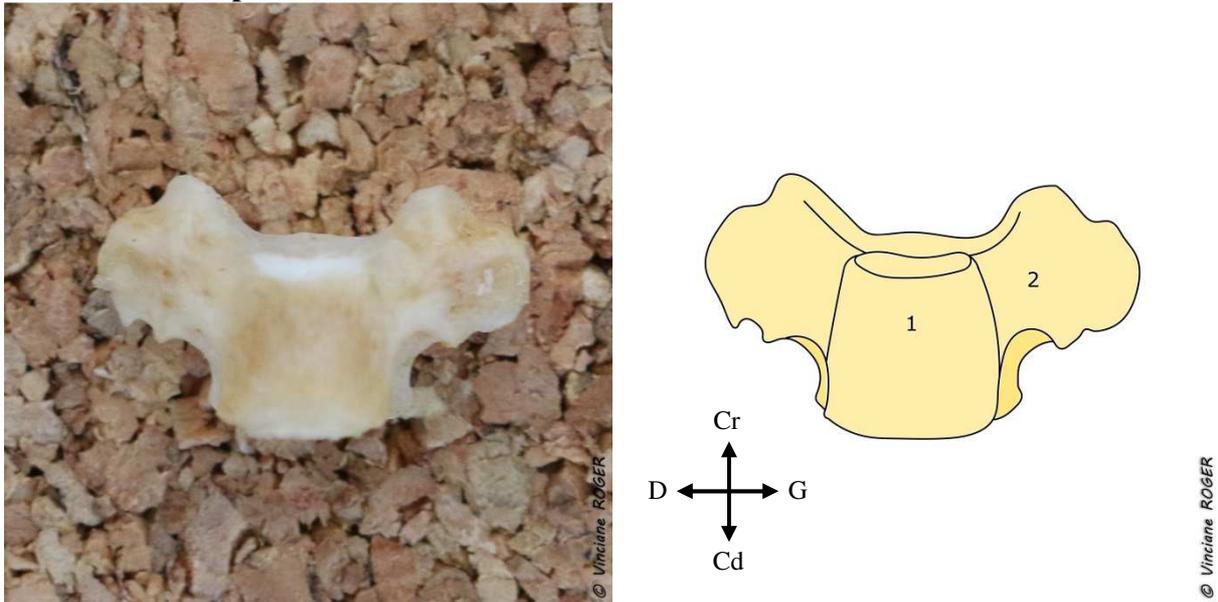
Figure 135 : Première vertèbre thoracique (T₁) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale



1. Processus épineux

2. Processus transverse

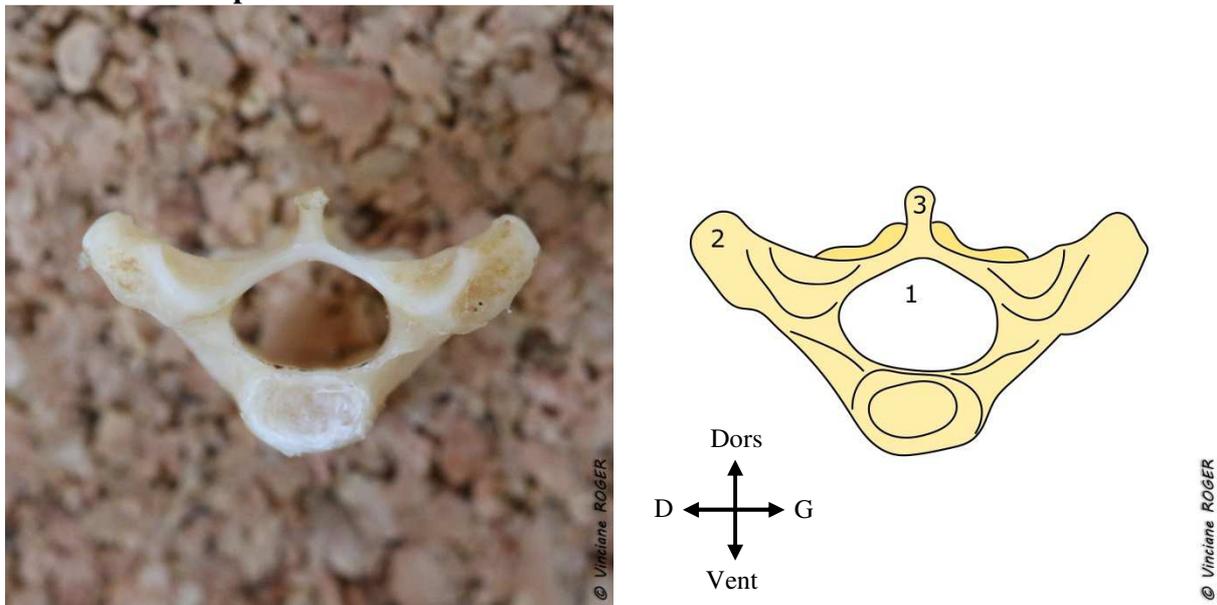
Figure 136 : Première vertèbre thoracique (T₁) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue ventrale



1. Corps de la vertèbre

2. Processus transverse

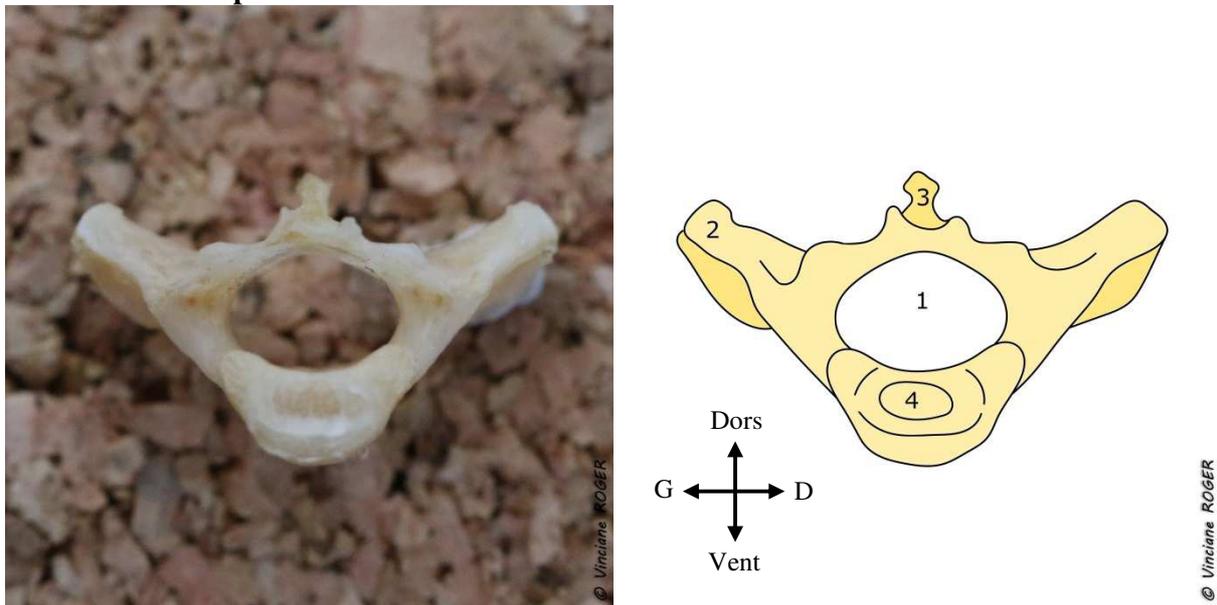
Figure 137 : Première vertèbre thoracique (T₁) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue crâniale



- 1. Foramen vertébral
- 2. Processus transverse

- 3. Processus épineux

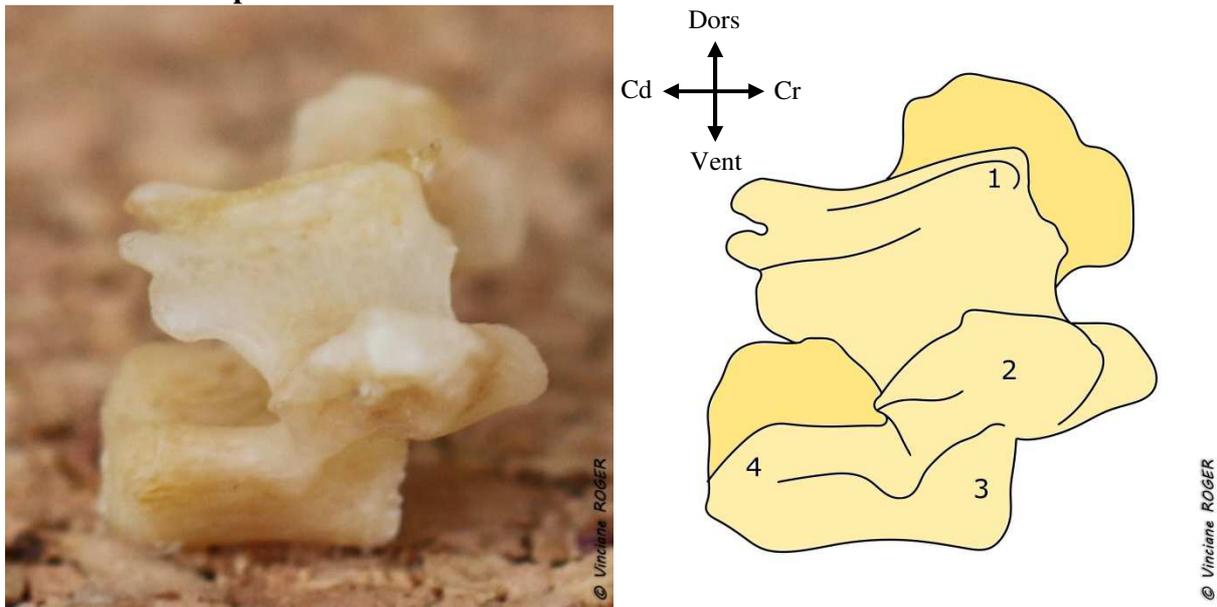
Figure 138 : Première vertèbre thoracique (T₁) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue caudale



- 1. Foramen vertébral
- 2. Processus transverse

- 3. Processus épineux
- 4. Fosse de la vertèbre

Figure 139 : Première vertèbre thoracique (T₁) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale droite



- 1. Processus épineux
- 2. Processus transverse

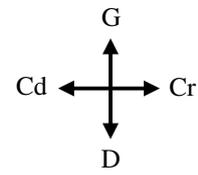
- 3. Fossette articulaire crâniale
- 4. Fossette articulaire caudale

Commentaire :

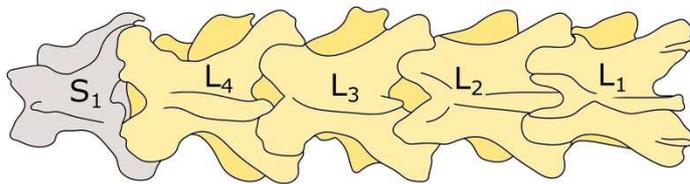
Le processus épineux est très peu développé et uniquement présent en partie crâniale de la vertèbre.

Les vertèbres lombaires

Figure 140 : Vertèbres lombaires d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale

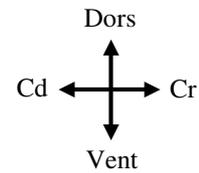


1 cm

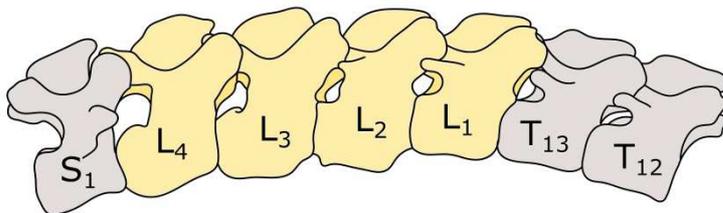


© Vinciane ROGER

Figure 141 : Vertèbres lombaires d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale droite

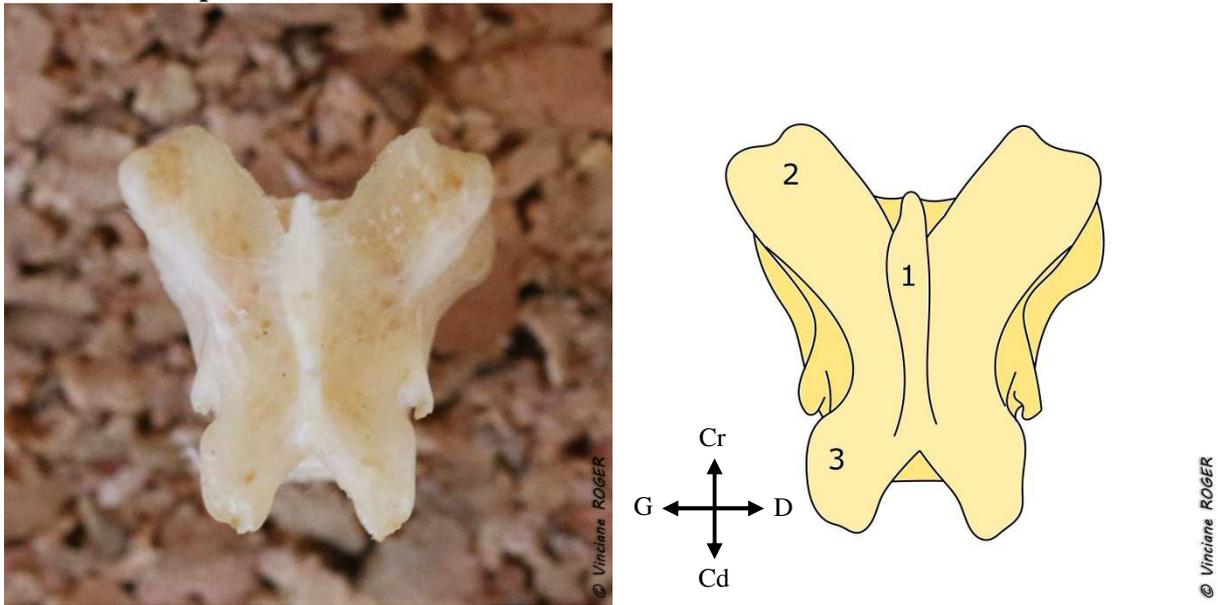


1 cm



© Vinciane ROGER

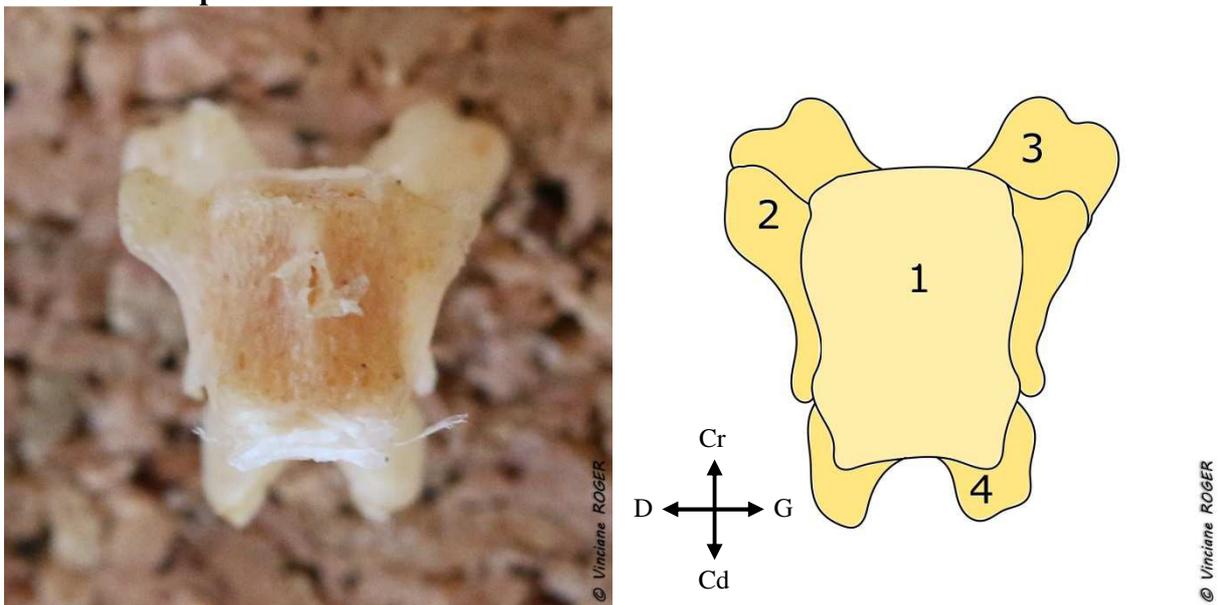
Figure 142 : Deuxième vertèbre lombaire (L₂) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale



- 1. Processus épineux
- 2. Processus mamillaire

- 3. Processus articulaire caudale

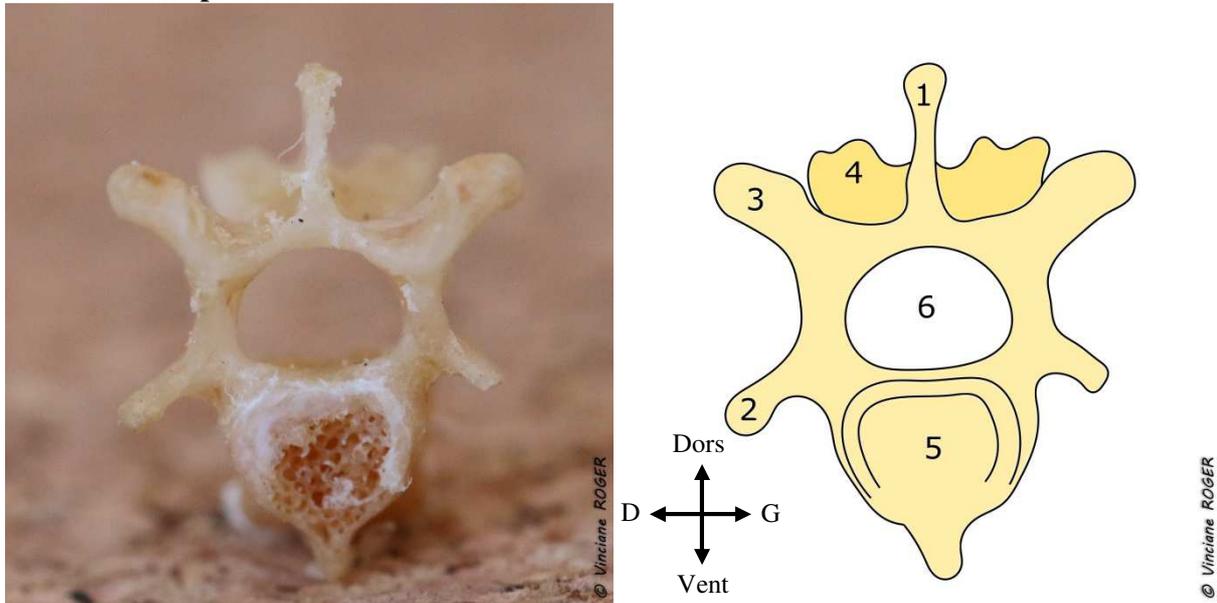
Figure 143 : Deuxième vertèbre lombaire (L₂) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue ventrale



- 1. Corps de la vertèbre
- 2. Processus transverse

- 3. Processus mamillaire
- 4. Processus articulaire caudal

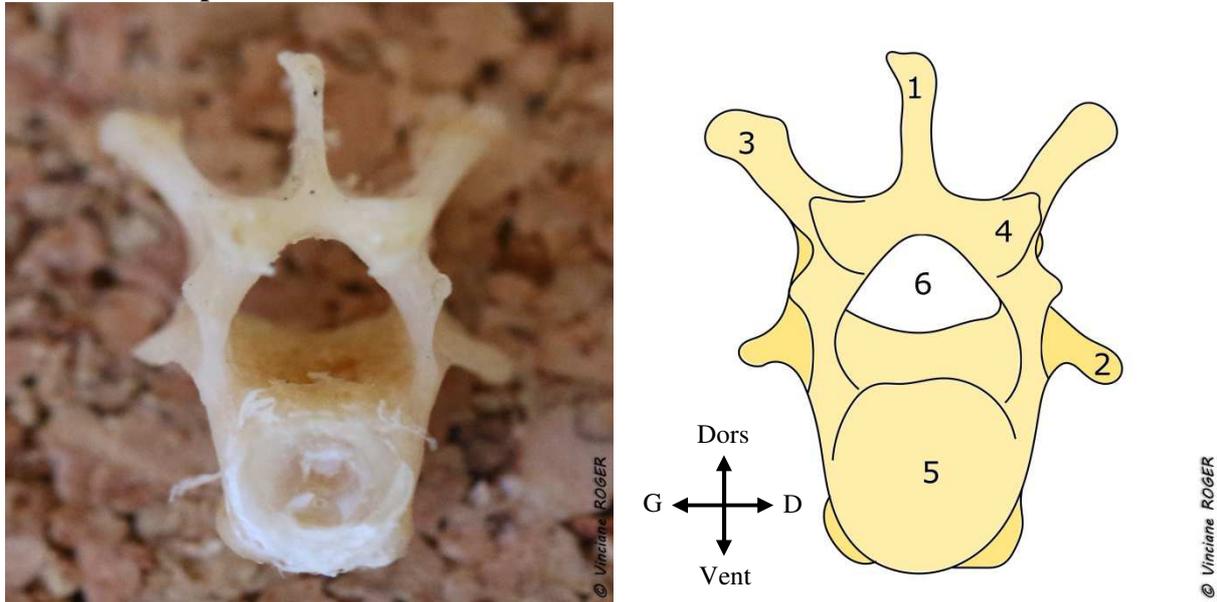
Figure 144 : Deuxième vertèbre lombaire (L₂) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue crâniale



- 1. Processus épineux
- 2. Processus transverse
- 3. Processus mamillaire

- 4. Processus articulaire caudal
- 5. Tête de la vertèbre
- 6. Foramen vertébral

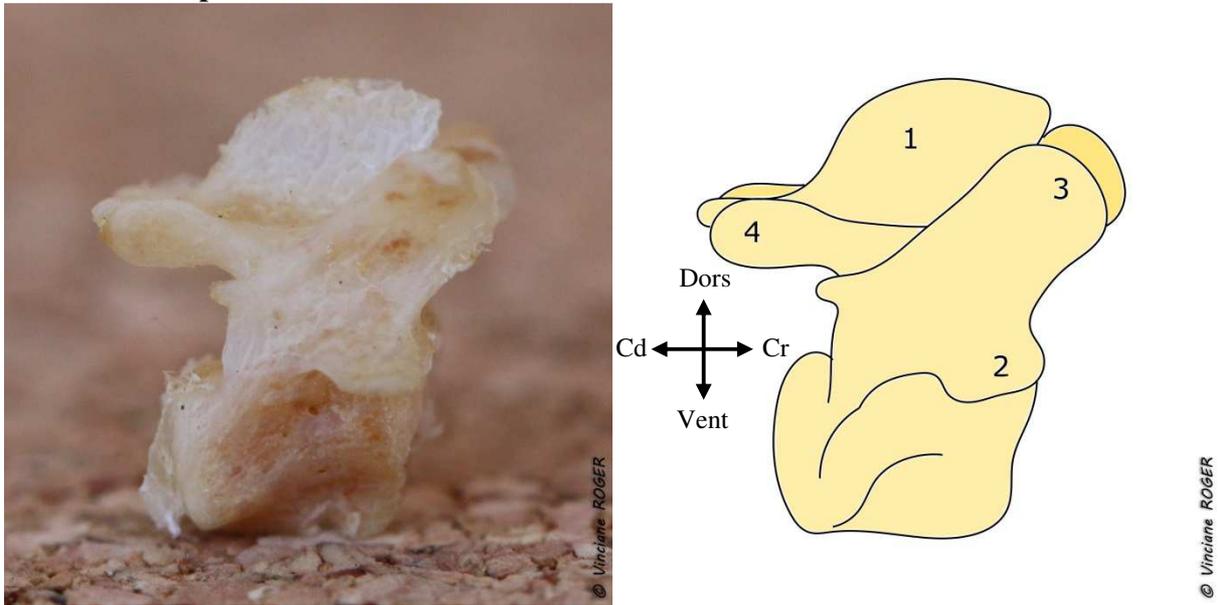
Figure 145 : Deuxième vertèbre lombaire (L₂) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue caudale



- 1. Processus épineux
- 2. Processus transverse
- 3. Processus mamillaire

- 4. Surface articulaire caudale
- 5. Fosse de la vertèbre
- 6. Foramen vertébral

Figure 146 : Deuxième vertèbre lombaire (L₂) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale droite



- 1. Processus épineux
- 2. Processus transverse

- 3. Processus mamillaire
- 4. Surface articulaire caudale

Les vertèbres sacrées

Figure 147 : Vertèbres sacrées (S₁ et sacrum) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale

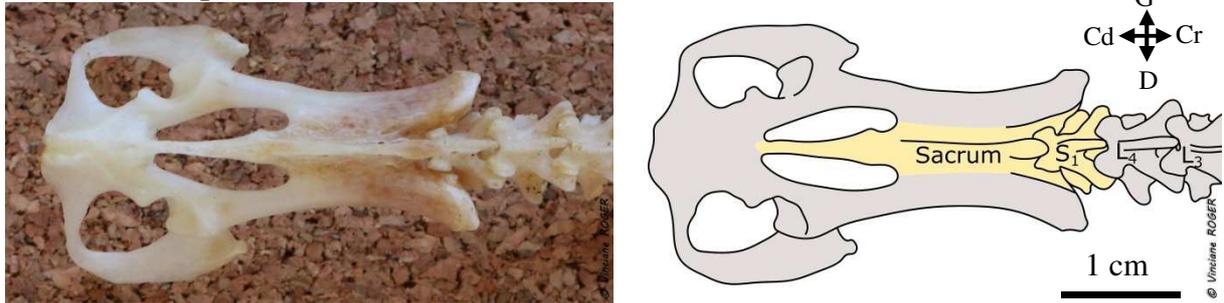


Figure 148 : Vertèbres sacrées (sacrum) d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale

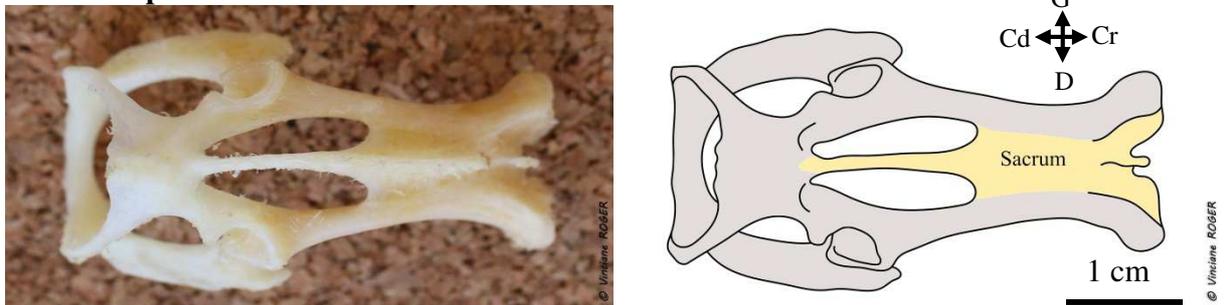


Figure 149 : Vertèbres sacrées (sacrum) d'un jeune individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale

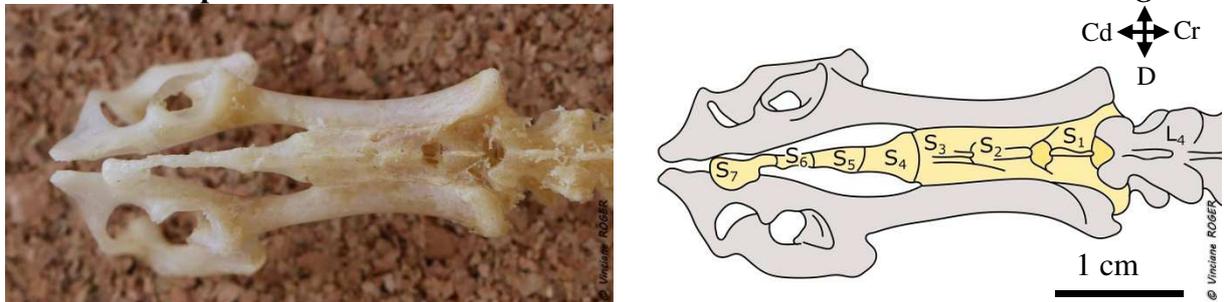


Figure 150 : Vertèbres sacrées (sacrums) d'un jeune individu mâle (JM), d'un individu adulte femelle (AF) et d'un individu adulte mâle (AM) de *Pteropus niger* - Vue dorsale



Figure 151 : Vertèbres sacrées (S_1 et sacrum) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif – A : Ostéologie, B : Radiographie - Vue ventrale

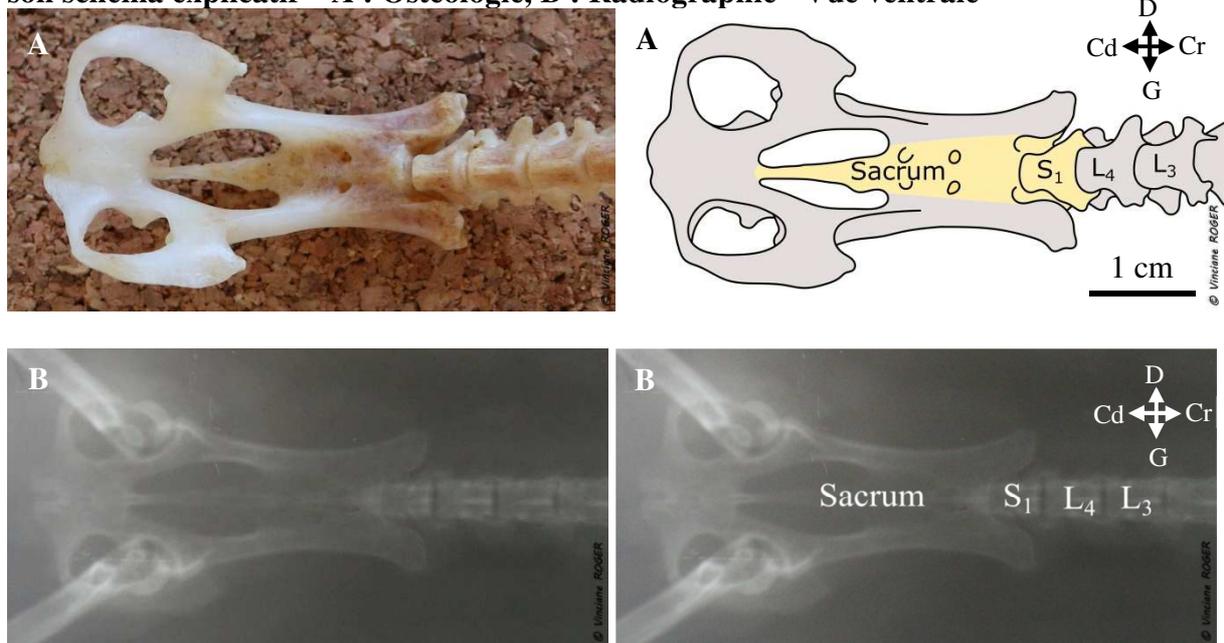


Figure 152 : Vertèbres sacrées (sacrum) d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif – A : Ostéologie, B : Radiographie - Vue ventrale

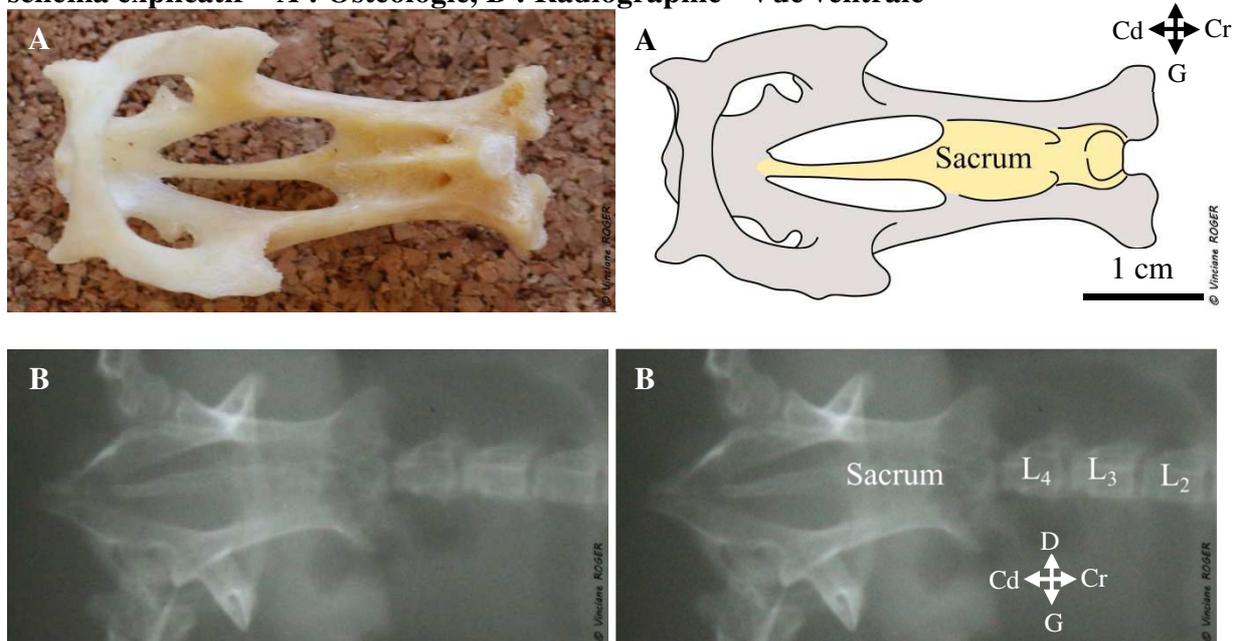


Figure 153 : Vertèbres sacrées (sacrum) d'un jeune individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - A : Ostéologie, B : Radiographie - Vue ventrale

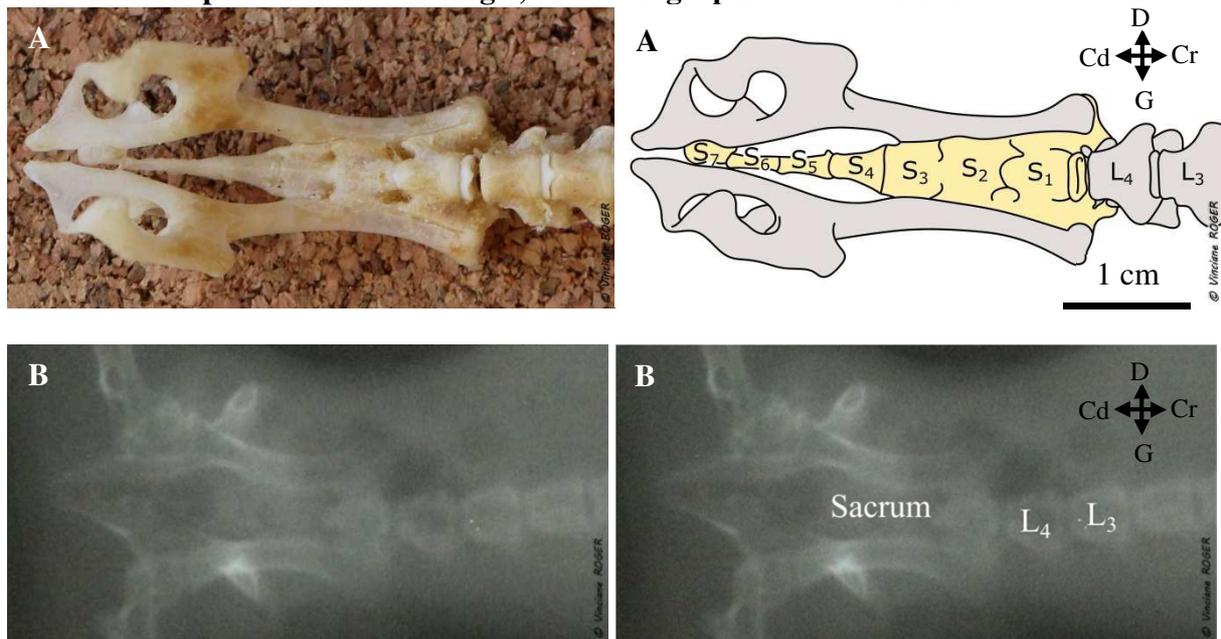


Figure 154 : Vertèbres sacrées (sacrums) d'un jeune individu mâle, d'un individu adulte femelle et d'un individu adulte mâle de *Pteropus niger* - Vue ventrale



Figure 155 : Vertèbres sacrées (S_1 et sacrum) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale droite

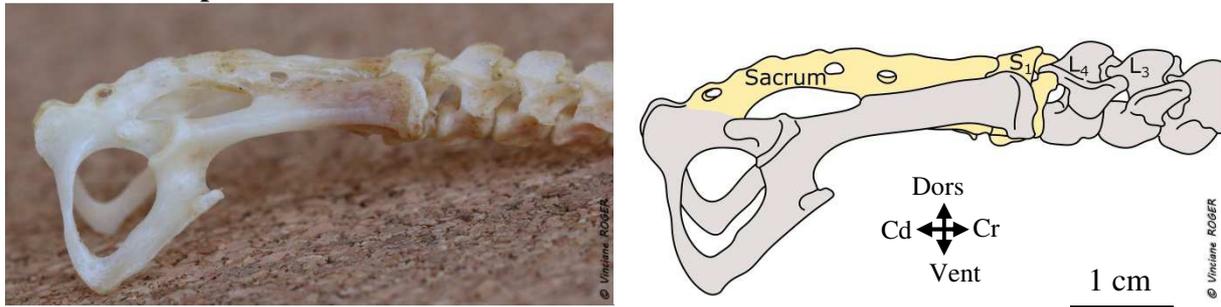


Figure 156 : Vertèbres sacrées (sacrum) d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale droite

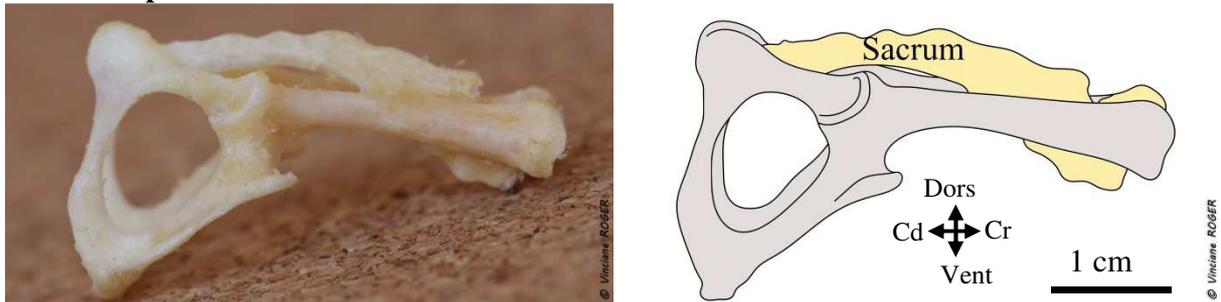
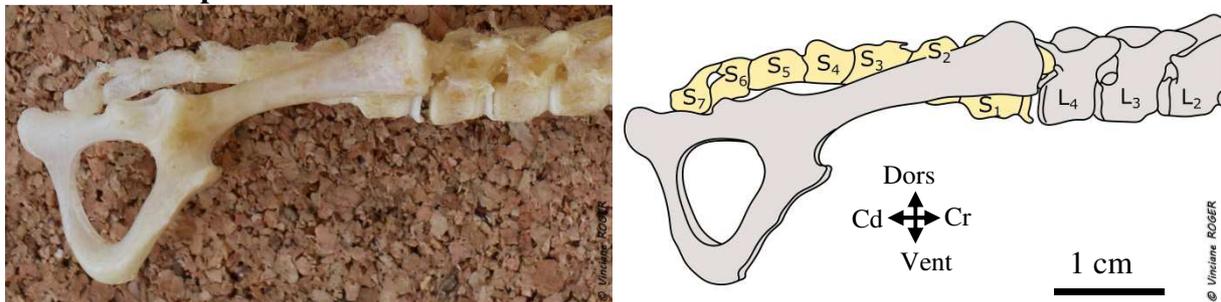


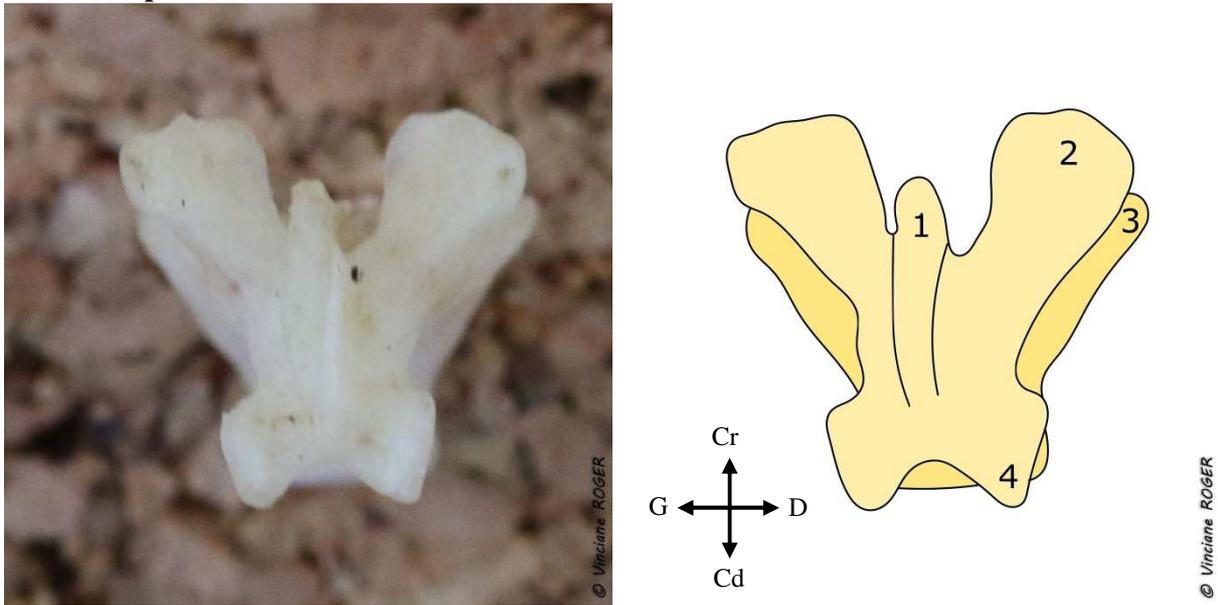
Figure 157 : Vertèbres sacrées (sacrum) d'un jeune individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale droite



Commentaires :

Toutes les vertèbres sacrées du mâle (jeune et adulte) sont fusionnées en un sacrum. Chez la femelle de *Pteropus niger*, les vertèbres sacrées sont fusionnées en un sacrum exceptée la première vertèbre sacrée (S_1). Cette dernière s'articule latéralement avec les deux coxaux, caudalement avec le sacrum et crânialement avec la quatrième vertèbre lombaire (L_4). Le sacrum chez les adultes est fusionné crânialement aux iliums et caudalement aux ischiums. Chez le jeune mâle, la fusion du sacrum sur l'ischium n'est pas encore faite. Par ailleurs, on distingue chez le jeune individu mâle sept vertèbres sacrées constituant le sacrum.

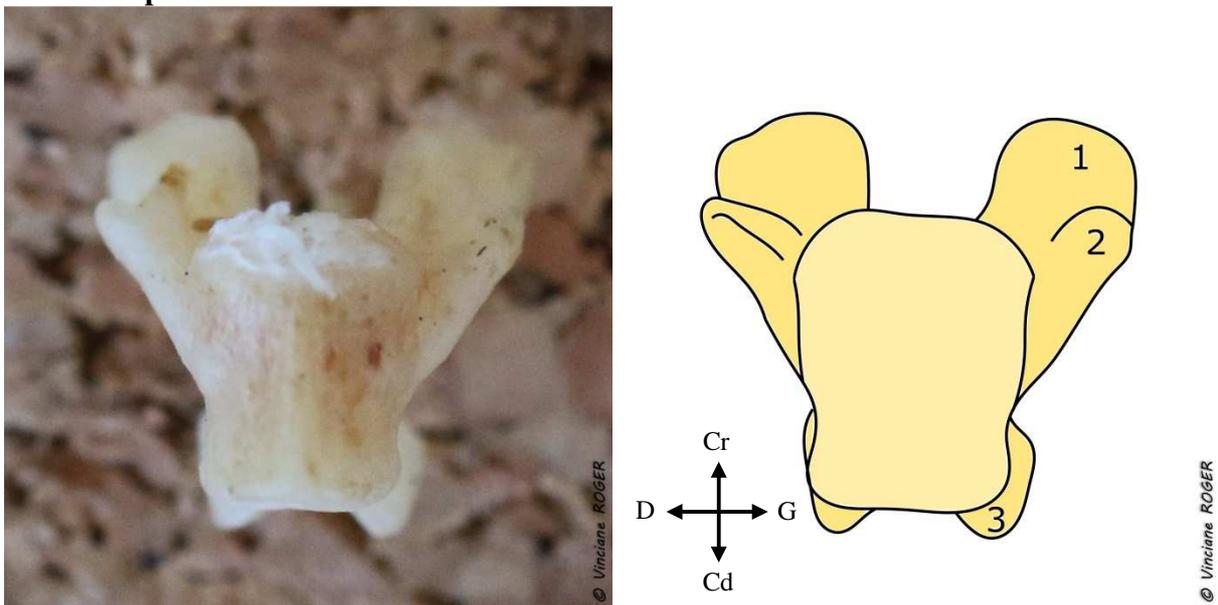
Figure 158 : Première vertèbre sacrée (S₁) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale



- 1. Processus épineux
- 2. Processus mamillaire

- 3. Processus transverse
- 4. Processus articulaire caudal

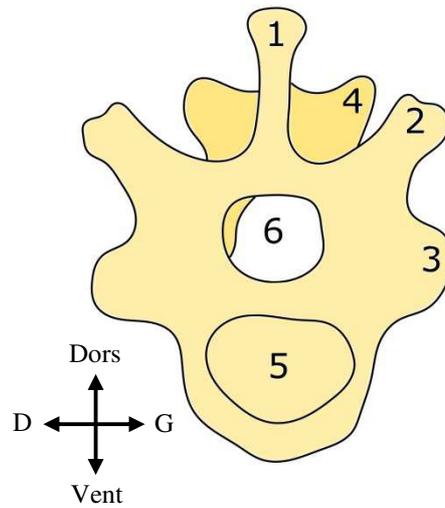
Figure 159 : Première vertèbre sacrée (S₁) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue ventrale



- 1. Processus mamillaire
- 2. Processus transverse

- 3. Processus articulaire caudal

Figure 160 : Première vertèbre sacrée (S₁) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue crâniale

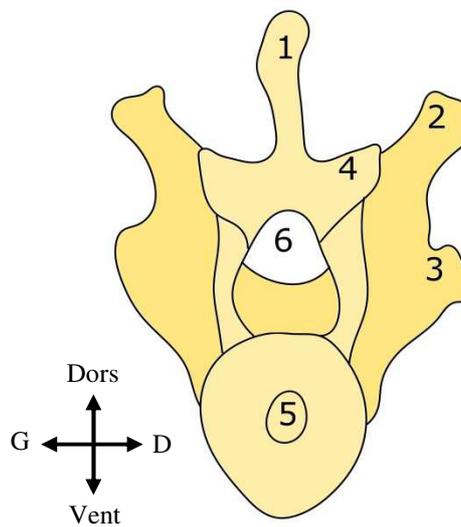


1. Processus épineux
2. Processus mamillaire
3. Processus transverse

4. Processus artriculaire caudal
5. Tête de la vertèbre
6. Foramen vertébral

© Vinciane ROGER

Figure 161 : Première vertèbre sacrée (S₁) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue caudale

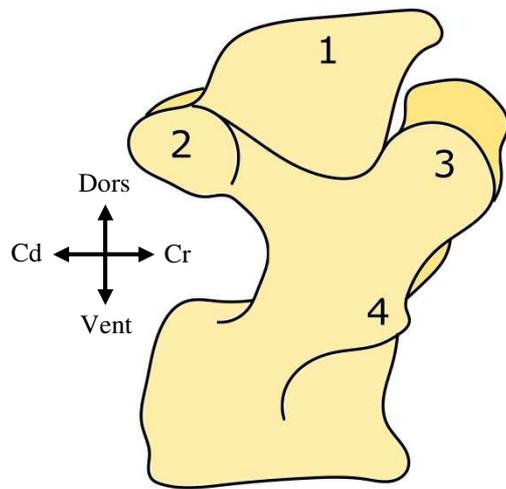


1. Processus épineux
2. Processus mamillaire
3. Processus transverse

4. Surface artriculaire caudale
5. Fosse de la vertèbre
6. Foramen vertébral

© Vinciane ROGER

Figure 162 : Première vertèbre sacrée (S_1) d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale droite



1. Processus épineux
2. Surface articulaire caudale

3. Processus mamillaire
4. Processus transverse

Les côtes

Figure 163 : Côtes d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale gauche

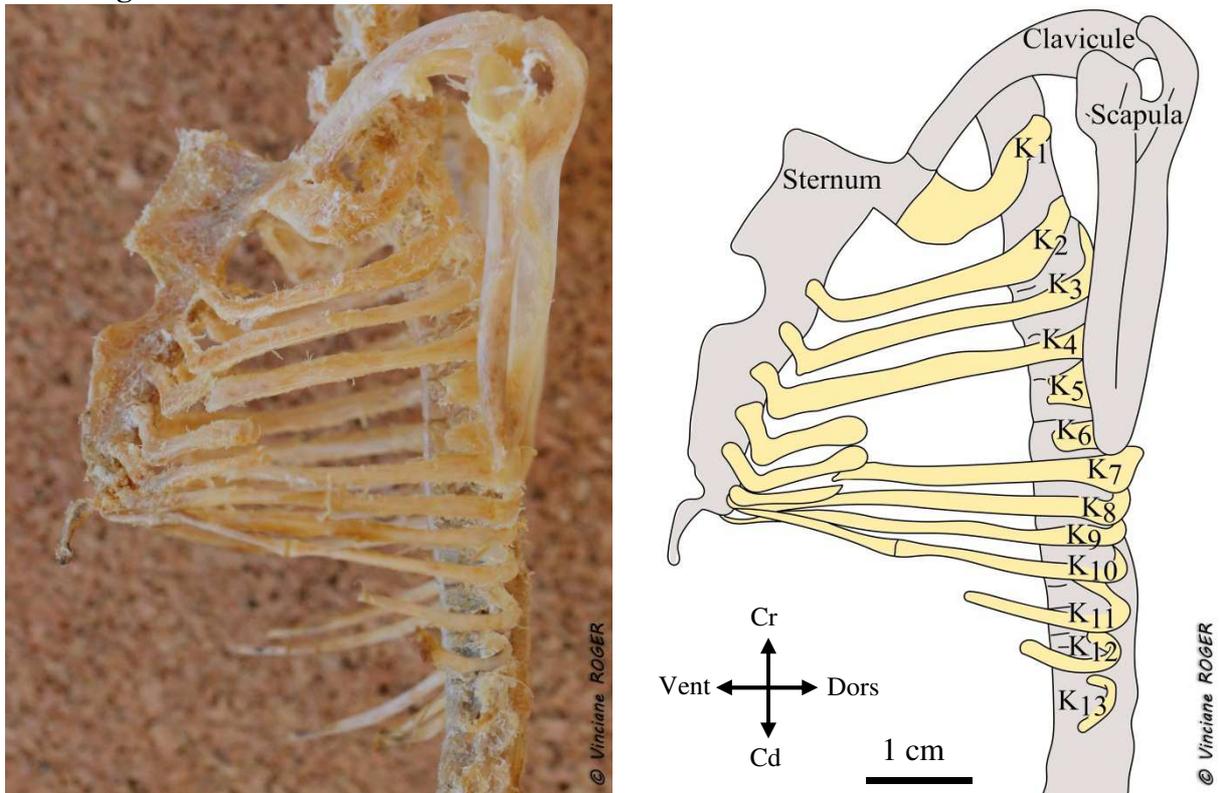


Figure 164 : Côtes d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale

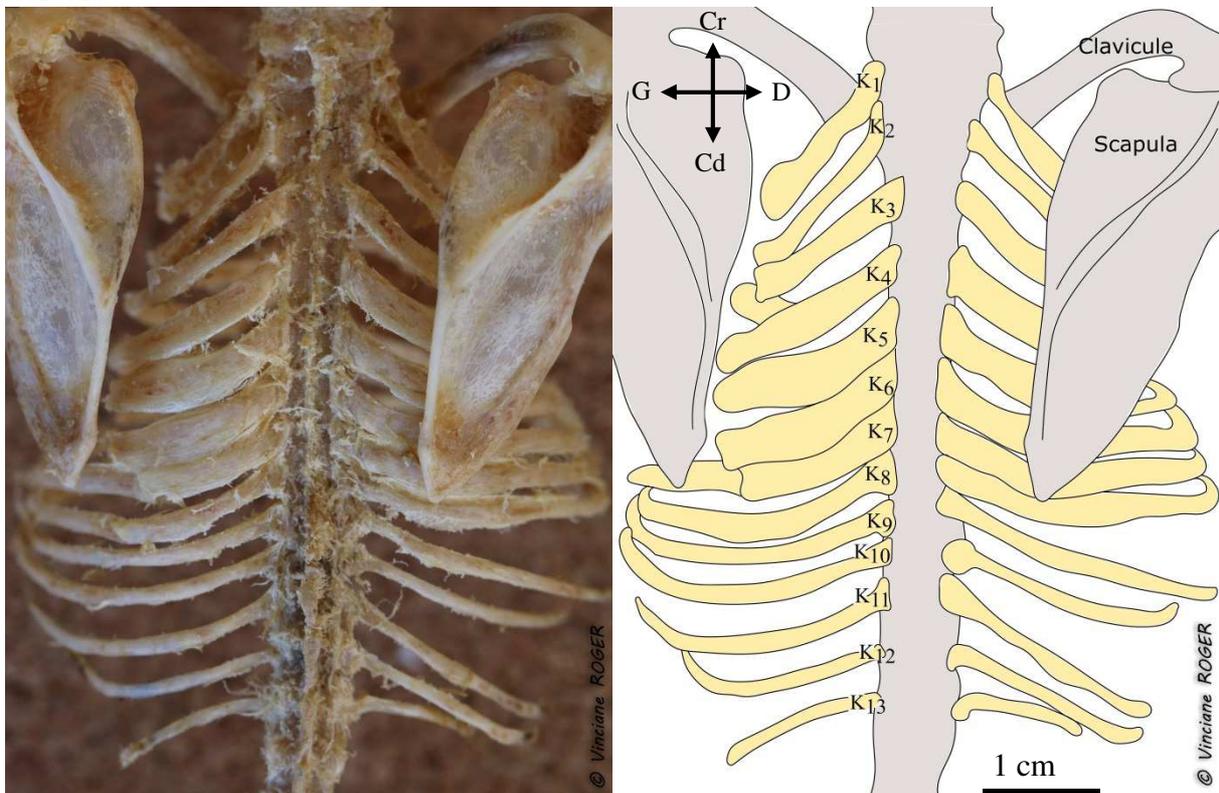


Figure 165 : Côtes d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif –
 A : Ostéologie, individu femelle ; B : Radiographie, individu mâle - Vue ventrale

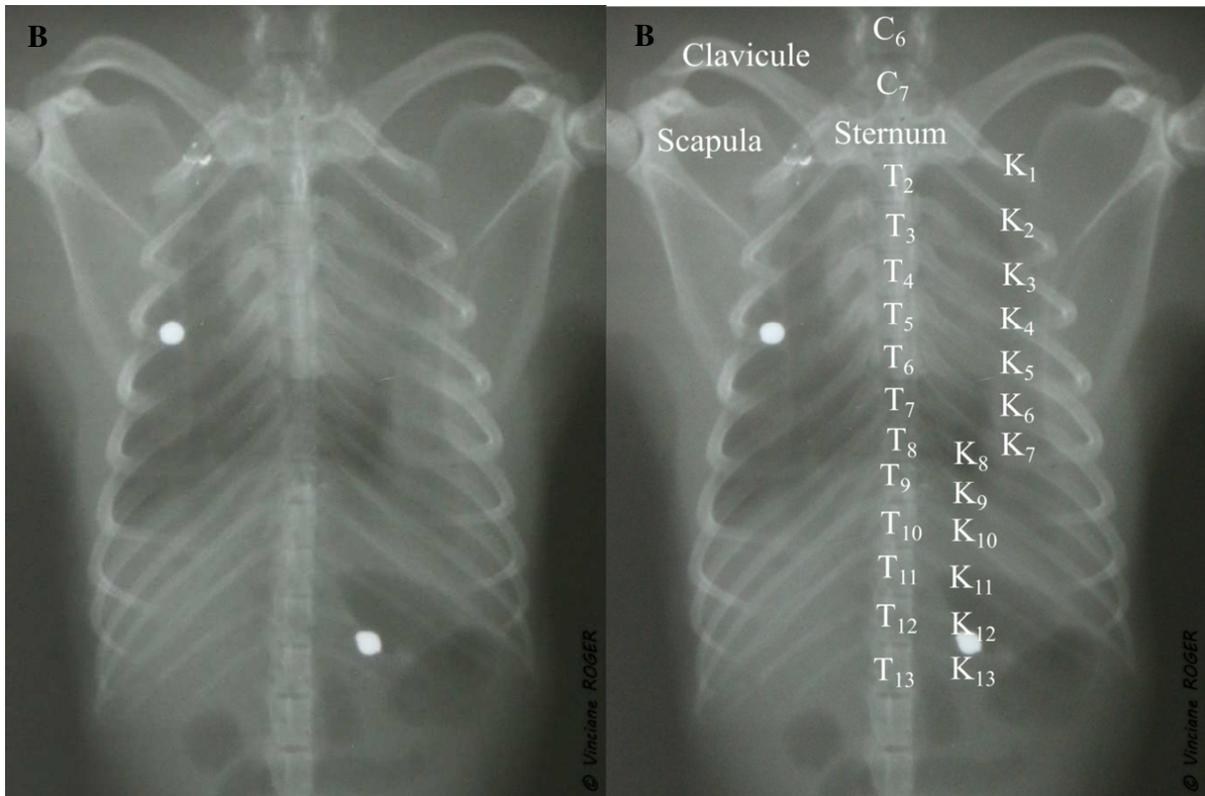
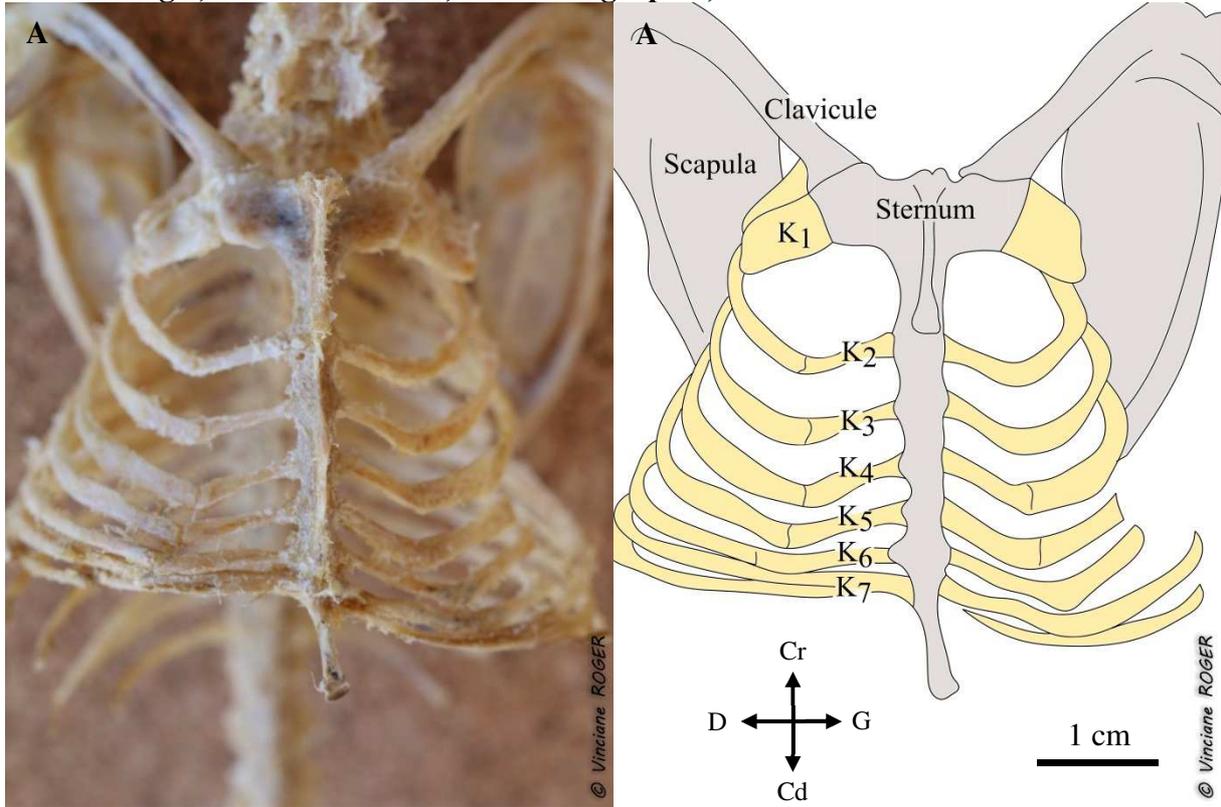


Figure 166 : Quatrième paire de côtes et vertèbre thoracique d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue crâniale

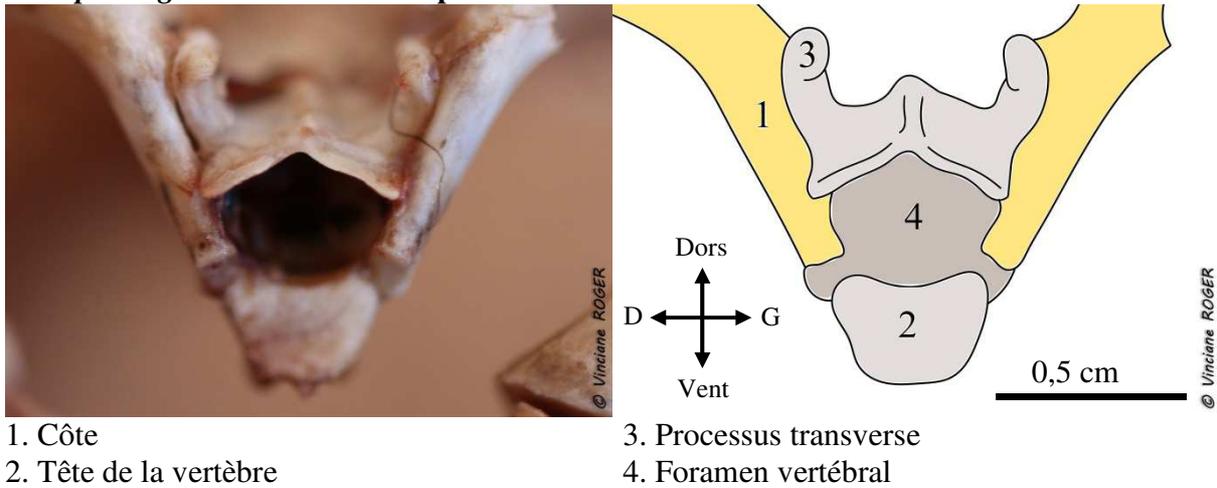


Figure 167 : Points d'insertion des côtes d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue ventrale

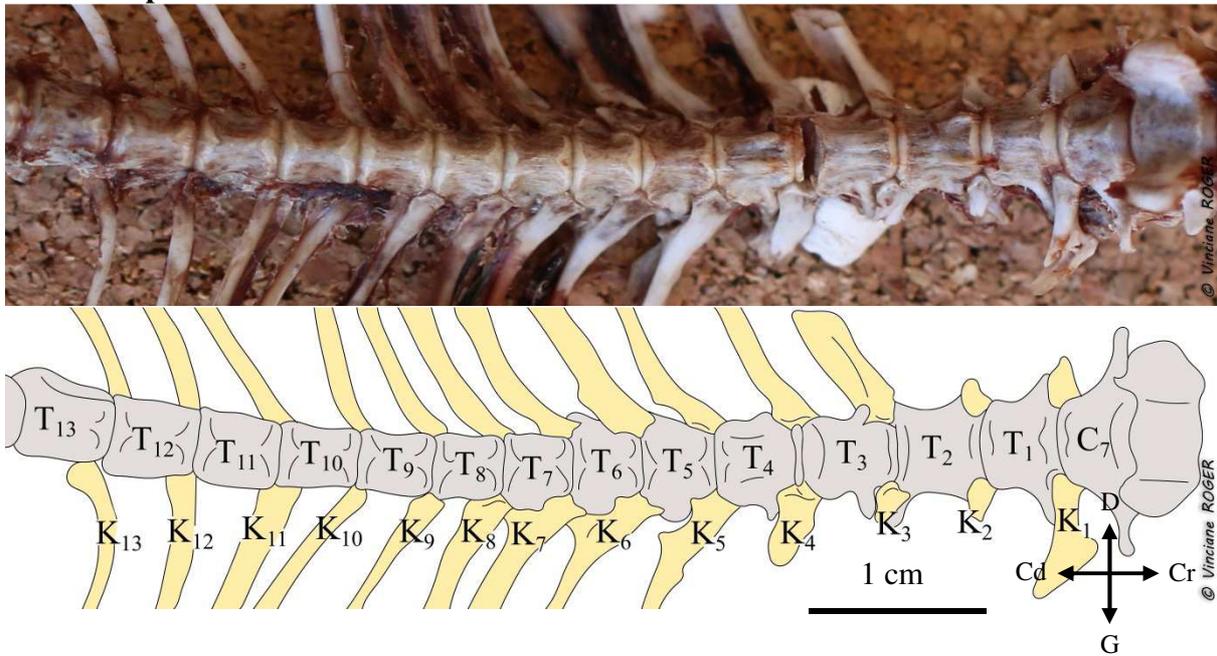
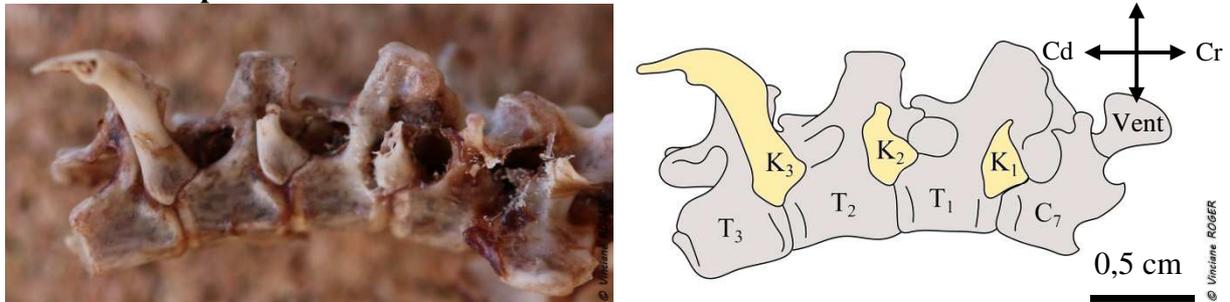


Figure 168 : Points d'insertion des côtes 1 à 3 d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale droite



Sternum

Figure 169 : Sternum d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale

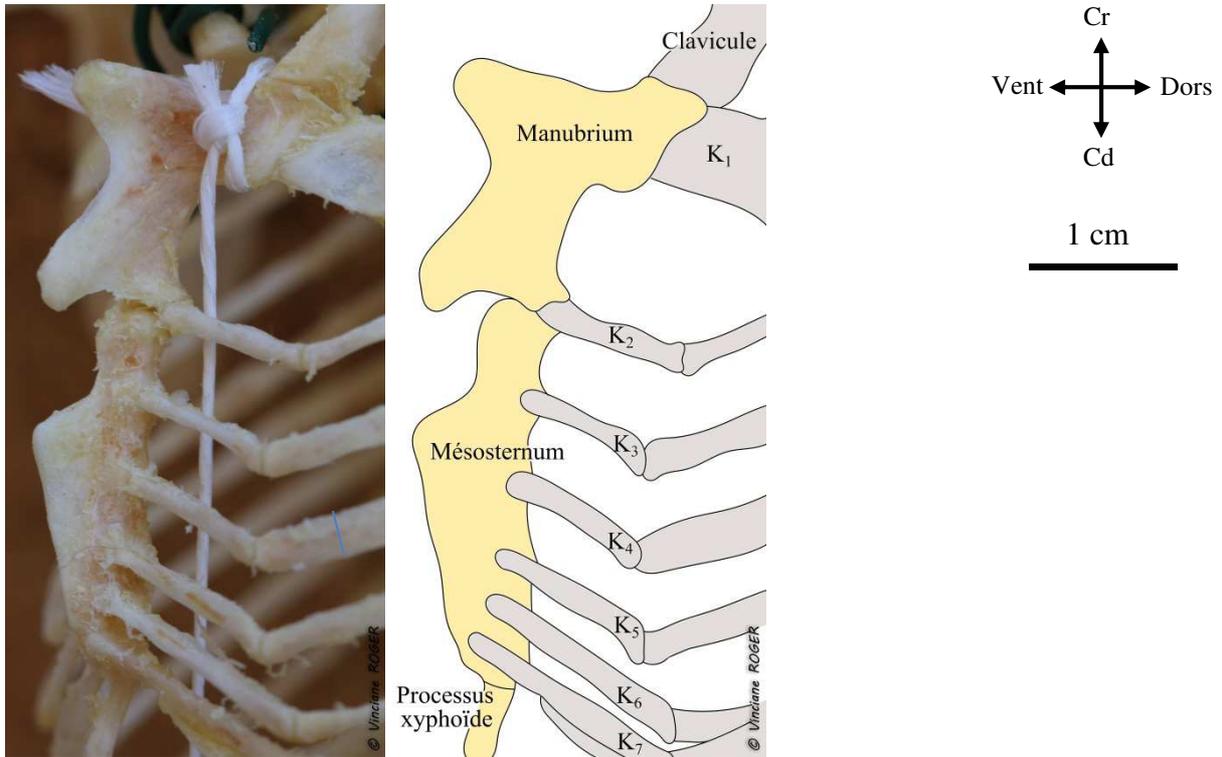


Figure 170 : Sternum d'un jeune individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue ventrale

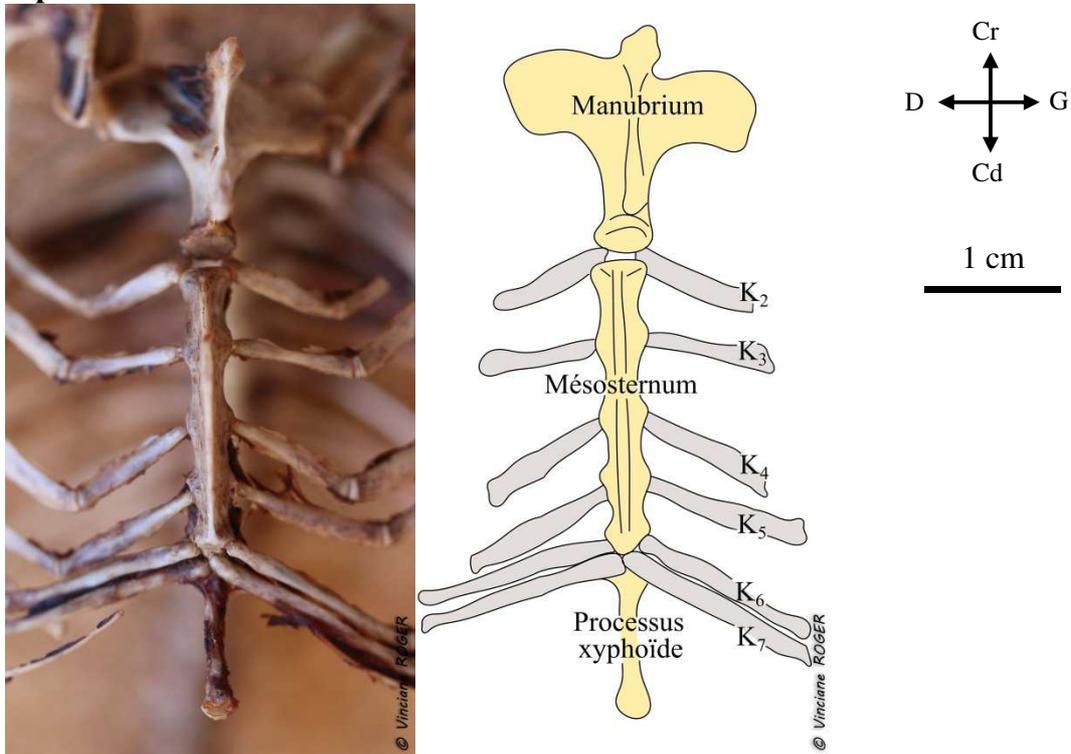
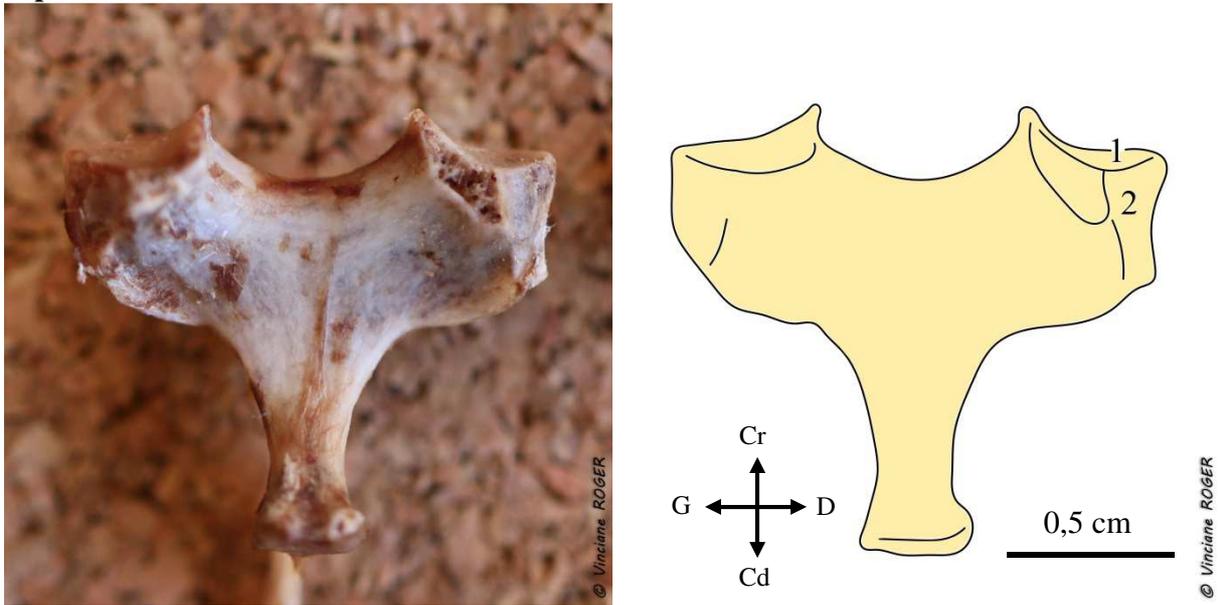


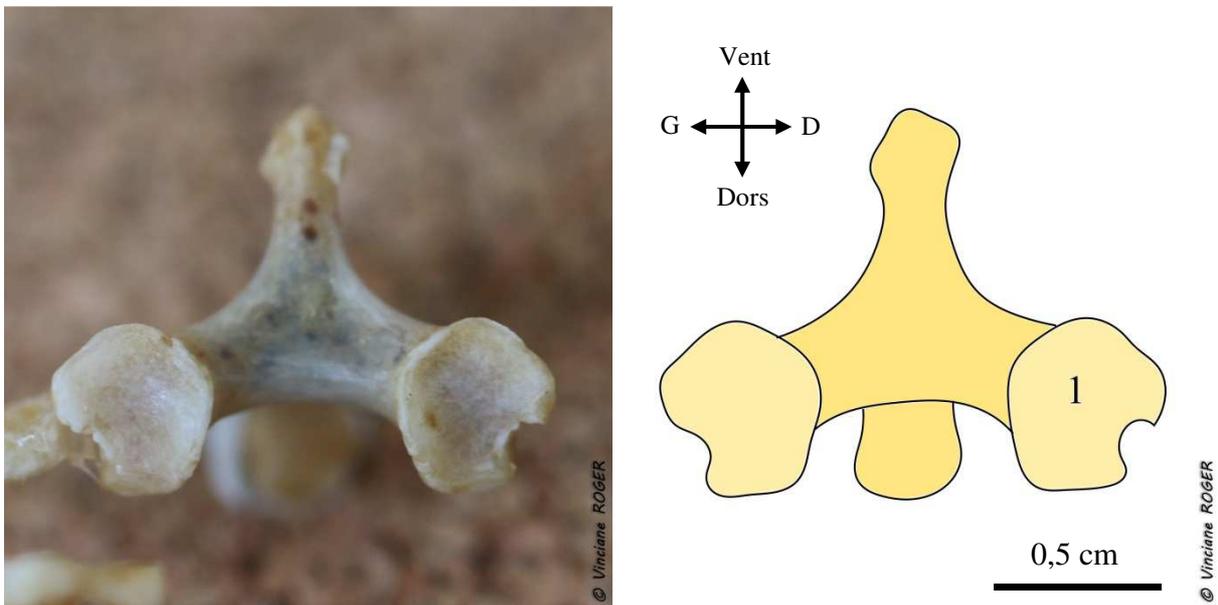
Figure 171 : Manubrium d'un jeune individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale



1. Surface articulaire de la clavicule

2. Surface articulaire de la 1^{ère} côte

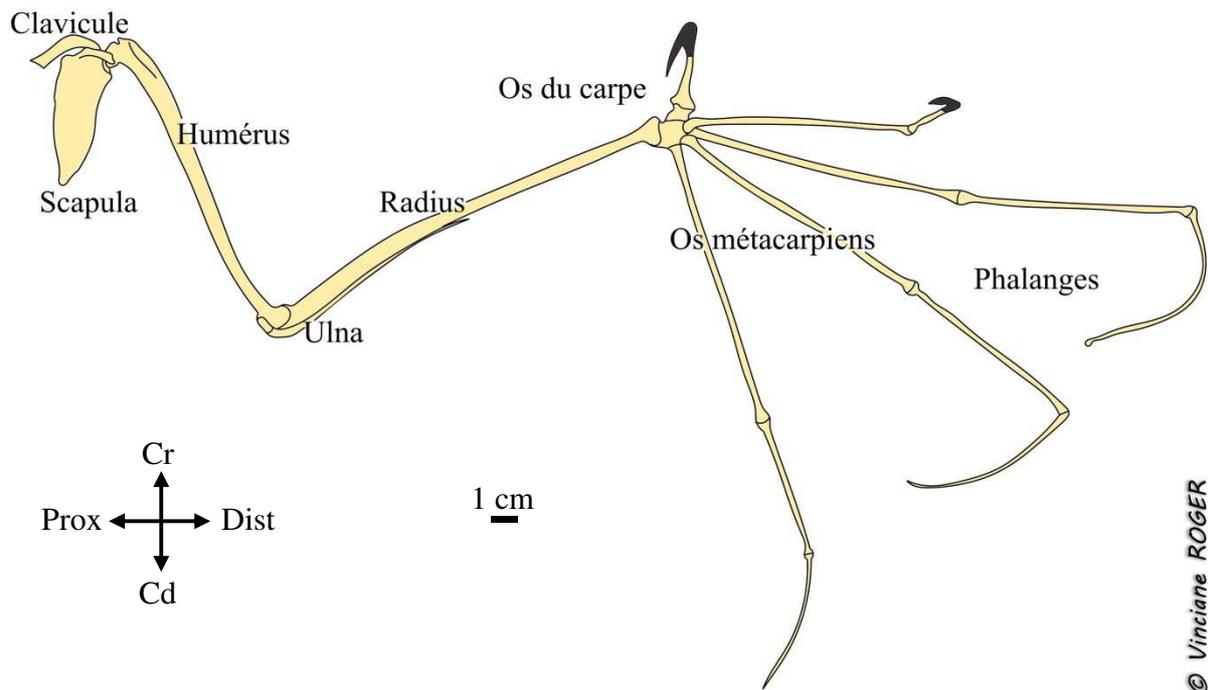
Figure 172 : Sternum d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue crâniale



1. Surface articulaire de la clavicule

Le membre thoracique

Figure 173 : Membre thoracique gauche d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif – Vue ventrale



Commentaires:

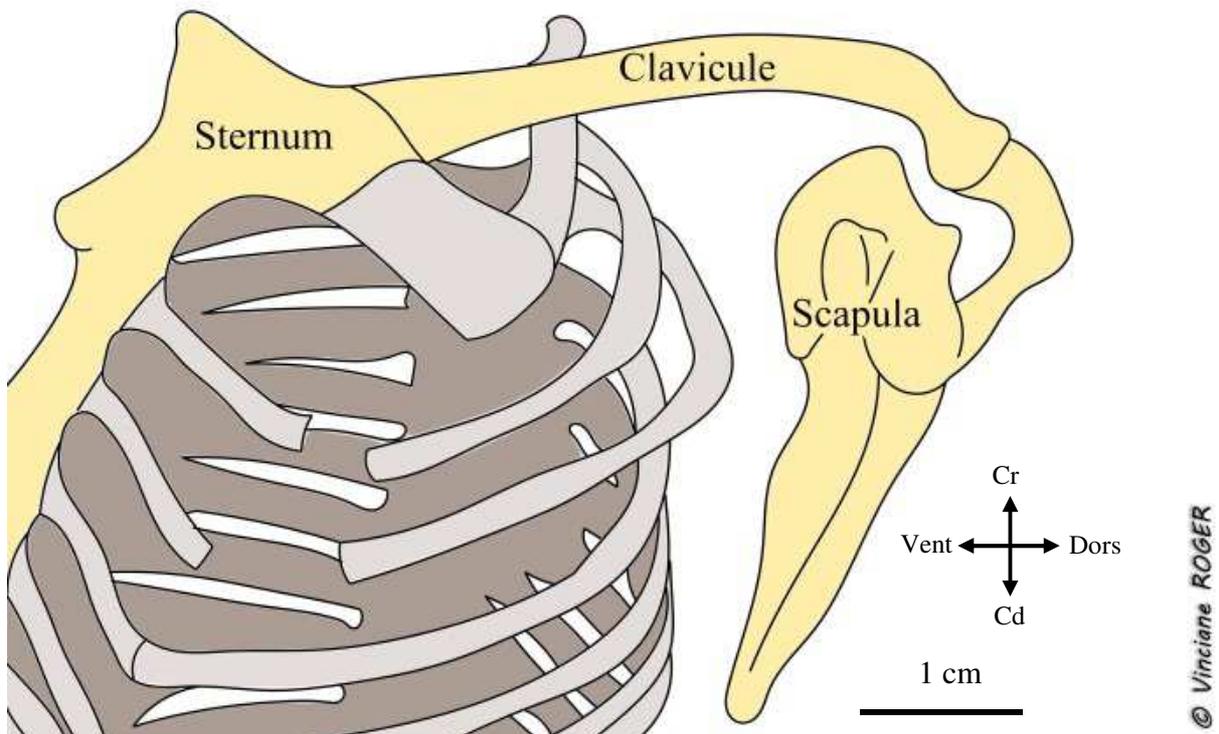
L'épaule, constituée de la clavicule et la scapula, permet l'attache du membre au thorax.

La scapula est située dorsalement au corps, dans le plan frontal (ou dorsal).

L'ulna est rudimentaire et s'étend jusqu'à la moitié du radius.

Les articulations de la clavicule

Figure 174 : Articulations de la clavicule gauche d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif – Vue latérale



Commentaires :

La clavicule est impliquée dans deux articulations. Elle s'articule proximale-ment avec le processus latéral du manubrium du sternum et distale-ment avec la scapula. La clavicule est orientée ventro-dorsalement.

La clavicule

Figure 175 : Clavicule gauche d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif – Vue crâniale

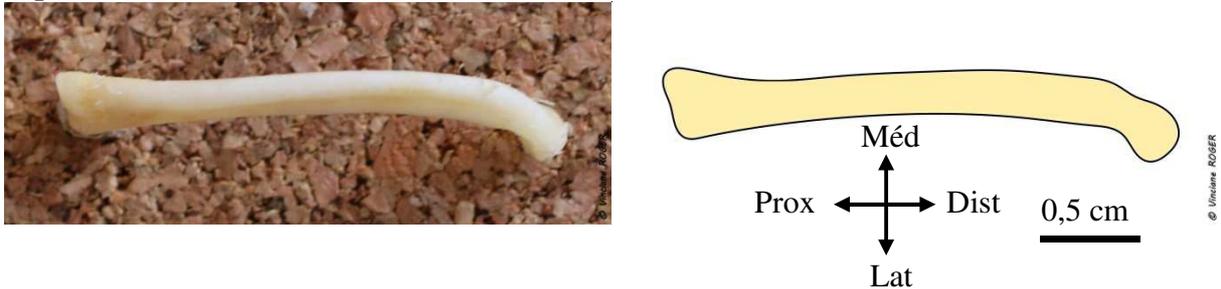


Figure 176 : Clavicule gauche d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif – Vue caudale

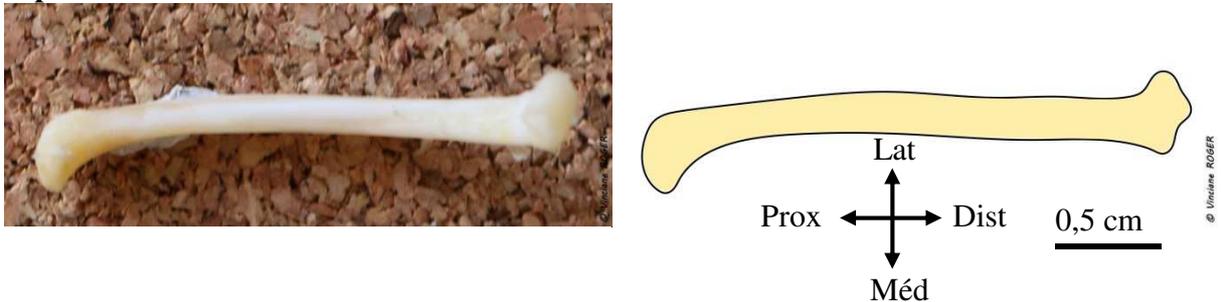


Figure 177 : Clavicule gauche d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif – Vue latérale

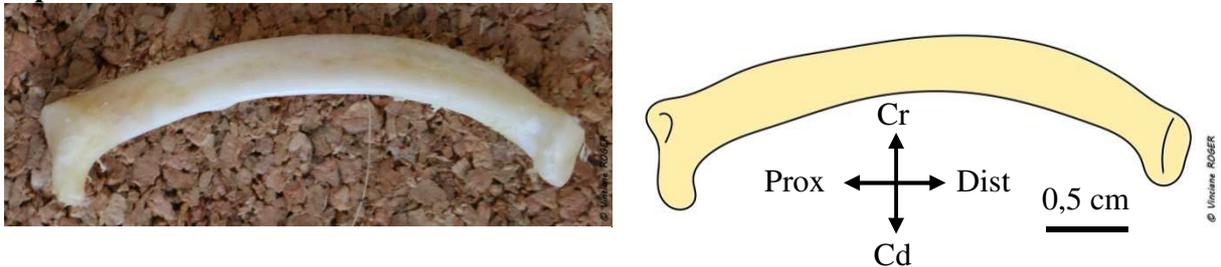
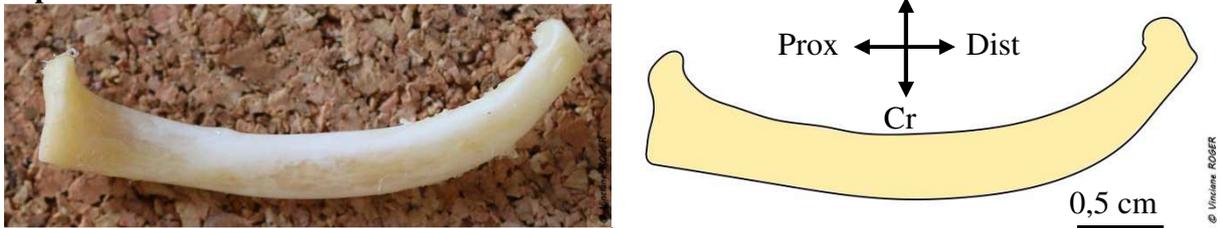


Figure 178 : Clavicule gauche d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif – Vue médiale



Commentaire sur la clavicule :

La clavicule est légèrement incurvée et est aplatie latéralement.

La scapula

Figure 179 : Scapula gauche d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale

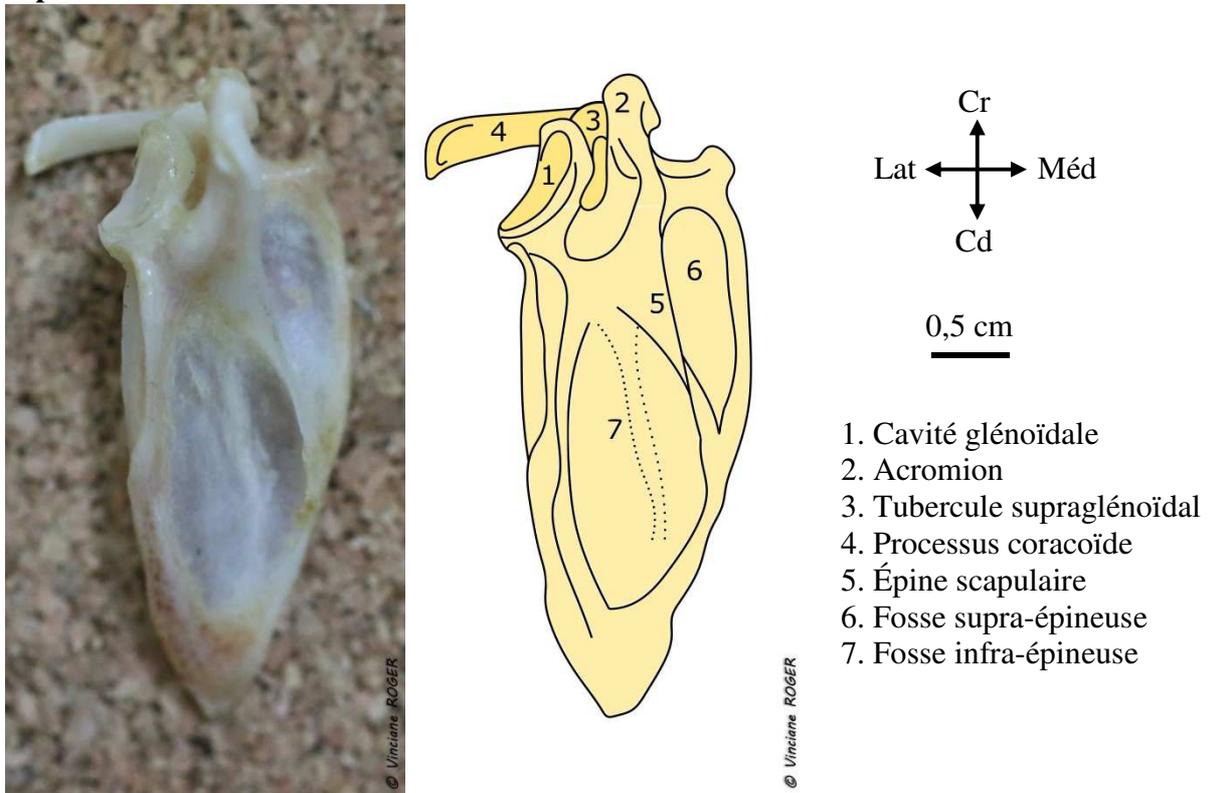


Figure 180 : Scapula gauche d'un jeune individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale

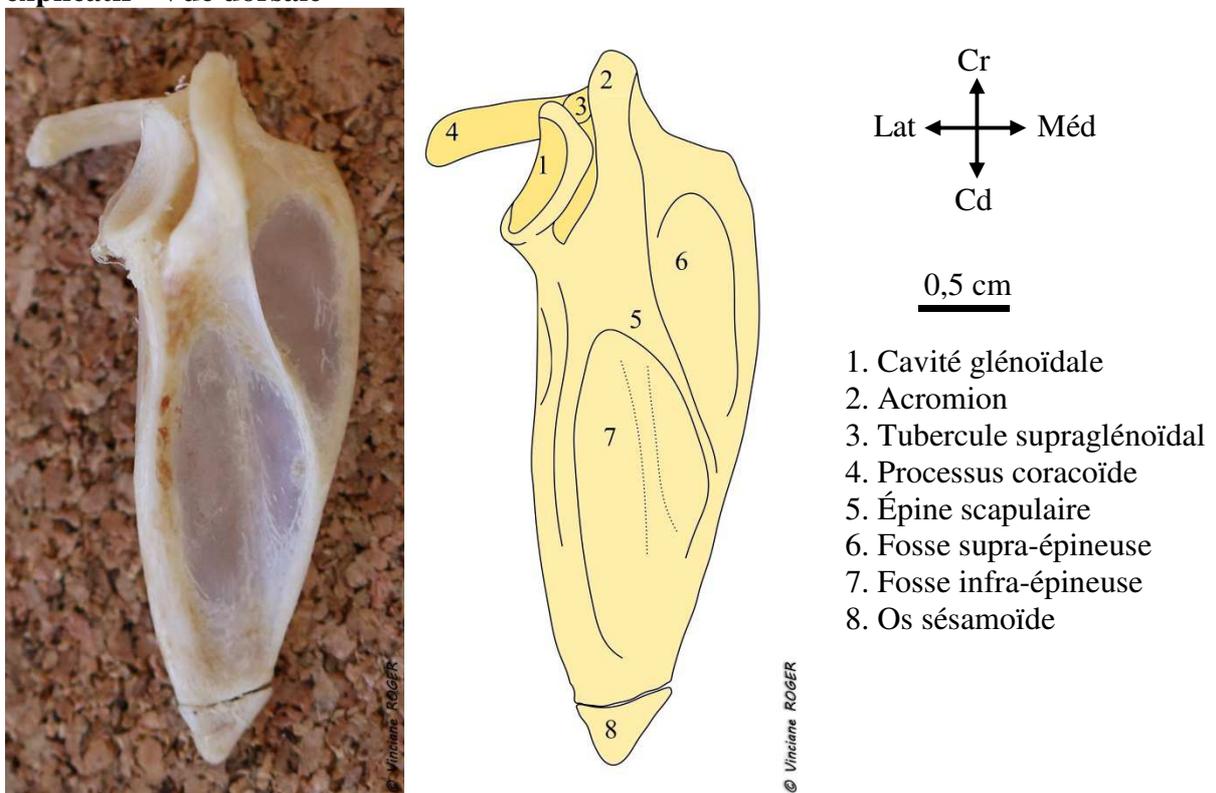
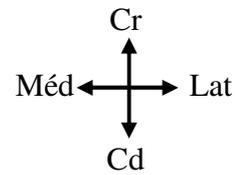
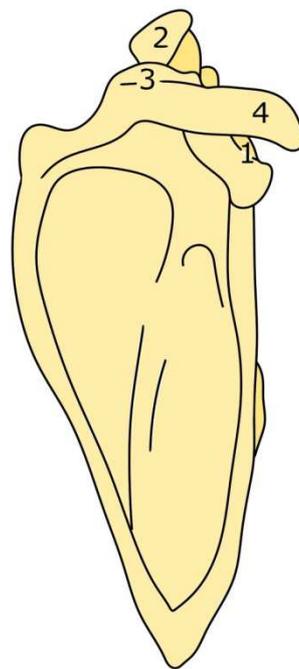


Figure 181 : Scapula gauche d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue ventrale

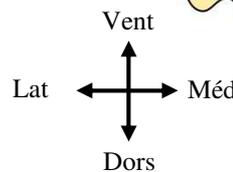
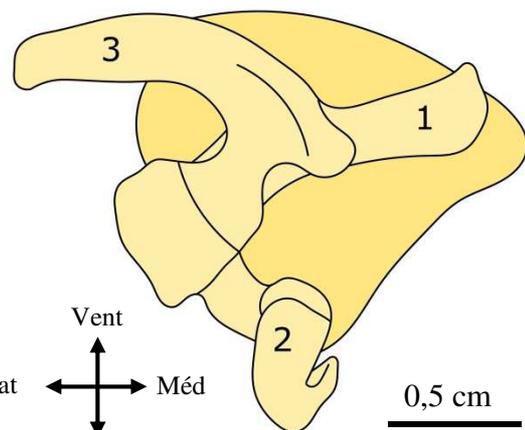


0,5 cm

- 1. Cavité glénoïdale
- 2. Acromion
- 3. Tubercule supraglénoidal
- 4. Processus coracoïde

© Vinciane ROGÉ

Figure 182 : Scapula gauche d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue crâniale

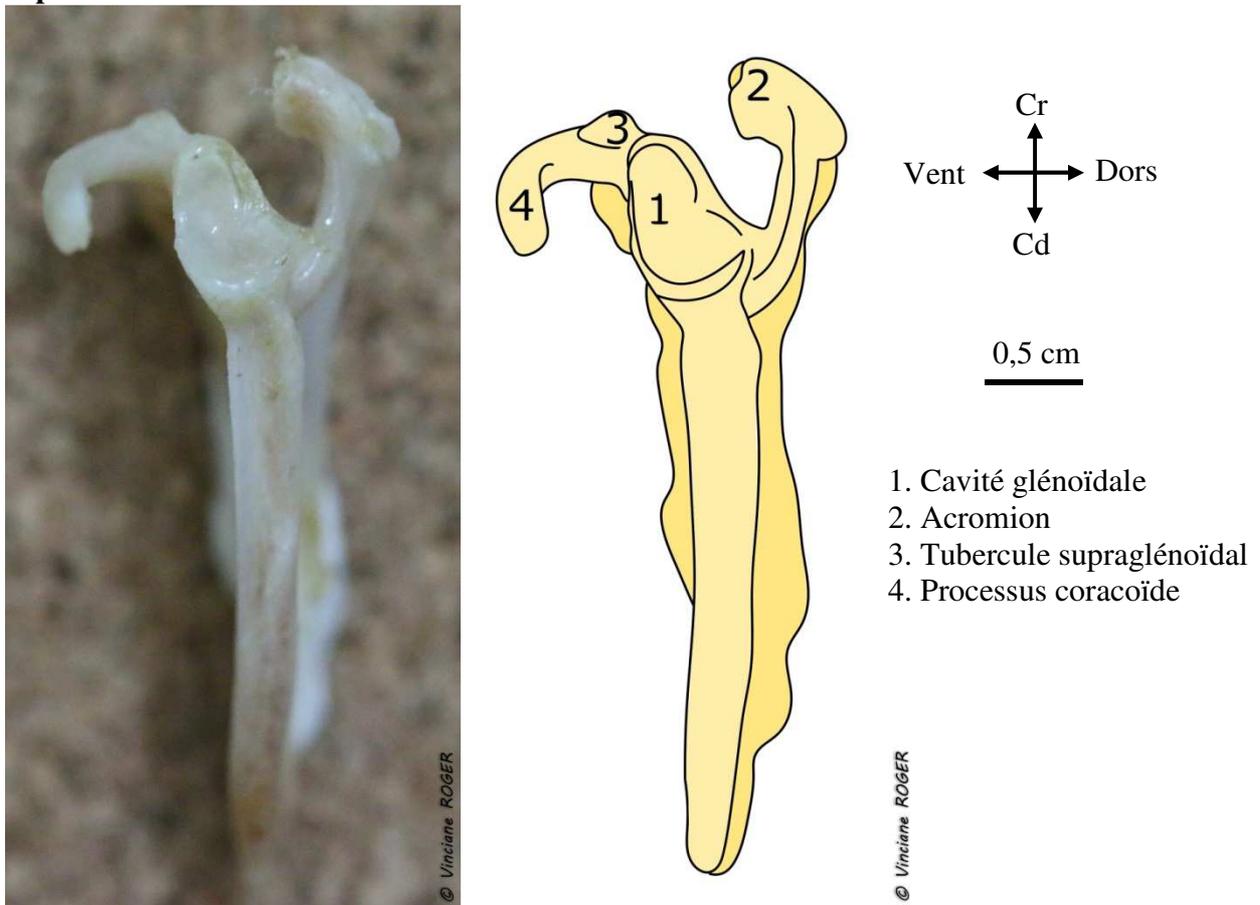


0,5 cm

- 1. Bord crânial de la scapula
- 2. Acromion

- 3. Processus coracoïde

Figure 183 : Scapula gauche d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale



Commentaires:

La scapula est de forme ovale, avec une largeur équivalente au tiers de sa longueur.

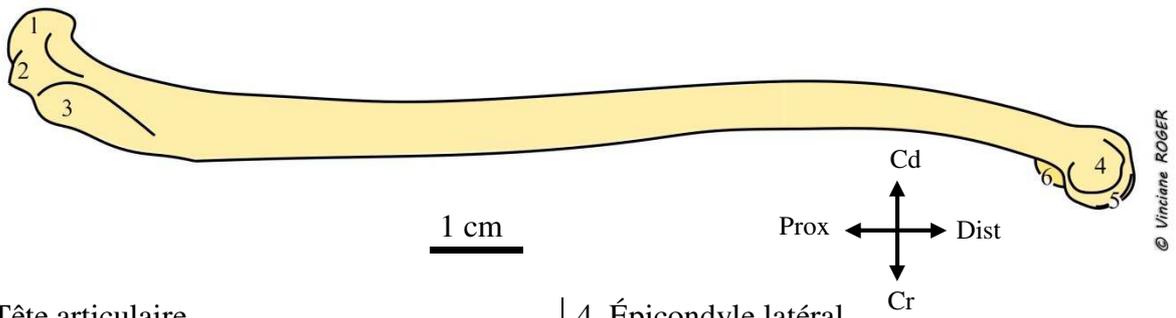
Le processus coracoïde est très développé (1,3 cm) et pointe latéralement. L'acromion est grand et est connecté avec la partie distale de la clavicule.

La fosse supra-épineuse est plus petite que la fosse infra-épineuse, comme chez toutes les chauves-souris (Panyutina *et al.*, 2015 ; Walton et Walton, 1970).

L'extrémité caudale de la scapula est émoussée et peut présenter, comme c'est le cas chez *Pteropus niger*, une extension cartilagineuse (Walton et Walton, 1970). Cette extension est composée d'un os accessoire fusionné à la scapula chez l'adulte ; on le retrouve non fusionné chez le jeune (Panyutina *et al.*, 2015).

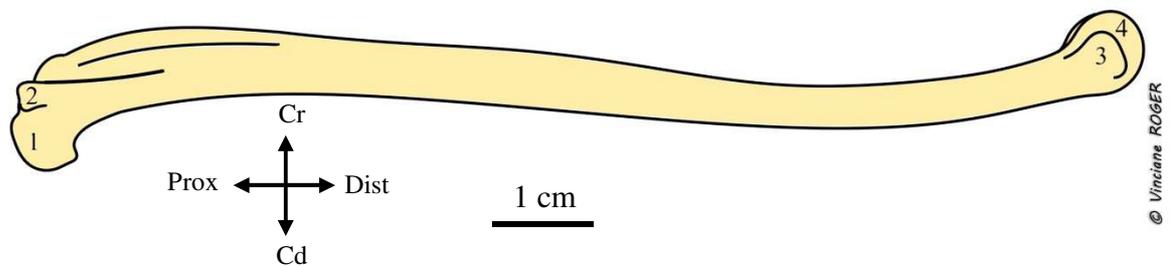
L'humérus

Figure 184 : Humérus gauche d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale



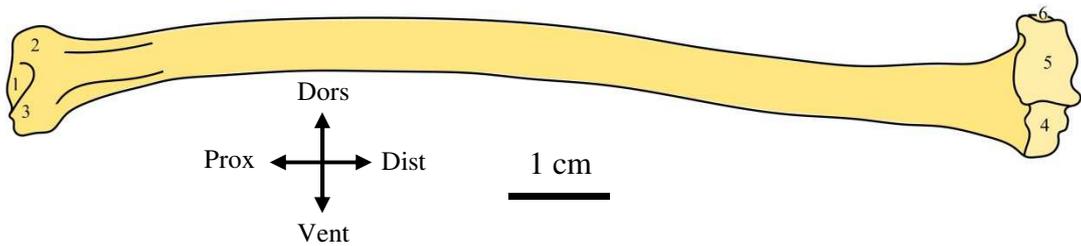
- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1. Tête articulaire | 4. Épicondyle latéral |
| 2. Tubercule majeur | 5. Trochlée |
| 3. Crête pectorale | 6. Épicondyle médial |

Figure 185 : Humérus gauche d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue ventrale



- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1. Tête articulaire | 3. Épicondyle médial |
| 2. Tubercule mineur | 4. Trochlée |

Figure 186 : Humérus gauche d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue crâniale

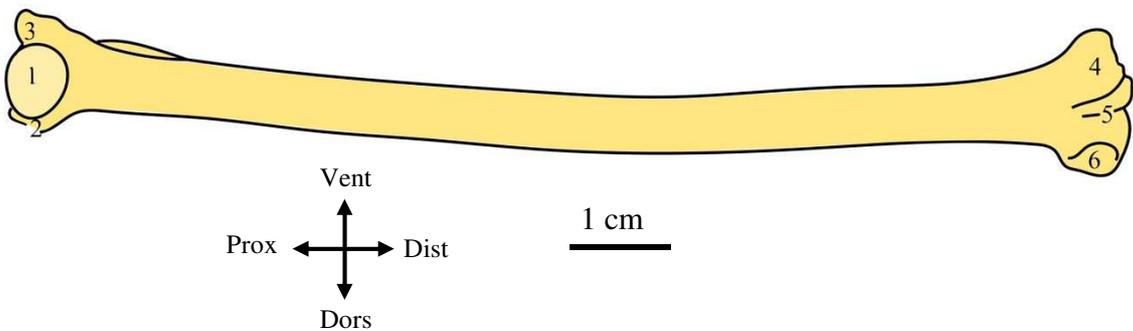


© Vinciane ROGER

Légende des figures 186 et 187

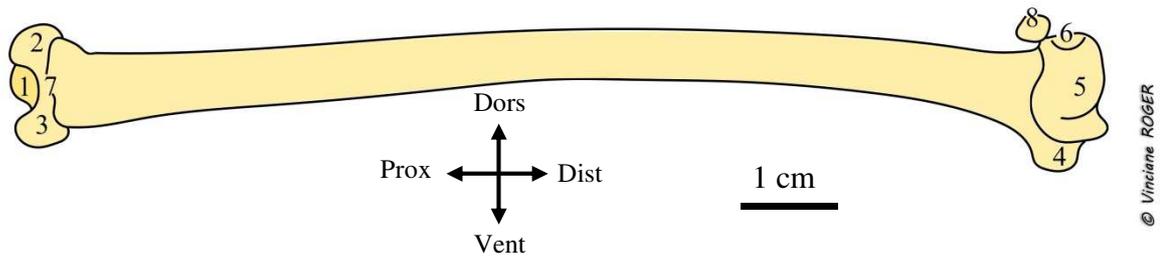
- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1. Tête articulaire | 4. Épicondyle médial |
| 2. Tubercule majeur | 5. Trochlée |
| 3. Tubercule mineur | 6. Épicondyle latéral |

Figure 187 : Humérus gauche d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue caudale



© Vinciane ROGER

Figure 188 : Humérus gauche d'un jeune individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue crâniale



Légende des figures 188 et 189

- | | |
|----------------------|-----------------------------------------------|
| 1. Tête articulaire | 5. Trochlée |
| 2. Tubercule majeur | 6. Épicondyle latéral |
| 3. Tubercule mineur | 7. Cartilage de conjugaison |
| 4. Épicondyle médial | 8. Centre d'ossification de l'épicondyle lat. |

Figure 189 : Humérus gauche d'un jeune individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue caudale

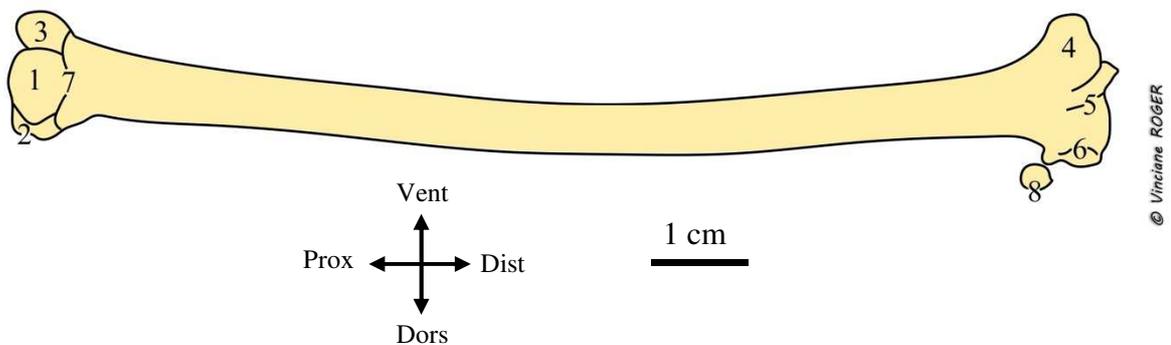
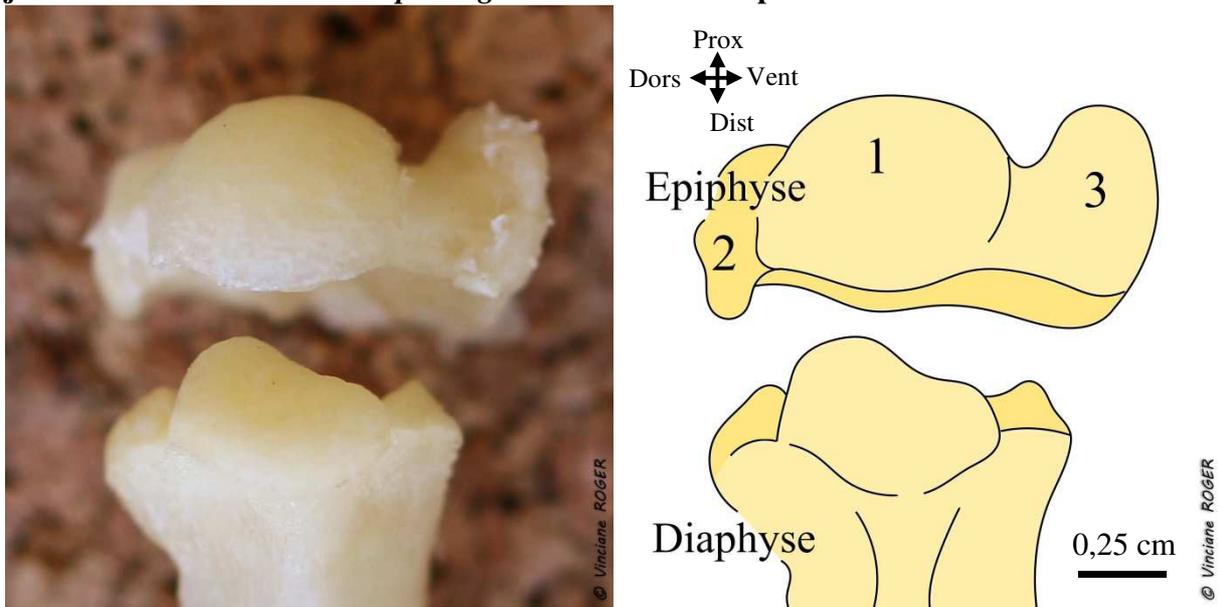


Figure 190 : Cartilage de conjugaison de la partie proximale de l'humérus gauche d'un jeune individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue caudale



- 1. Tête articulaire
- 2. Tubercule majeur

- 3. Tubercule mineur

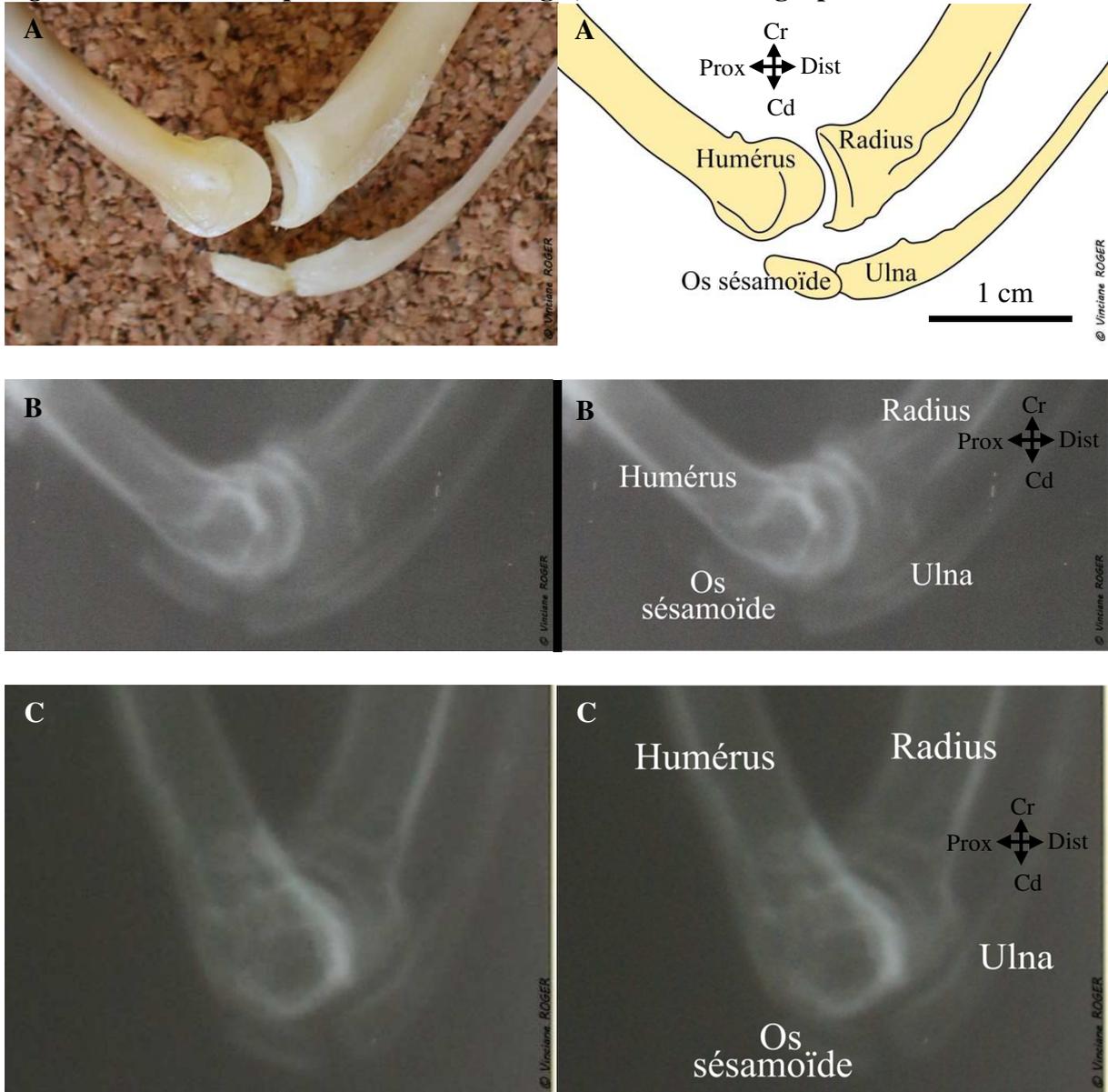
Commentaires:

L'humérus est légèrement incurvé en forme de S. La tête humérale est circulaire.

Chez le jeune mâle, un cartilage de croissance est présent sur la partie proximale de l'humérus. On trouve également chez le jeune un centre d'ossification de l'épicondyle latéral.

L'articulation huméro-radio-ulnaire

Figure 191 : Articulation huméro-radio-ulnaire gauche d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif – A : Ostéologie, B et C : Radiographie - Vue ventrale



Commentaires :

La présence d'un os sésamoïde dans le coude est uniquement retrouvée chez les Chiroptères (Walton et Walton, 1970). Sur la partie proximale de l'os sésamoïde s'insère le tendon distal du muscle triceps brachial ; la partie distale de cet os sésamoïde est rattachée à la partie proximale de l'ulna par un ligament (Norberg, 1972).

L'ulna

Figure 192 : Ulna gauche d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif –
Vue dorsale

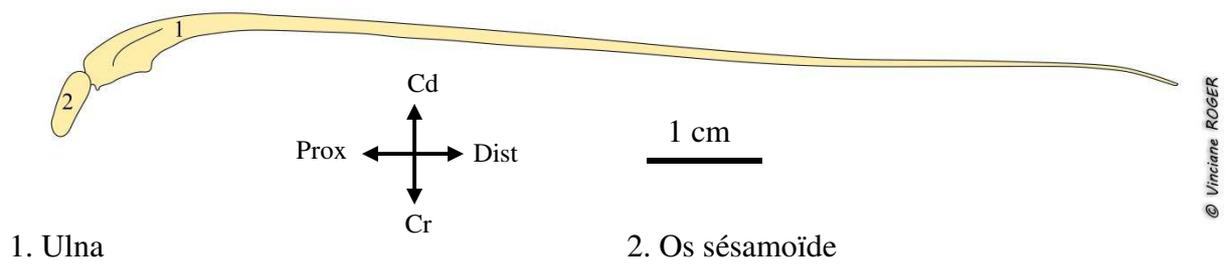


Figure 193 : Ulna gauche d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif –
Vue ventrale

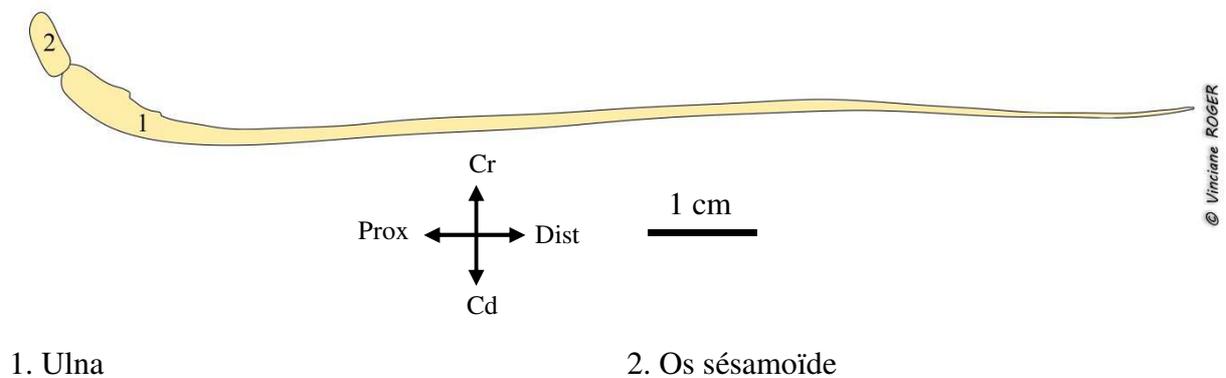
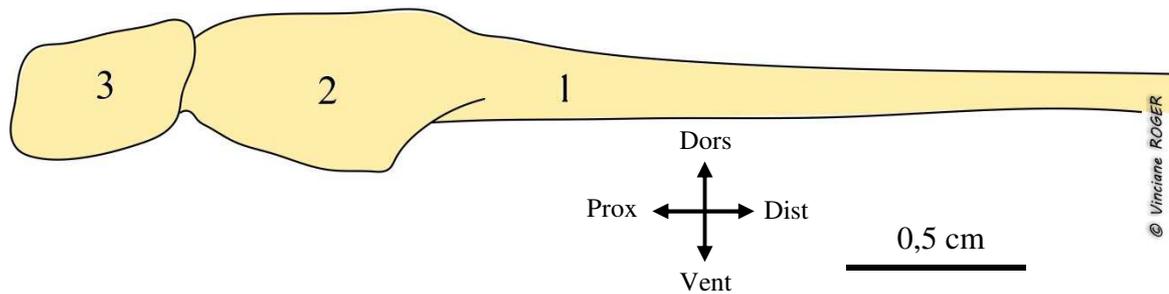


Figure 194 : Partie proximale de l'ulna gauche d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif – Vue crâniale

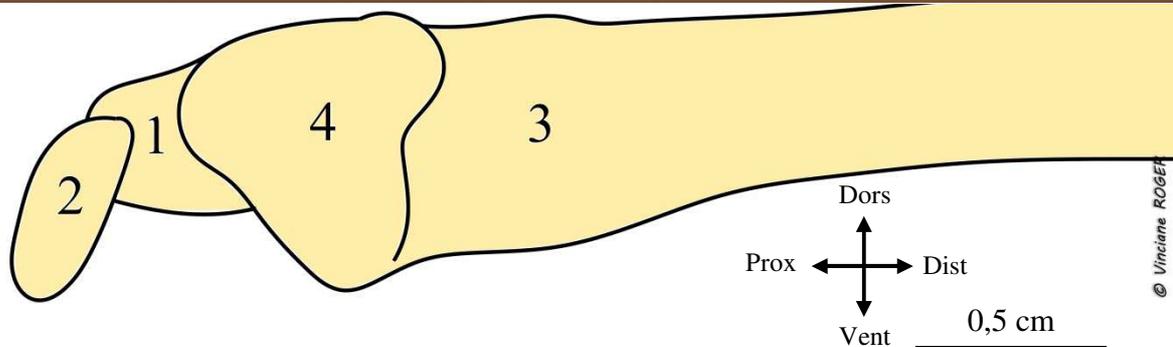


- 1. Ulna
- 2. Surface articulaire avec le radius
- 3. Surface articulaire de l'os sésamoïde avec l'humérus

Commentaires :

L'os sésamoïde (5,8x2,2x3,3 mm) possède une surface articulaire qui s'articule avec la trochlée de l'humérus.

Figure 195 : Articulation Radio-Ulnaire gauche d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif – Vue crâniale



- 1. Ulna
- 2. Os sésamoïde
- 3. Radius
- 4. Surface articulaire avec la trochlée

Radius

Figure 196 : Radius gauche d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif – Vue dorsale

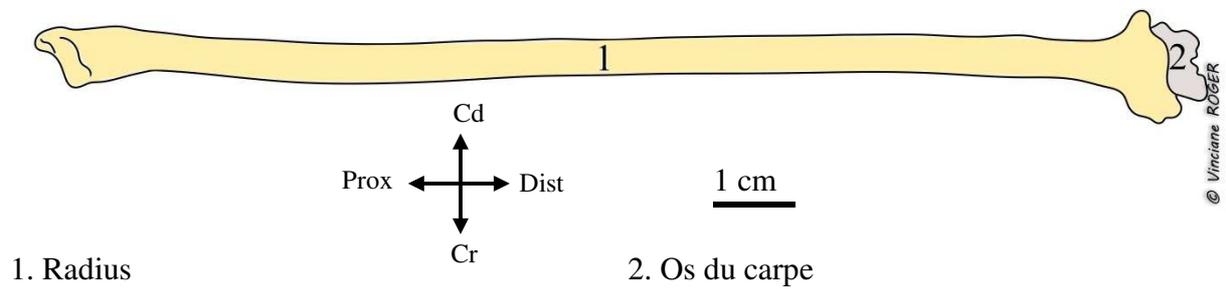


Figure 197 : Radius gauche d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif – Vue ventrale

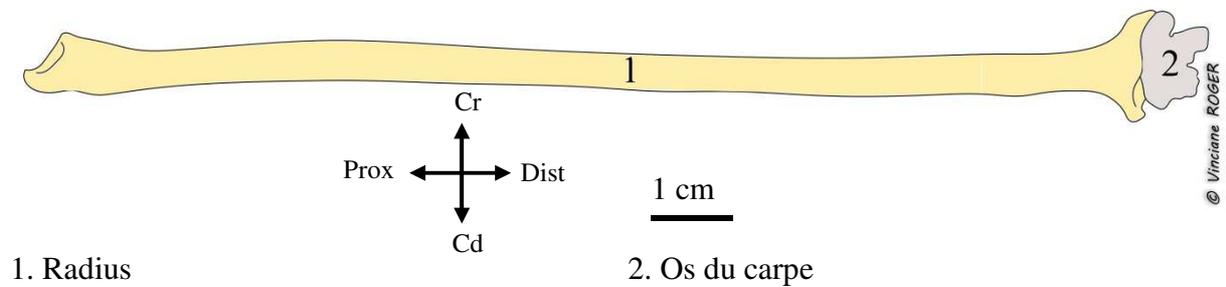


Figure 198 : Radius gauche d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif – Vue crâniale

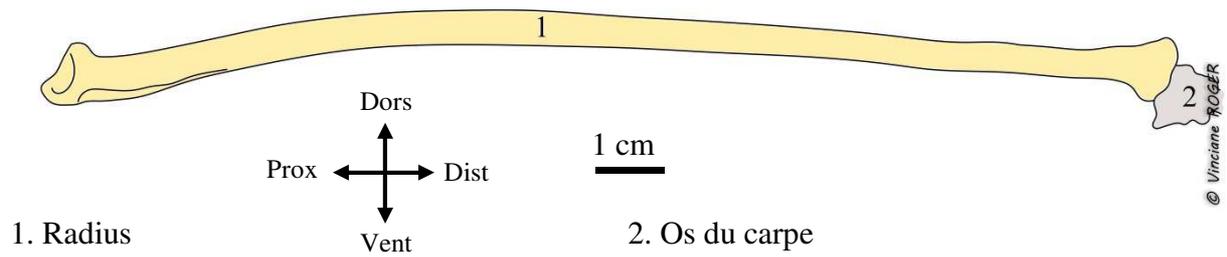
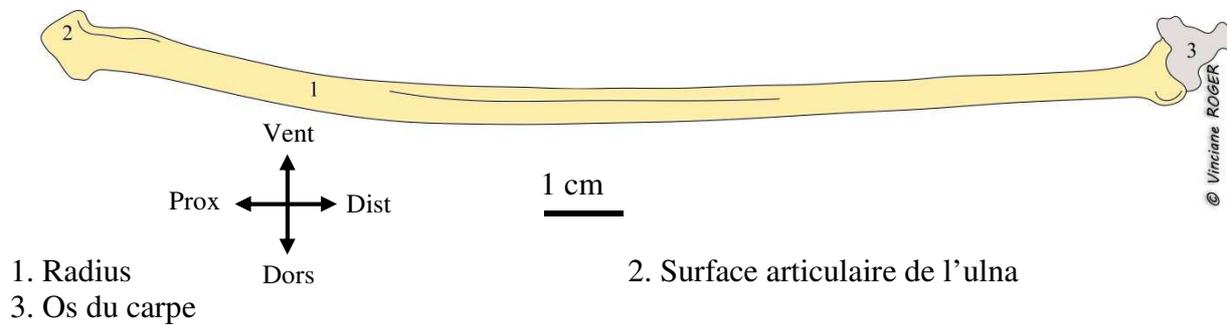
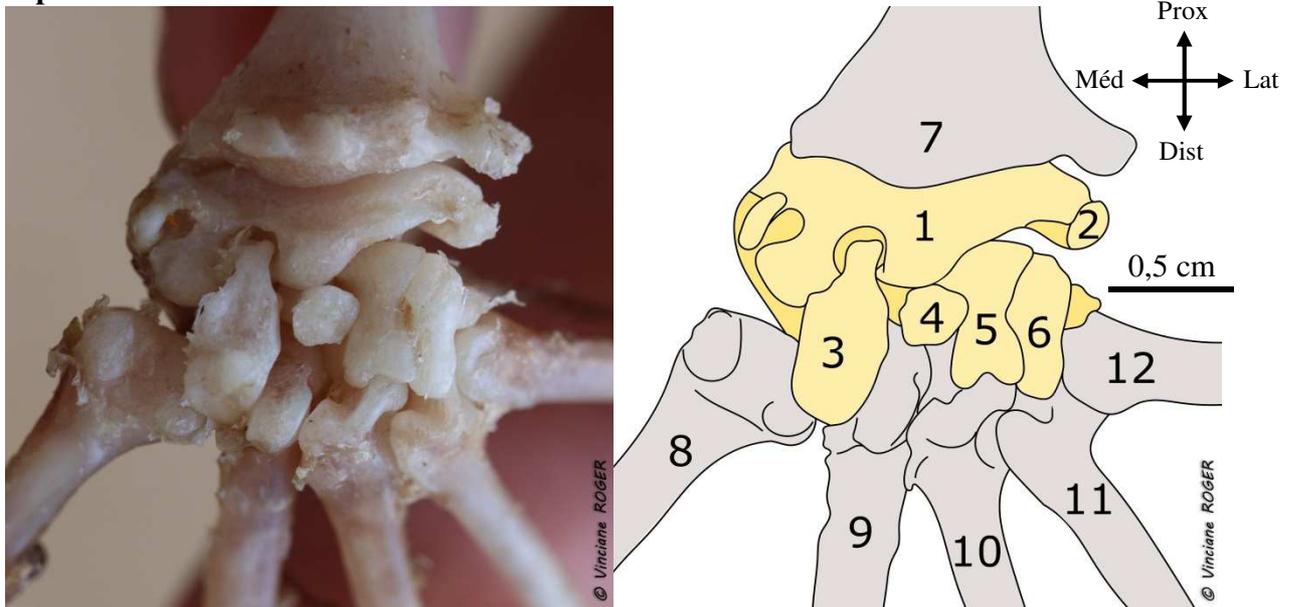


Figure 199 : Radius gauche d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif – Vue caudale



Le carpe

Figure 200 : Os du carpe gauche d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale



Légende commune au carpe :

- 1. Os scapholunaire
- 2. Os pyramidal ou triquetrum
- 3. Os trapèze (os carpal I)
- 4. Os trapèzoïde (os carpal II)
- 5. Os capitatum (os carpal III)
- 6. Os hamatum ou crochu (os carpal IV)

- 7. Radius
- 8. Os métacarpien I
- 9. Os métacarpien II
- 10. Os métacarpien III
- 11. Os métacarpien IV
- 12. Os métacarpien V

Figure 201 : Os du carpe gauche d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue médiale

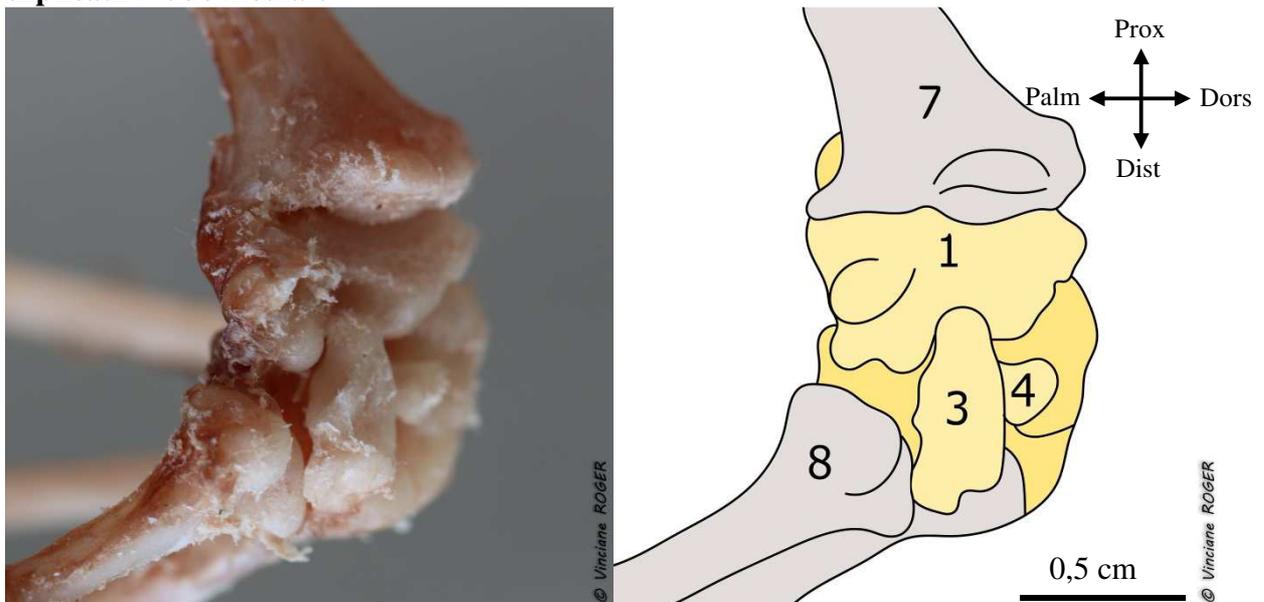
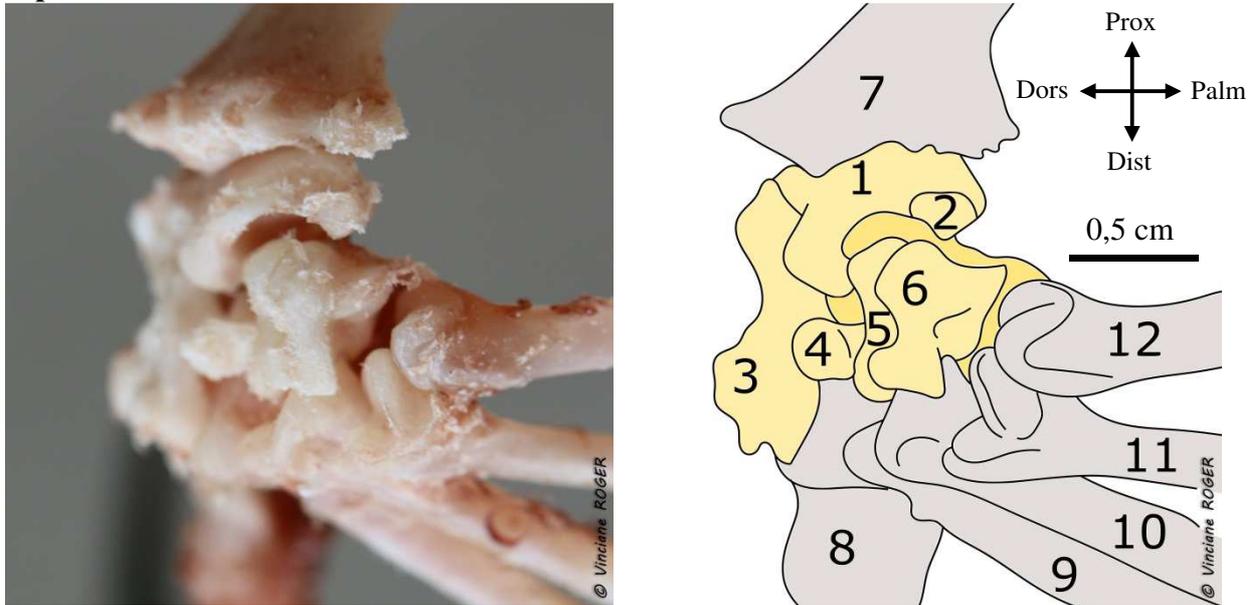


Figure 202 : Os du carpe gauche d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale



Légende commune au carpe :

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Os scapholunaire 2. Os pyramidal ou triquetrum 3. Os trapèze (os carpal I) 4. Os trapèzoïde (os carpal II) 5. Os capitatum (os carpal III) 6. Os hamatum ou crochu (os carpal IV) | <ul style="list-style-type: none"> 7. Radius 8. Os métacarpien I 9. Os métacarpien II 10. Os métacarpien III 11. Os métacarpien IV 12. Os métacarpien V |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Commentaires :

Le carpe présente une rotation de 90° par rapport aux autres mammifères. Les os du carpe sont divisés en deux rangées : une proximale et une distale. Le scaphoïde et le semi-lunaire (ou lunatum) sont fusionnés en un seul, le scapholunaire. Il forme avec le pyramidal l'articulation radio-carpienne. La deuxième rangée est formée des os trapèze, trapèzoïde, capitatum (ou magnum) et hamatum (ou unciforme ou crochu) (Walton et Walton, 1970).

L'os pisiforme est rapporté de manière variable chez les chauve-souris (Walton et Walton, 1970) et est absent chez *Pteropus niger*.

L'arrangement et la forme des os du carpe restreignent les mouvements en flexion et extension uniquement (Walton et Walton, 1970).

Les métacarpes et les phalanges

Figure 203 : Articulation carpo-métacarpienne d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue palmaire

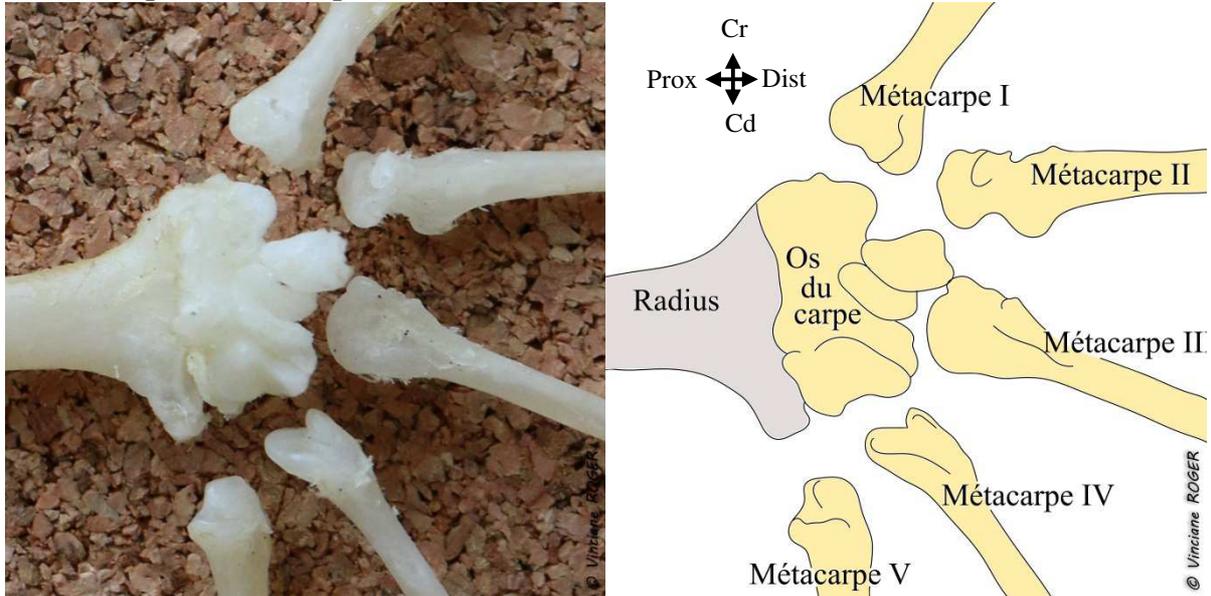
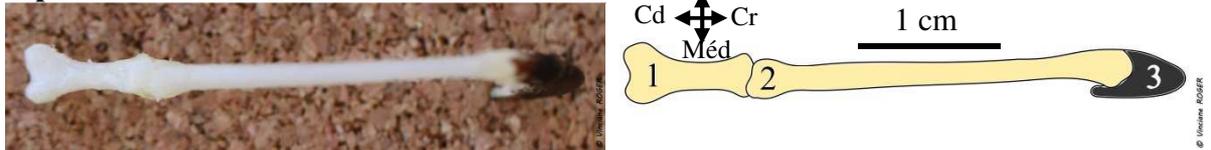


Figure 204 : Métacarpe I et pouce d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale



Légende des figures 204 à 206 :

- 1. Métacarpe I
- 2. Première phalange du doigt I
- 3. Deuxième phalange du doigt I
- 4. Os sésamoïde

Figure 205 : Métacarpe I et pouce d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue ventrale

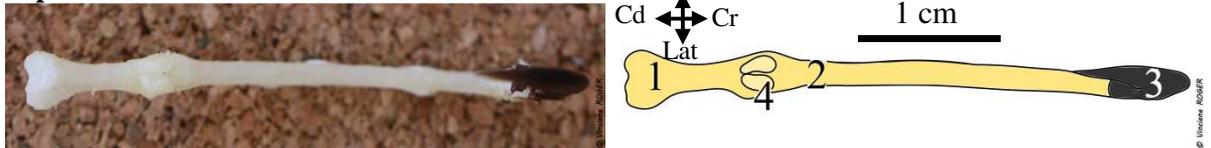


Figure 206 : Métacarpe I et pouce d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue médiale

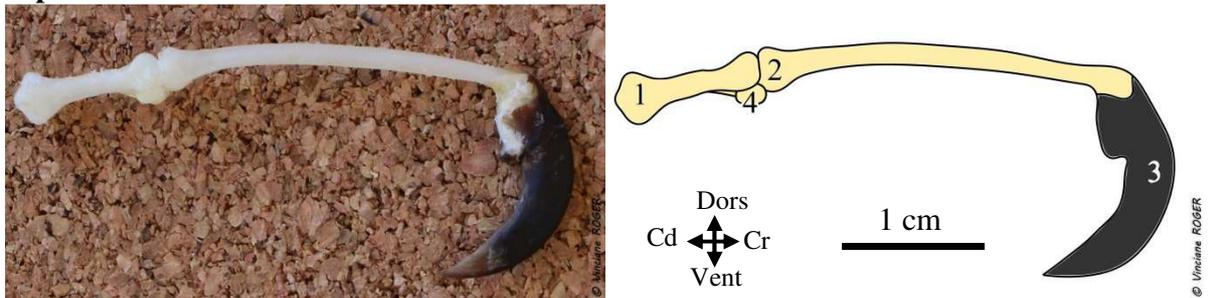
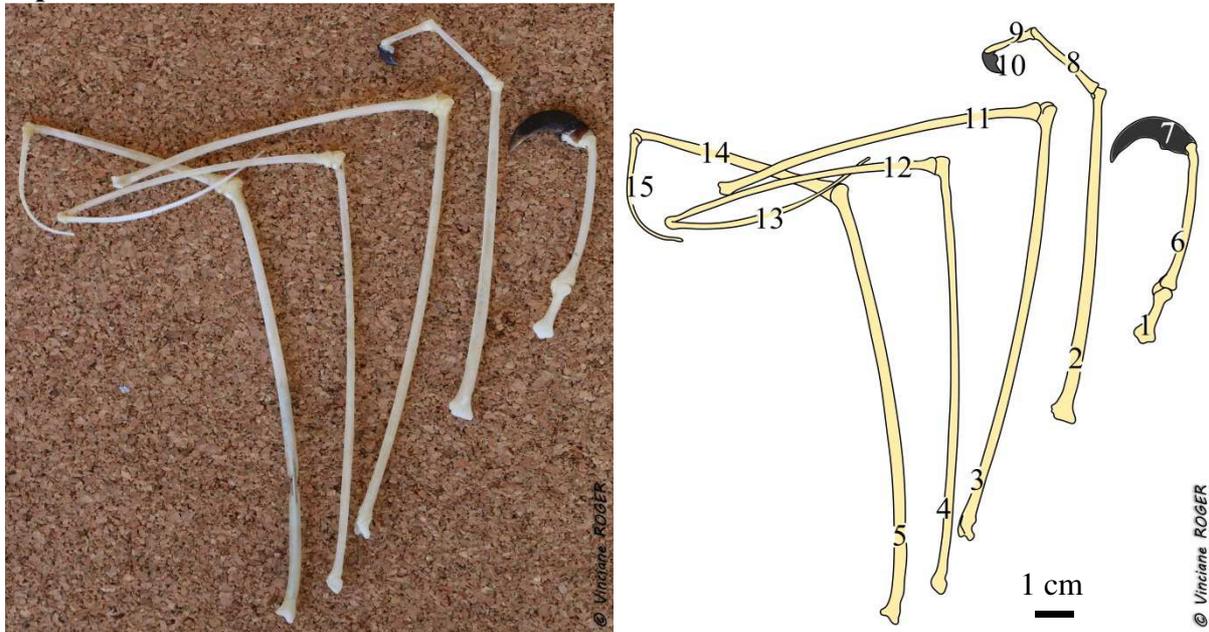


Figure 207 : Métacarpes et phalanges d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale



1. Métacarpe I
2. Métacarpe II
3. Métacarpe III
4. Métacarpe IV
5. Métacarpe V
6. Première phalange du doigt I
7. Deuxième phalange du doigt I
8. Première phalange du doigt II

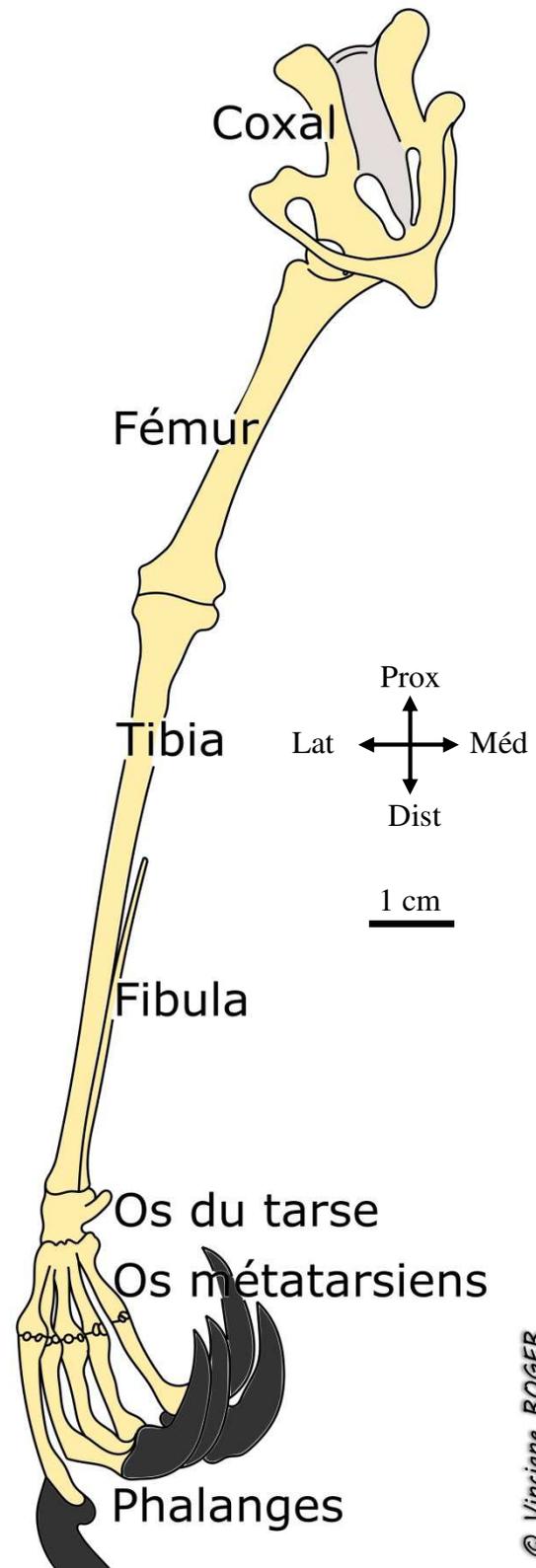
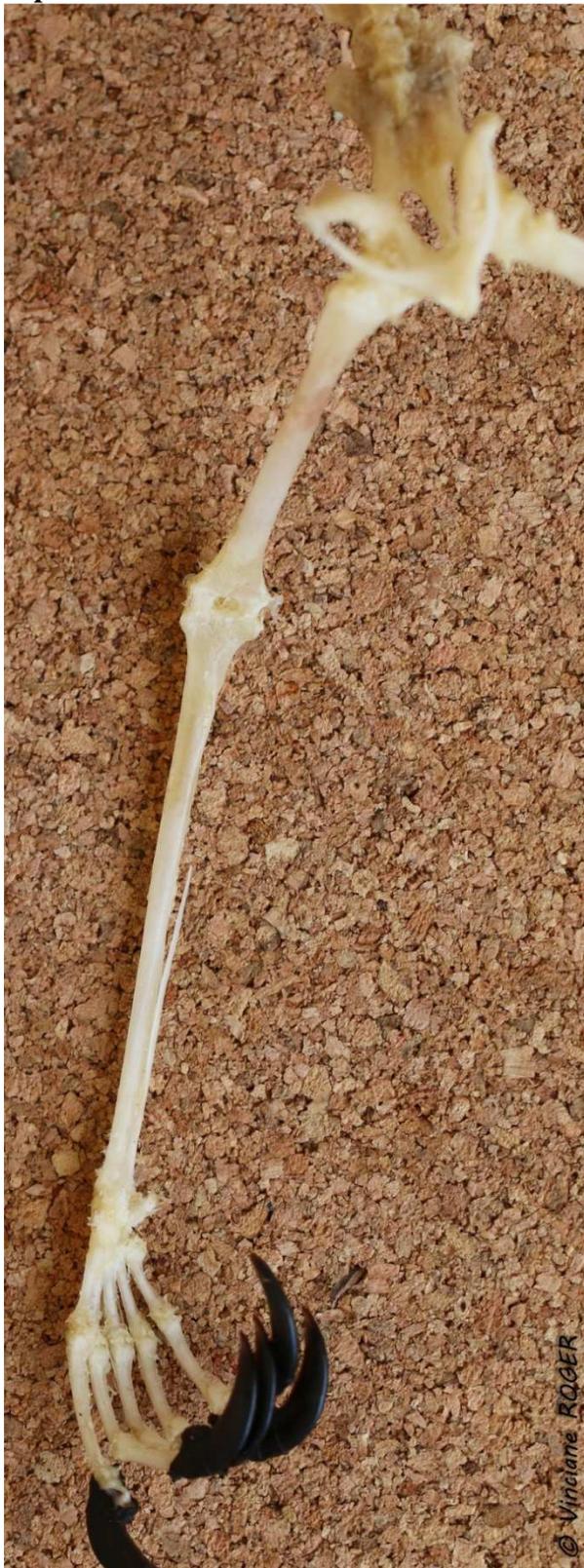
9. Deuxième phalange du doigt II
10. Troisième phalange du doigt II
11. Première phalange du doigt III
12. Première phalange du doigt IV
13. Deuxième phalange du doigt IV
14. Première phalange du doigt V
15. Deuxième phalange du doigt V

Commentaire :

La 2^{ème} phalange du 3^{ème} doigt n'apparaît pas sur ce schéma car l'articulation était cassée.

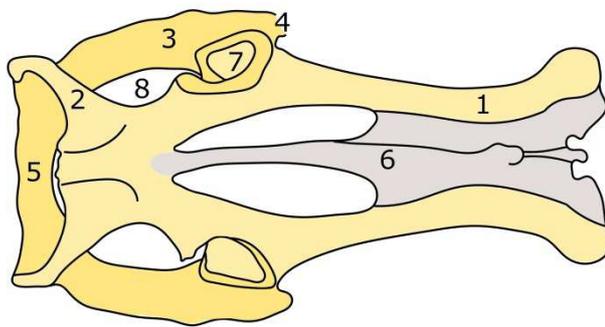
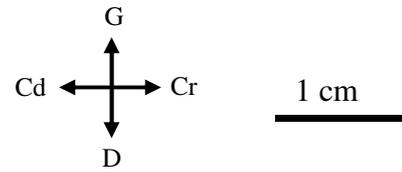
Le membre pelvien

Figure 208 : Membre pelvien droit d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif – Vue ventro-caudale



Le coxal

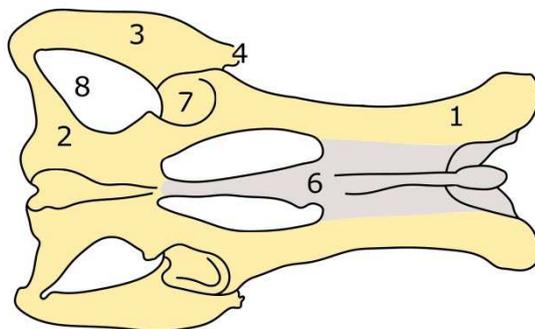
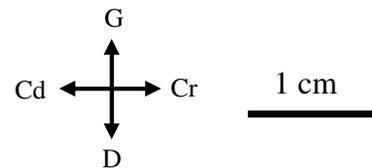
Figure 209 : Coxal d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale



© Vinciane ROGER

1. Ilium
2. Ischium
3. Pubis
4. Épine du pubis
5. Symphyse pubienne
6. Sacrum
7. Acétabulum
8. Foramen obturé
9. Foramen vertébral

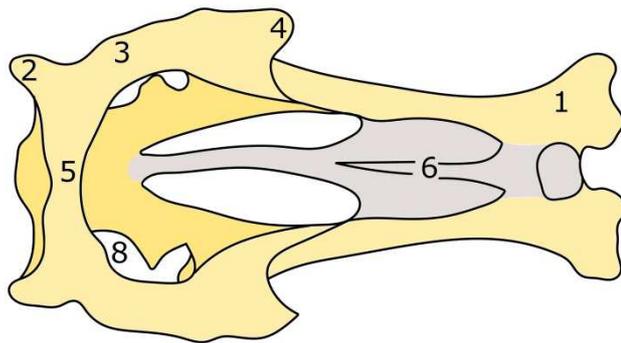
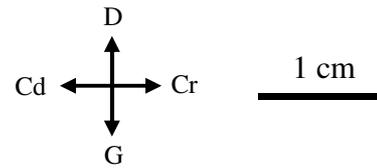
Figure 210 : Coxal d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale



© Vinciane ROGER

1. Ilium
2. Ischium
3. Pubis
4. Épine du pubis
5. Symphyse pubienne
6. Sacrum
7. Acétabulum
8. Foramen obturé
9. Foramen vertébral

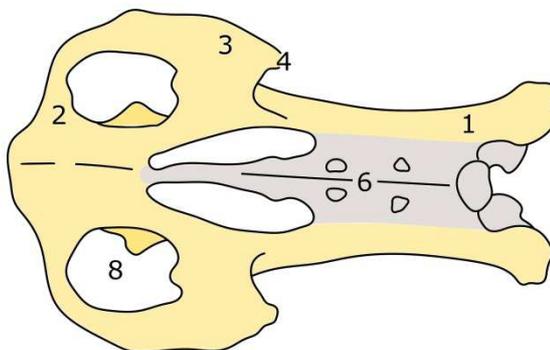
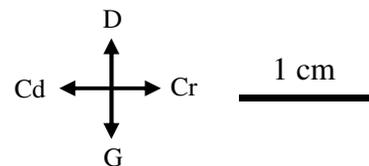
Figure 211 : Coxal d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue ventrale



© Vinciane ROGER

1. Ilium
2. Ischium
3. Pubis
4. Épine du pubis
5. Symphyse pubienne
6. Sacrum
7. Acétabulum
8. Foramen obturé
9. Foramen vertébral

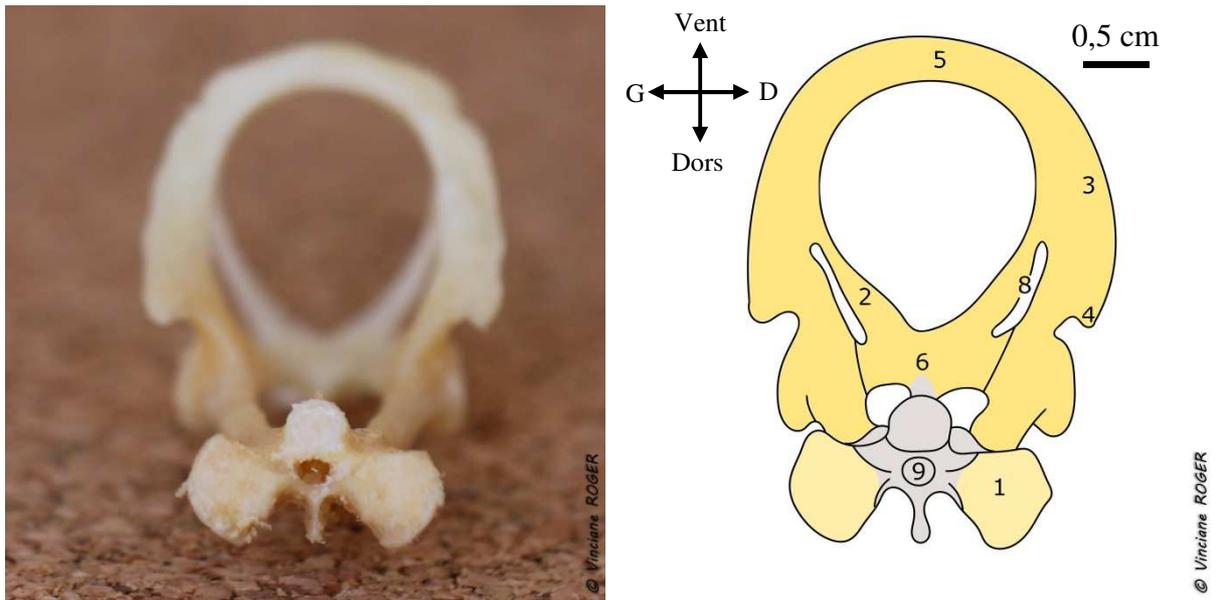
Figure 212 : Coxal d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue ventrale



© Vinciane ROGER

1. Ilium
2. Ischium
3. Pubis
4. Épine du pubis
5. Symphyse pubienne
6. Sacrum
7. Acétabulum
8. Foramen obturé
9. Foramen vertébral

Figure 213 : Coxal d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue crâniale



Légende des figures 213 et 214 :

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. Ilium | 6. Sacrum |
| 2. Ischium | 7. Acétabulum |
| 3. Pubis | 8. Foramen obturé |
| 4. Épine du pubis | 9. Foramen vertébral |
| 5. Symphyse pubienne | |

Figure 214 : Coxal d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue crâniale

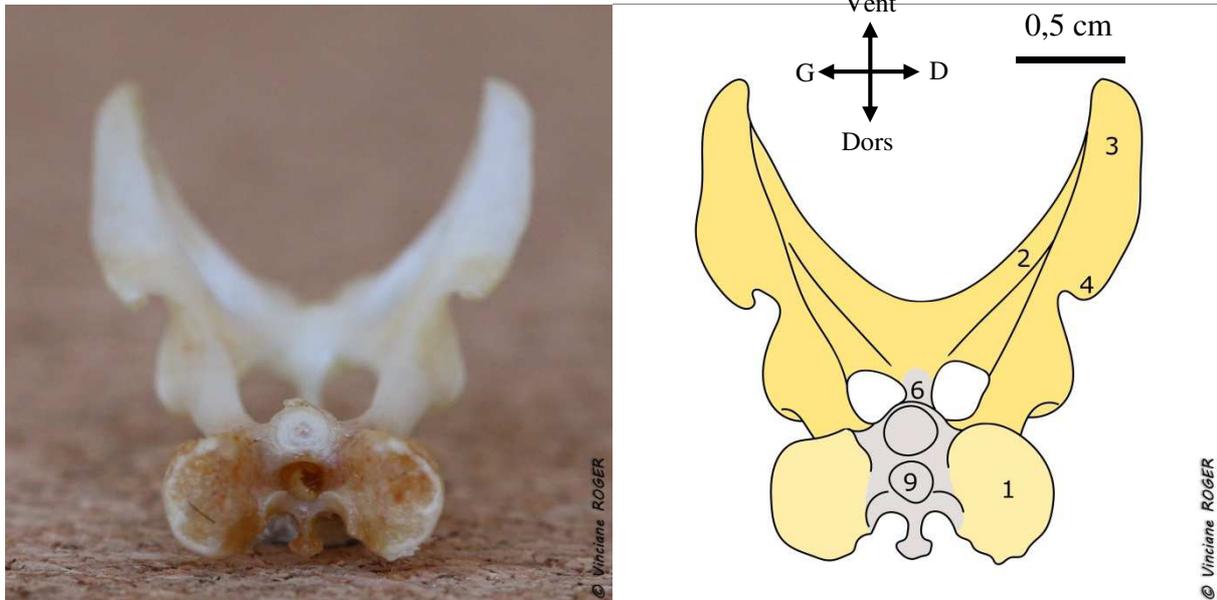
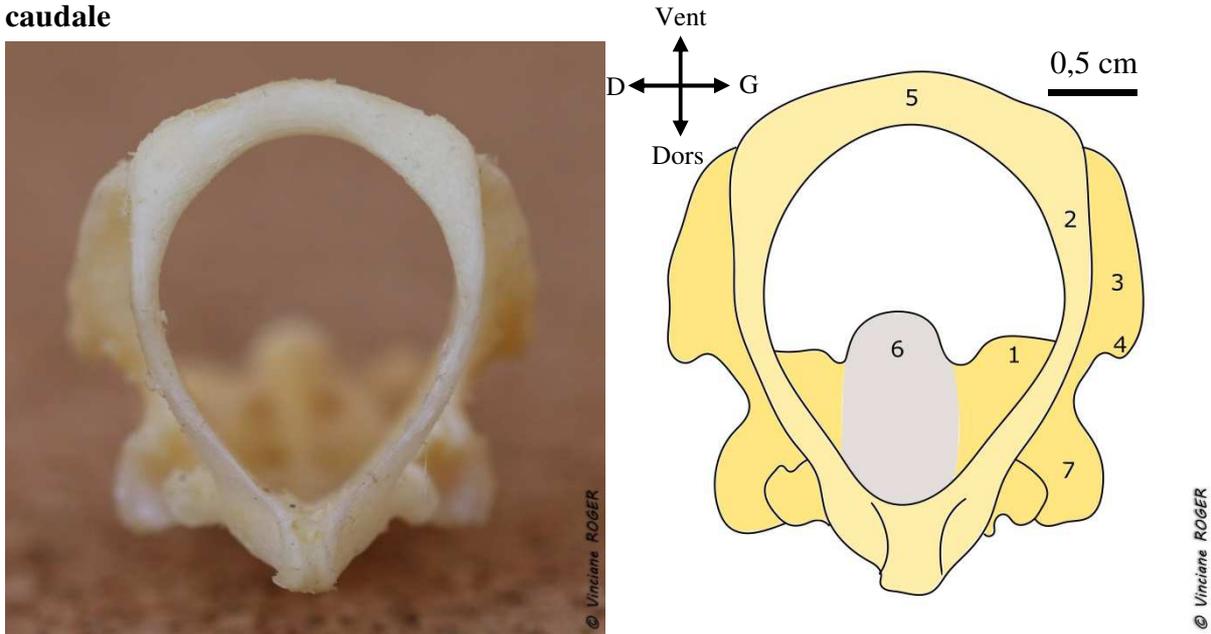


Figure 215 : Coxal d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue caudale



Légende des figures 215 et 216

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. Ilium | 6. Sacrum |
| 2. Ischium | 7. Acétabulum |
| 3. Pubis | 8. Foramen obturé |
| 4. Épine du pubis | 9. Foramen vertébral |
| 5. Symphyse pubienne | |

Figure 216 : Coxal d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue caudale

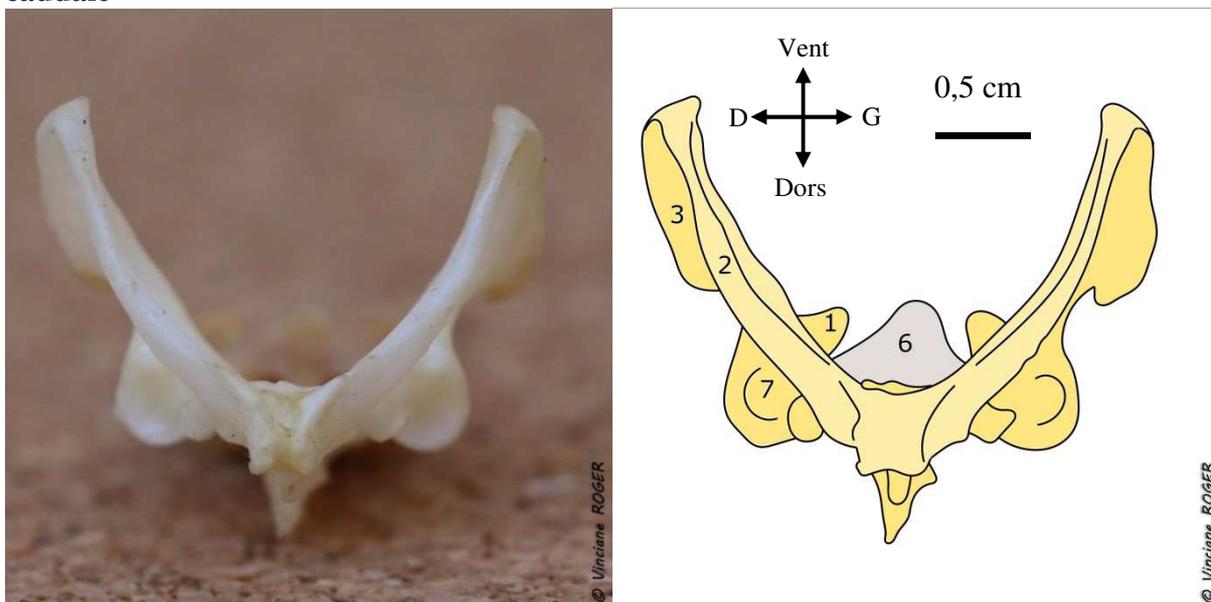
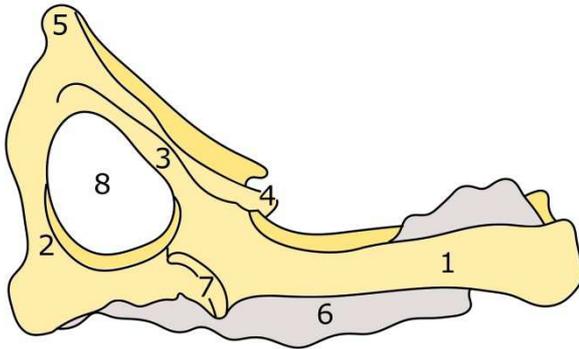
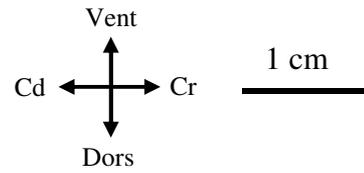


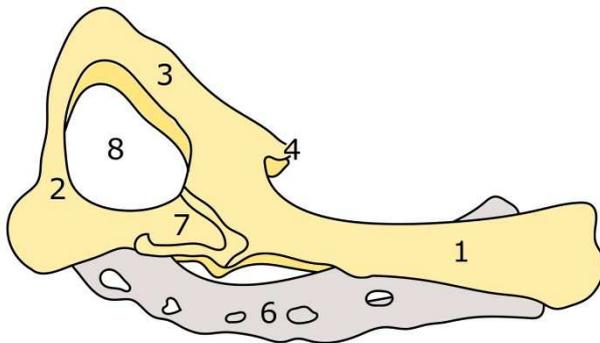
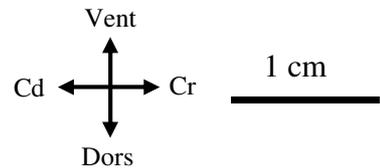
Figure 217 : Coxal d'un individu mâle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale droite



1. Ilium
2. Ischium
3. Pubis
4. Épine du pubis
5. Symphyse pubienne
6. Sacrum
7. Acétabulum
8. Foramen obturé
9. Foramen vertébral

© Vinciane ROGER

Figure 218 : Coxal d'un individu femelle de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale droite



1. Ilium
2. Ischium
3. Pubis
4. Épine du pubis
5. Symphyse pubienne
6. Sacrum
7. Acétabulum
8. Foramen obturé
9. Foramen vertébral

© Vinciane ROGER

Commentaires :

Le bassin est parallèle à la colonne vertébrale.

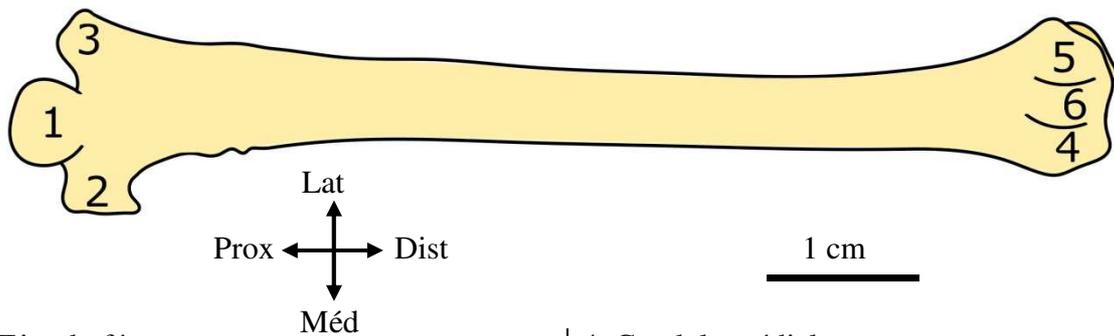
La tubérosité ischiatique dorsale rejoint souvent la dernière vertèbre sacrée ou première vertèbre caudale au moyen d'un ligament, et dans certaines familles, une fusion se produit avec cette vertèbre (Walton et Walton, 1970). C'est ce que l'on observe chez *Pteropus niger*, où l'ischium est fusionné au sacrum.

L'acétabulum est placé dorso-latéralement. Seules les chauves-souris mâles possèdent une symphyse pelvienne (Walton et Walton, 1970).

Un ligament réunit les deux pubis chez les mâles et les femelles. Chez les mâles, ce ligament s'ossifie avec l'âge, donnant la symphyse pubienne.

Le fémur

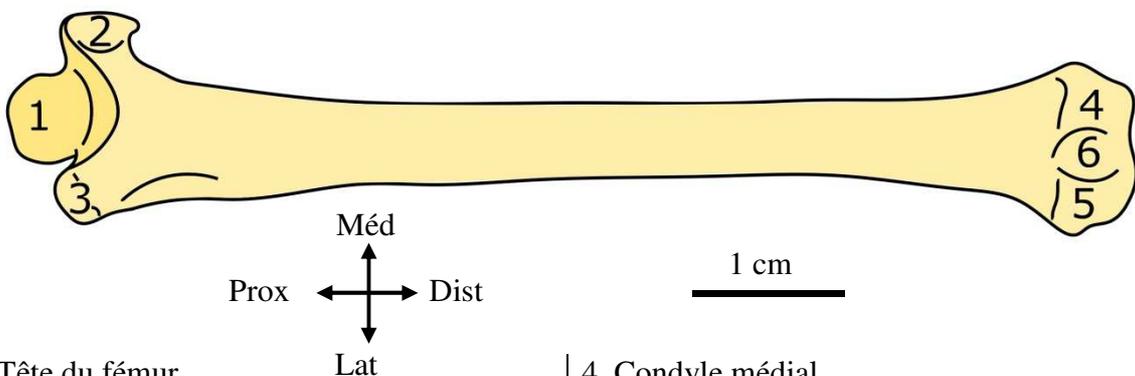
Figure 219 : Fémur droit d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue crâniale



- 1. Tête du fémur
- 2. Petit trochanter
- 3. Grand trochanter

- 4. Condyle médial
- 5. Condyle latéral
- 6. Gorge de la trochlée

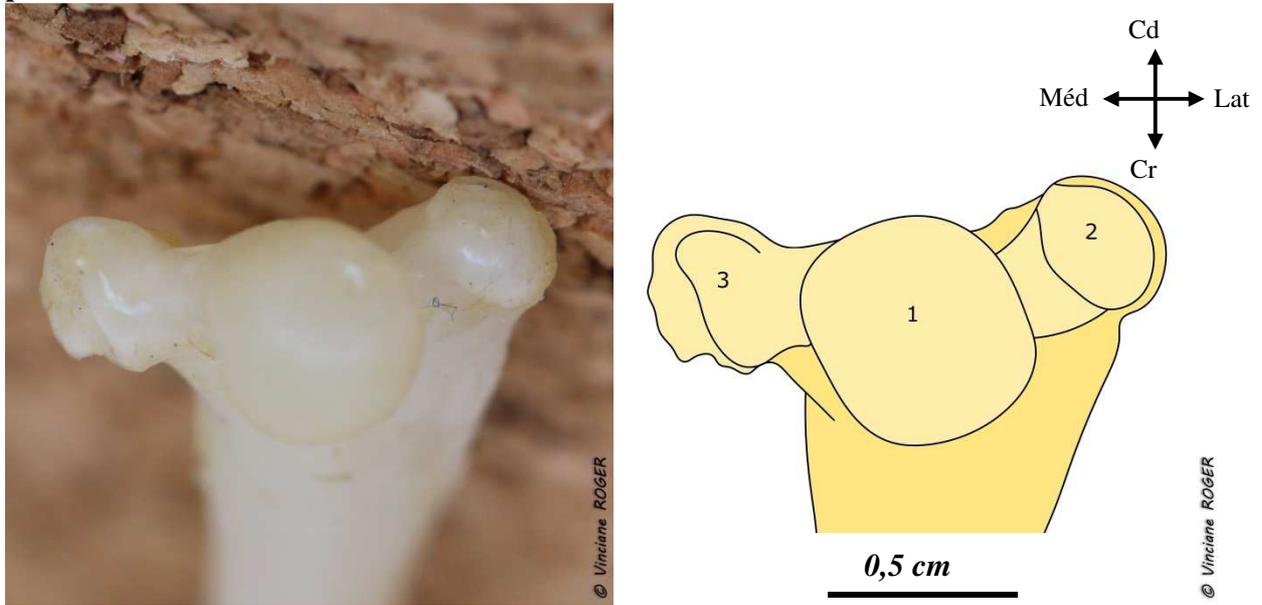
Figure 220 : Fémur droit d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue caudale



- 1. Tête du fémur
- 2. Petit trochanter
- 3. Grand trochanter

- 4. Condyle médial
- 5. Condyle latéral
- 6. Fosse intercondyalaire

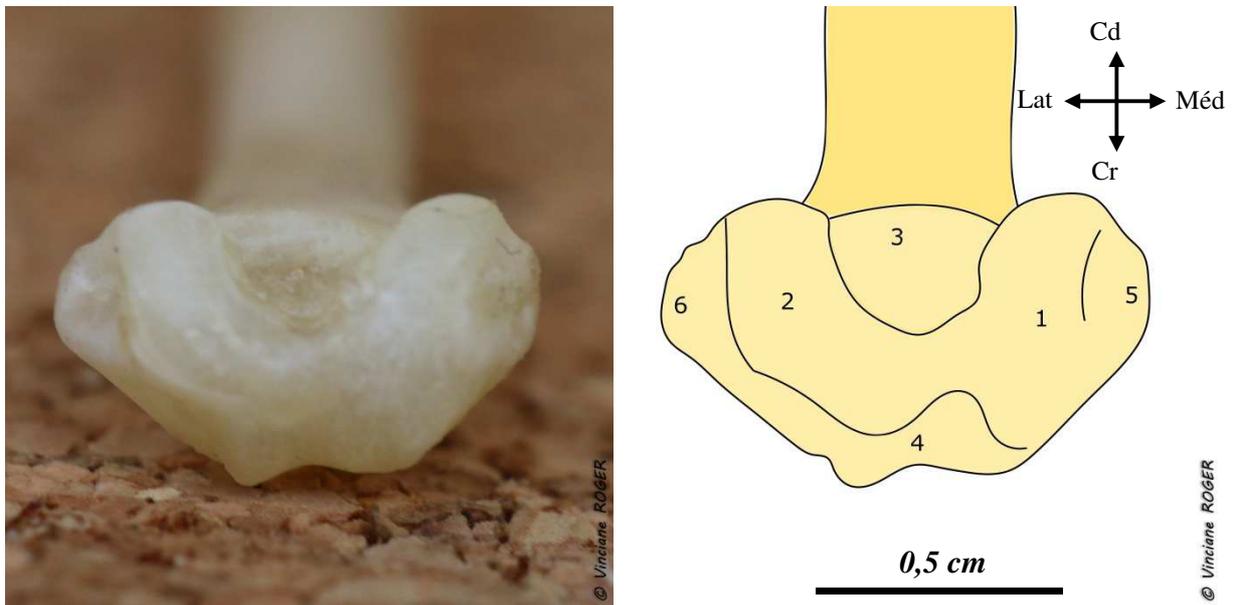
Figure 221 : Fémur droit d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue proximale



- 1. Tête du fémur
- 2. Grand trochanter

- 3. Petit trochanter

Figure 222 : Fémur droit d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue distale



- 1. Condyle médial
- 2. Condyle latéral
- 3. Fosse intercondyalaire

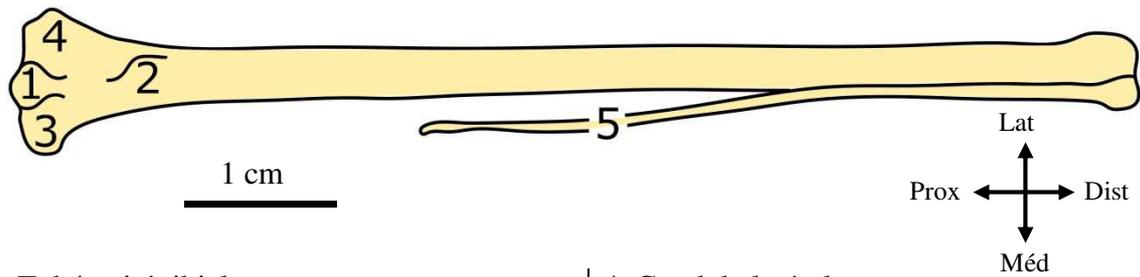
- 4. Gorge de la trochlée
- 5. Épicondyle médial
- 6. Épicondyle latéral

Commentaire :

La patelle est absente.

Le tibia et la fibula

Figure 223 : Tibia droit d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue crâniale

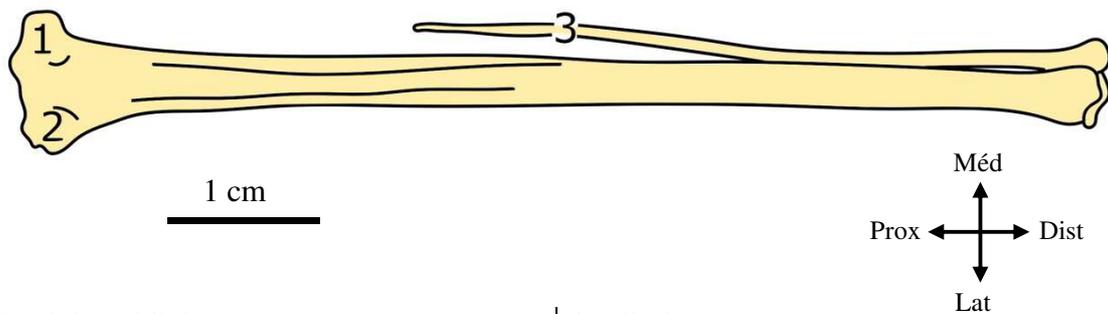


- 1. Tubérosité tibiale
- 2. Crête tibiale
- 3. Condyle médial

- 4. Condyle latéral
- 5. Fibula

© Vinciane ROGER

Figure 224 : Tibia droit d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue caudale

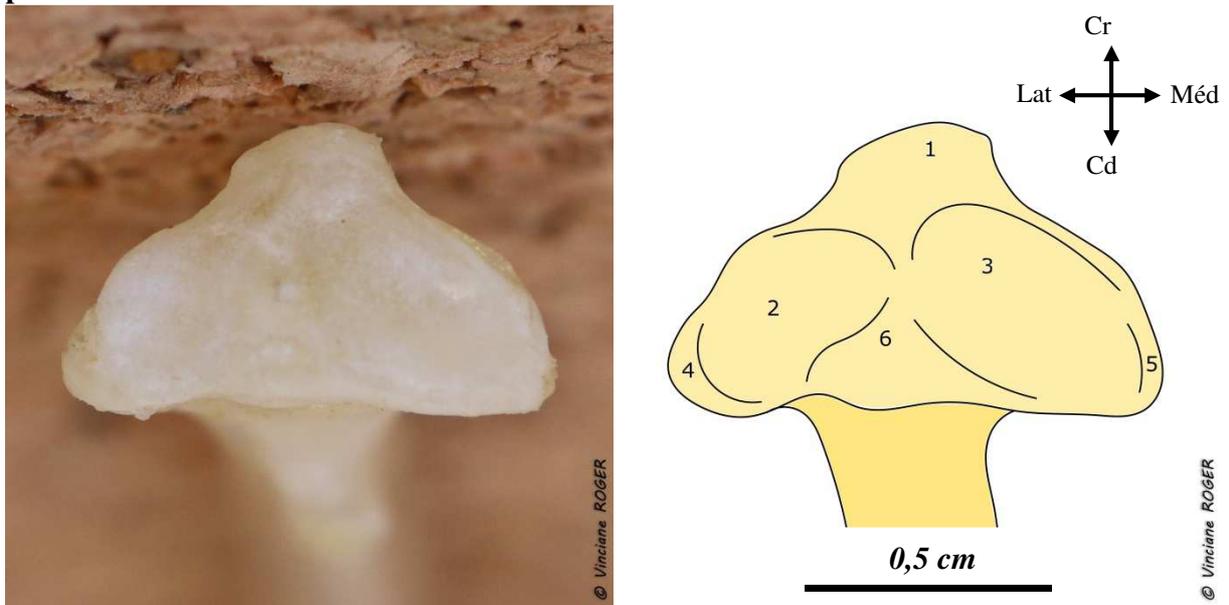


- 1. Condyle médial
- 2. Condyle latéral

- 3. Fibula

© Vinciane ROGER

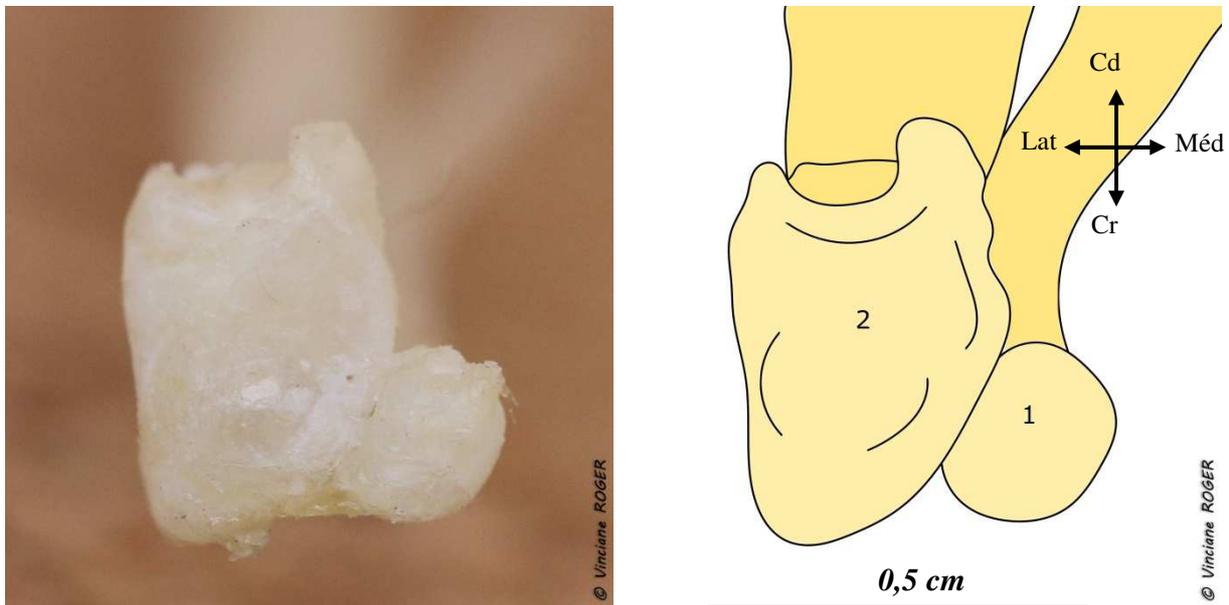
Figure 225 : Tibia droit d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue proximale



- 1. Tubérosité tibiale
- 2. Surface articulaire latérale
- 3. Surface articulaire médiale

- 4. Condyle latéral
- 5. Condyle médial
- 6. Aire intercondyalaire

Figure 226 : Tibia droit d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue distale

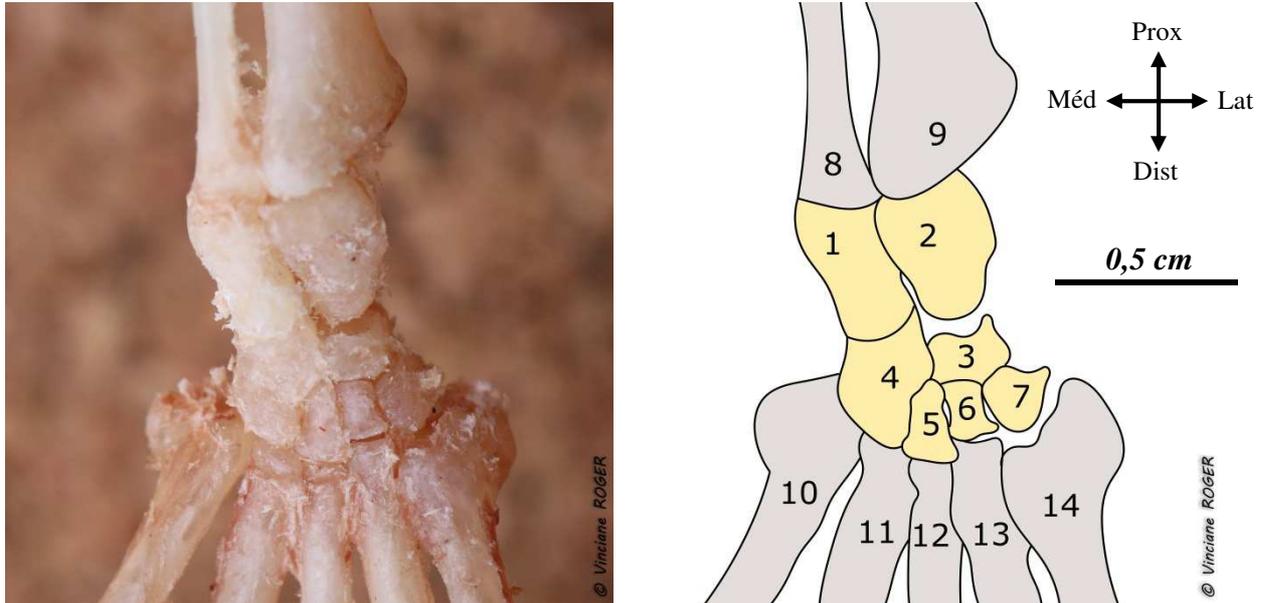


- 1. Surface articulaire de la fibula avec le calcanéus

- 2. Surface articulaire du tibia avec le talus

Le tarse

Figure 227 : Os du tarse droit d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale



Légende des figures 227 à 230 :

- | | |
|-----------------------------------------------|------------------------|
| 1. Calcanéus | 8. Fibula |
| 2. Talus | 9. Tibia |
| 3. Os naviculaire | 10. Os métatarsien V |
| 4. Os cuboïde (os tarsal IV) | 11. Os métatarsien IV |
| 5. Os cunéiforme médial (os tarsal III) | 12. Os métatarsien III |
| 6. Os cunéiforme intermédiaire (os tarsal II) | 13. Os métatarsien II |
| 7. Os cunéiforme latéral (os tarsal I) | 14. Os métatarsien I |

Figure 228 : Os du tarse droit d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue plantaire

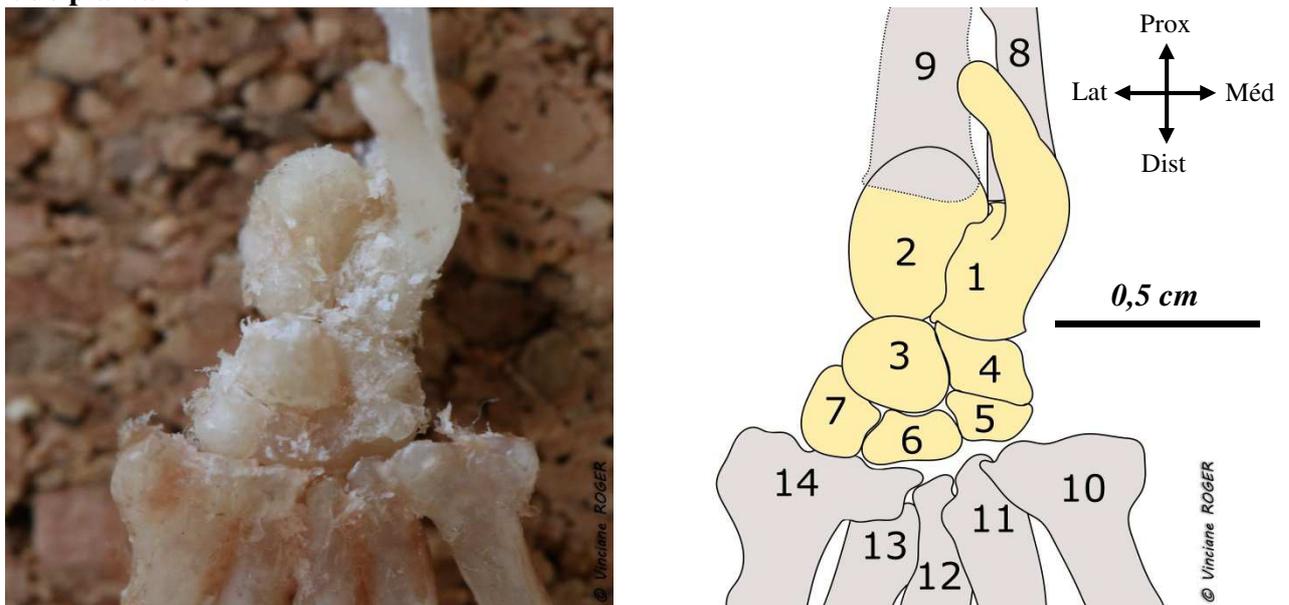
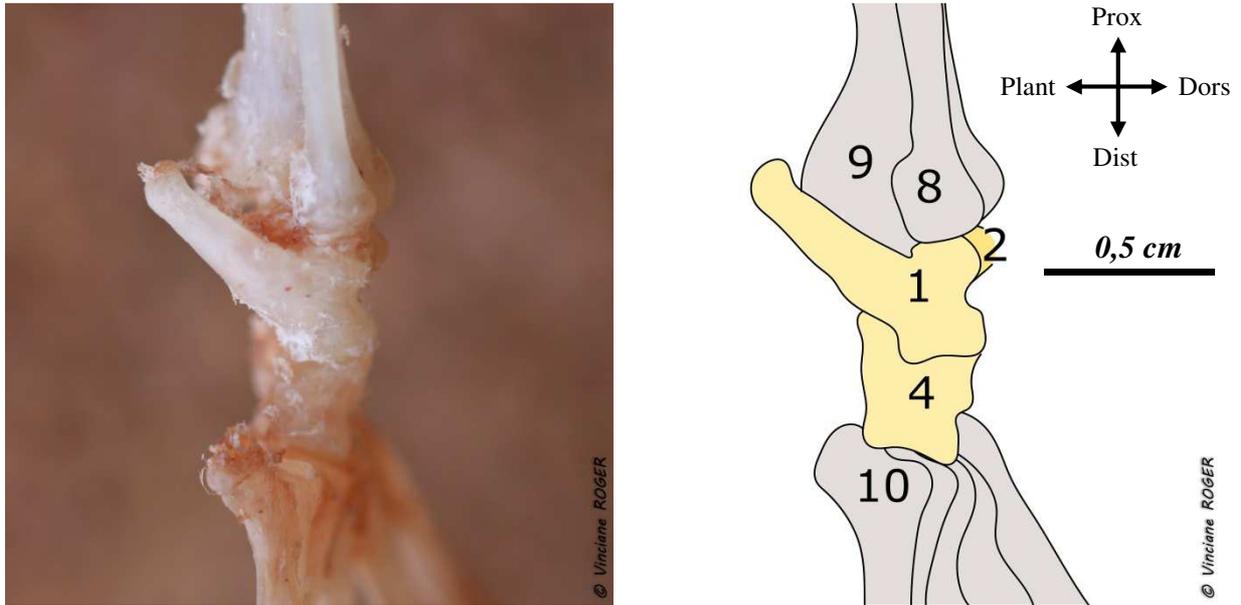


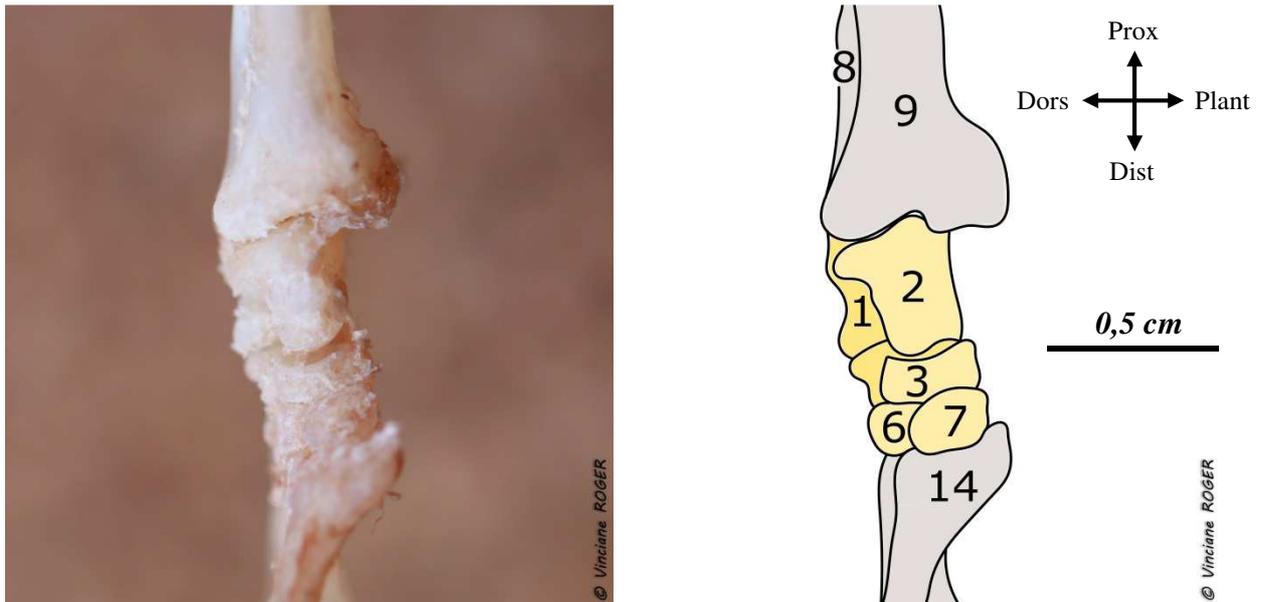
Figure 229 : Os du tarse droit d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif – Vue médiale



Légende des figures 227 à 230 :

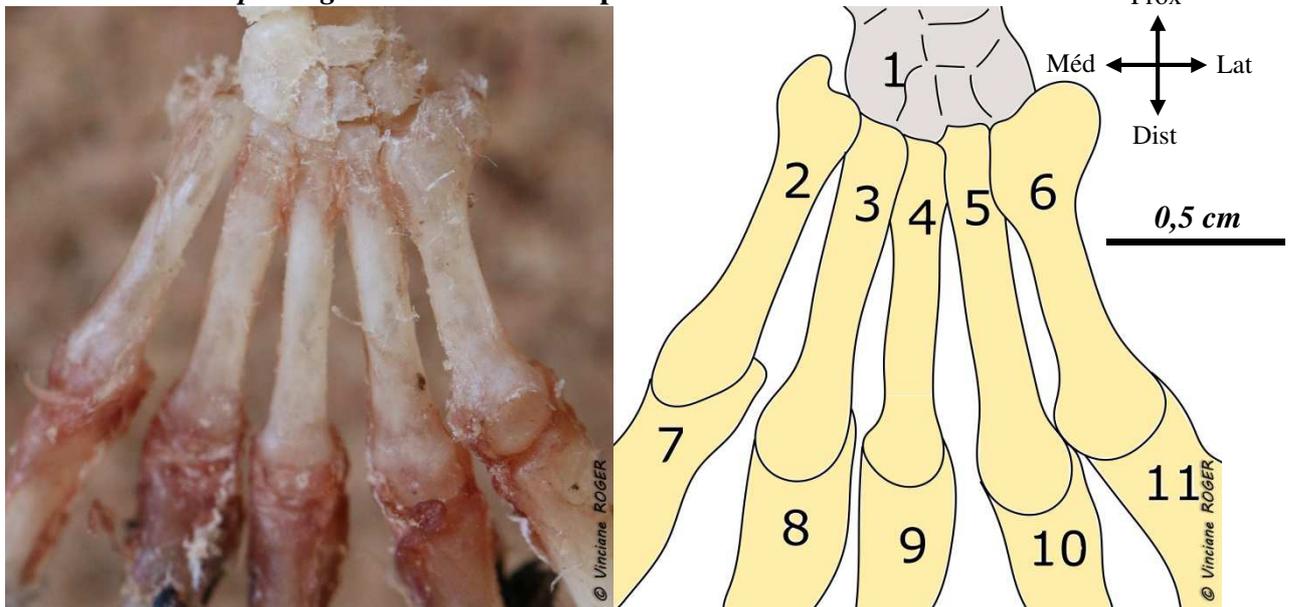
- | | |
|-----------------------------------------------|------------------------|
| 1. Calcaneus | 8. Fibula |
| 2. Talus | 9. Tibia |
| 3. Os naviculaire | 10. Os métatarsien V |
| 4. Os cuboïde (os tarsal IV) | 11. Os métatarsien IV |
| 5. Os cunéiforme médial (os tarsal III) | 12. Os métatarsien III |
| 6. Os cunéiforme intermédiaire (os tarsal II) | 13. Os métatarsien II |
| 7. Os cunéiforme latéral (os tarsal I) | 14. Os métatarsien I |

Figure 230 : Os du tarse droit d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale



Les métatarses et les phalanges

Figure 231 : Os métatarsiens et premières phalanges des orteils I à V droits d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue dorsale



Légende des figures 231 et 232 :

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| 1. Os du tarse | 7. Phalange I du doigt V |
| 2. Os métatarsien V | 8. Phalange I du doigt IV |
| 3. Os métatarsien IV | 9. Phalange I du doigt III |
| 4. Os métatarsien III | 10. Phalange I du doigt II |
| 5. Os métatarsien II | 11. Phalange I du doigt I |
| 6. Os métatarsien I | 12. Os sésamoïde |

Figure 232 : Os métatarsiens, premières phalanges et os sésamoïdes des articulations métatarso-phalangiennes des orteils I à V droits d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue plantaire

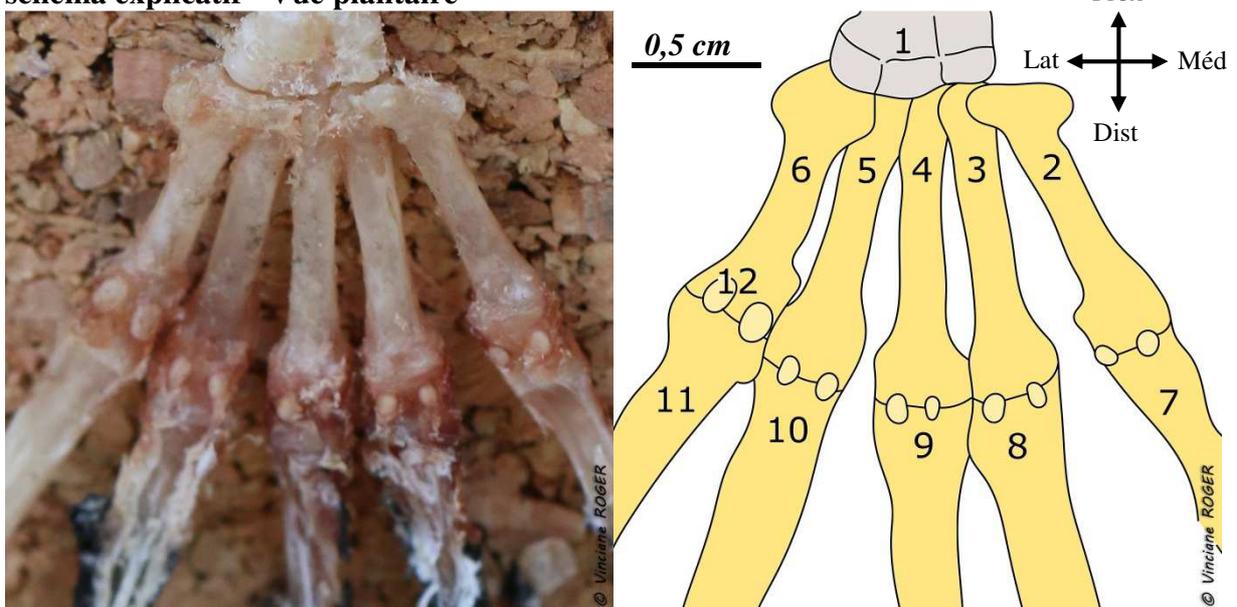
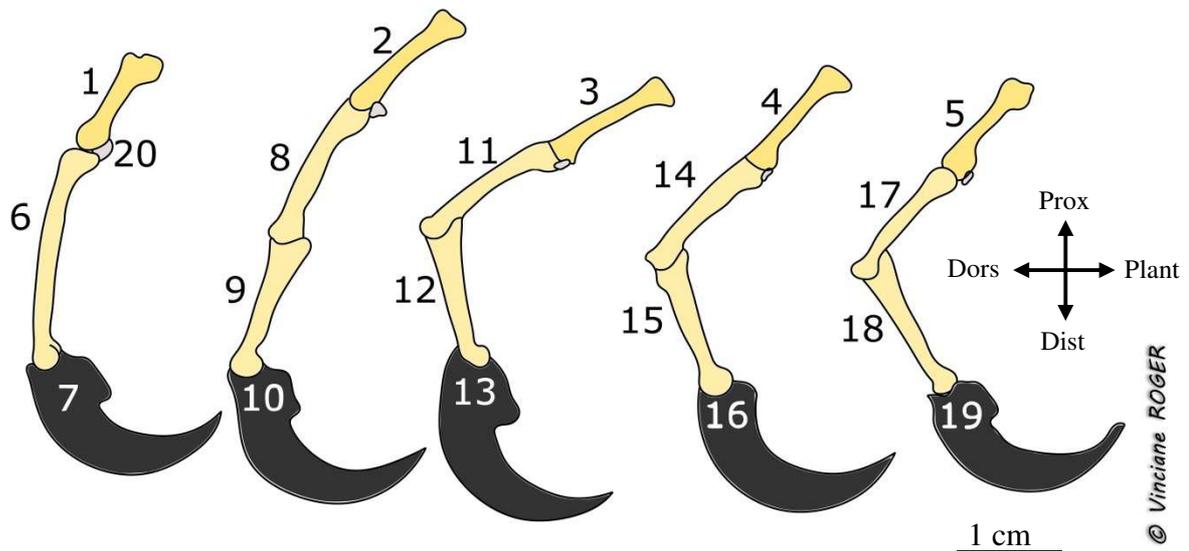


Figure 233 : Os métatarsiens et phalanges d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue latérale



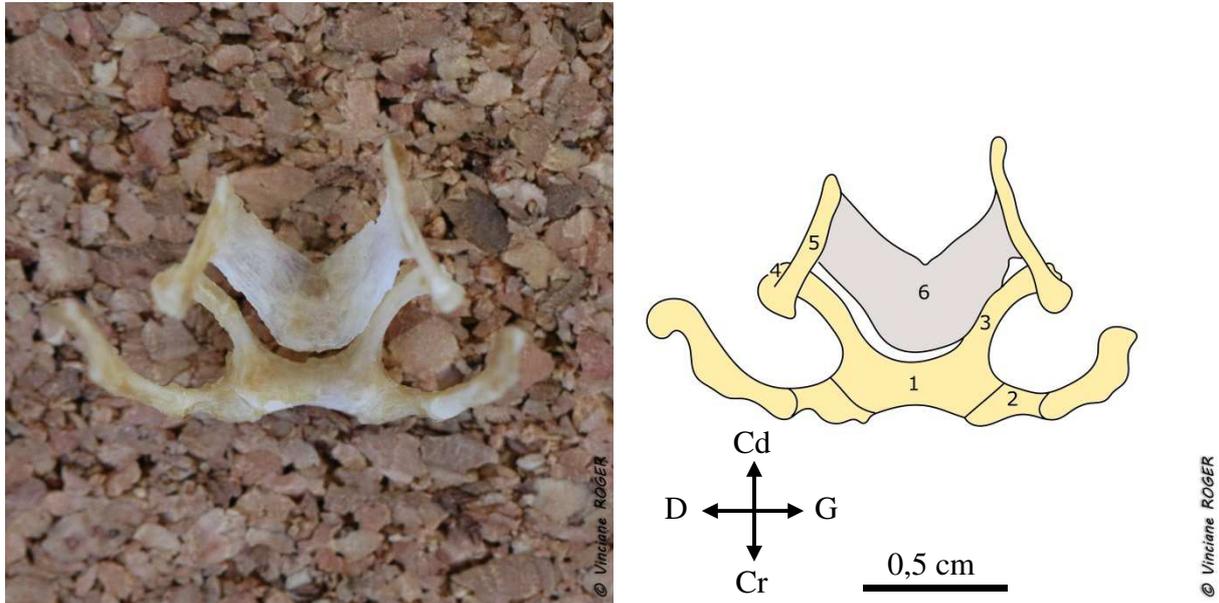
- | | |
|---------------------------------------|----------------------------------------|
| 1. Os métatarsien I | 11. Phalange I du doigt III |
| 2. Os métatarsien II | 12. Phalange II du doigt III |
| 3. Os métatarsien III | 13. Phalange III du doigt III (griffe) |
| 4. Os métatarsien IV | 14. Phalange I du doigt IV |
| 5. Os métatarsien V | 15. Phalange II du doigt IV |
| 6. Phalange I du doigt I | 16. Phalange III du doigt IV (griffe) |
| 7. Phalange II du doigt I (griffe) | 17. Phalange I du doigt V |
| 8. Phalange I du doigt II | 18. Phalange II du doigt V |
| 9. Phalange II du doigt II | 19. Phalange III du doigt V (griffe) |
| 10. Phalange III du doigt II (griffe) | 20. Os sésamoïde |

Commentaires :

Les cinq orteils sont tous de même longueur, avec une griffe bien développée à leur extrémité. Le pouce ne contient que deux phalanges (dont la première est allongée) contrairement aux autres orteils qui en ont trois. Deux os sésamoïdes sont présents en face plantaire de chaque orteil à l'articulation métatarso-phalangienne.

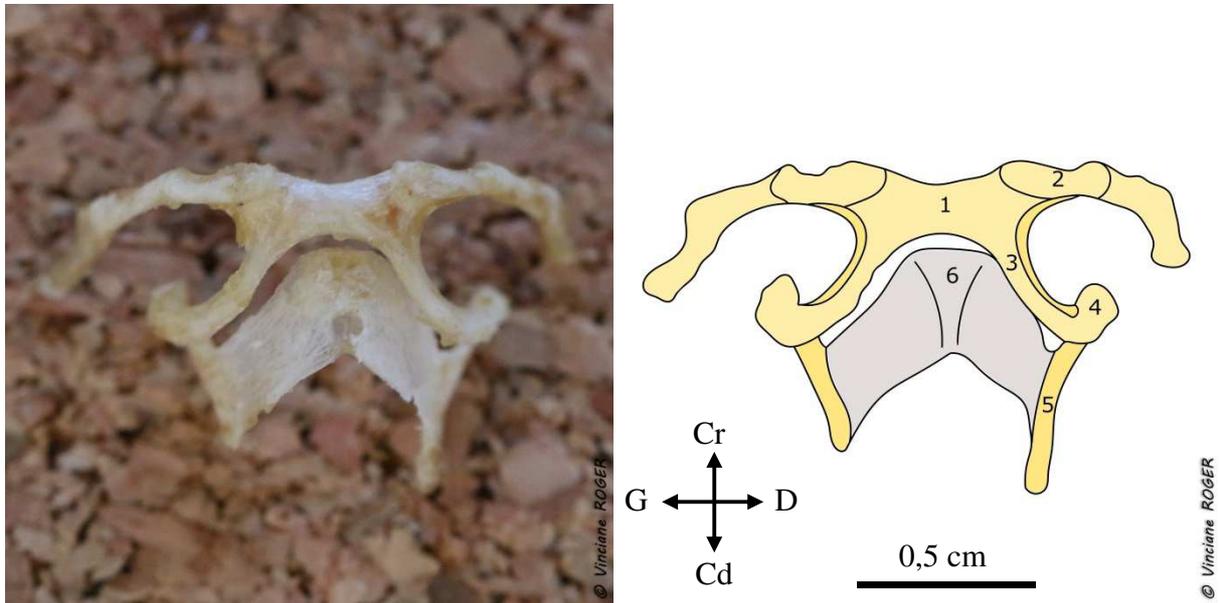
L'os hyoïde

Figure 234 : Os hyoïde d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue crânio-dorsale



- | | |
|-----------------------------------------------|---------------------------------|
| 1. <i>Basihyoideum</i> (corps de l'os hyoïde) | 4. <i>Epihyoideum</i> |
| 2. <i>Thyroideum</i> (grande corne) | 5. <i>Stylohyoideum</i> |
| 3. <i>Ceratohyoideum</i> (petite corne) | 6. Cartilage thyroïde du larynx |

Figure 235 : Os hyoïde d'un individu de *Pteropus niger* et son schéma explicatif - Vue caudo-ventrale



- | | |
|-----------------------------------------------|---------------------------------|
| 1. <i>Basihyoideum</i> (corps de l'os hyoïde) | 4. <i>Epihyoideum</i> |
| 2. <i>Thyroideum</i> (grande corne) | 5. <i>Stylohyoideum</i> |
| 3. <i>Ceratohyoideum</i> (petite corne) | 6. Cartilage thyroïde du larynx |

L'os pénien

Figure 236 : Os pénien d'un individu mâle de *Pteropus niger*, pénis et son schéma explicatif - Vue crâniale



Figure 237 : Os pénien d'un individu mâle de *Pteropus niger*, pénis et son schéma explicatif - Vue caudale



Figure 238 : Os pénien d'un individu mâle de *Pteropus niger*, pénis et son schéma explicatif - Vue distale



Commentaires :

On trouve un os pénien chez les adultes mâles en forme de « fer à cheval ». Cet os, très fin (épaisseur de 0,7 mm), est situé dans la partie distale du pénis, au niveau du gland. Celui-ci est absent chez les jeunes.

3.2.3. Supports pédagogiques : les squelettes

Un premier squelette est utilisé tous les jours lors de la présentation de *Pteropus niger* aux visiteurs (figure 239 ci-dessous).

Figure 239 : Utilisation d'un squelette de *Pteropus niger* lors de la présentation de l'espèce aux touristes



Un deuxième squelette est en place dans la salle pédagogique de *Casela Limited*© (figures 240 et 241).

Figure 240 : Squelette de *Pteropus niger* dans la salle pédagogique



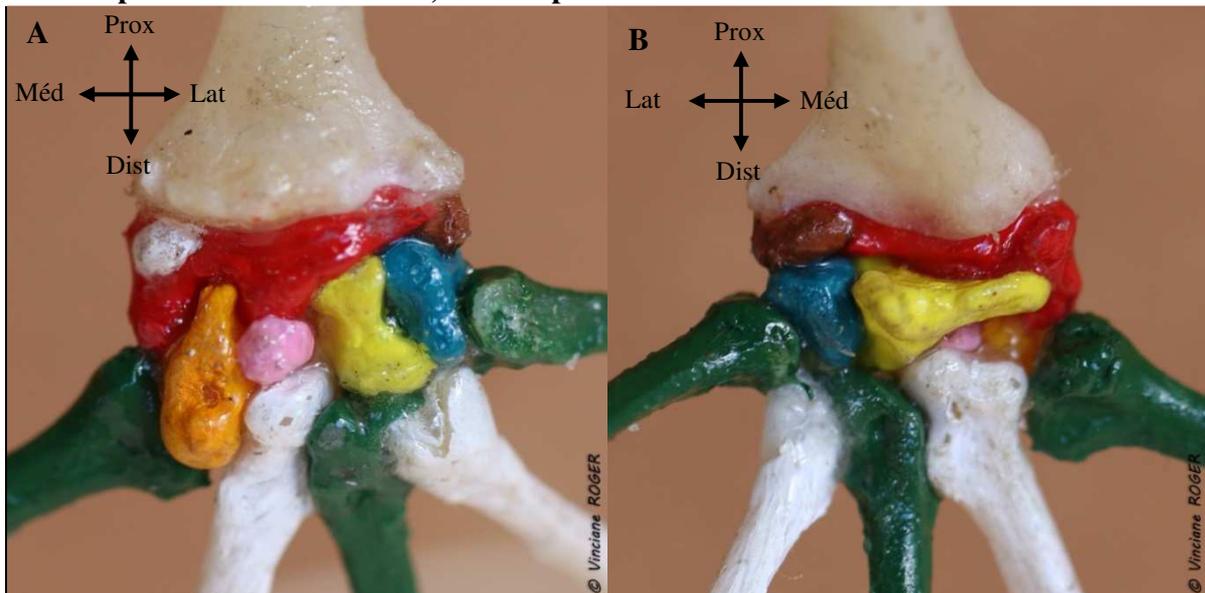
Figure 241 : Salle pédagogique de Casela Limited©



Un troisième squelette a été donné à la NPCCS, suite à la présentation de fin de projet (cf annexe 5). Un quatrième squelette est en attente d'un permis d'exportation CITES pour la France (cf annexes 6 et 7).

Par ailleurs, des films radiographiques de chauves-souris ainsi que des os peints (exemple du carpe avec la figure 242 ci-dessous) ont été gardés par Casela Limited© comme support pédagogiques pour l'animation de leurs ateliers.

Figure 242 : Os du carpe gauche peints d'un individu de *Pteropus niger* avec les métacarpiens - A : vue dorsale, B : vue plantaire



3.3. Discussion

3.3.1. Limites de l'étude

Masse corporelle et mensurations externes

Les animaux confiés par la NPCS étaient majoritairement en bon état de conservation. Le nombre d'individus n'a pas été suffisant pour observer des différences significatives de masse corporelle et de mensurations externes entre individus mâles et femelles.

Imagerie

La présence d'un appareil de radiographie a permis d'avoir un premier aperçu de l'ostéologie de cette espèce. Cependant, considérant le coût des consommables, le caractère chronophage de l'opération ainsi que la qualité moyenne des clichés, seuls quatre individus ont été radiographiés : un jeune mâle ainsi que trois adultes : deux femelles et un mâle. Il n'a pas encore été possible de récupérer un squelette de *Pteropus niger* en France, ce qui aurait permis une meilleure définition d'images ainsi qu'une reconstruction 3D.

Atlas d'ostéologie

La principale difficulté de ce travail a été sa réalisation en deux phases, séparées dans le temps et dans l'espace : les dissections sur place et l'analyse des données ensuite. Il n'a ainsi pas été possible de procéder à certaines vérifications (mesures, orientations) pendant la rédaction ; sans support, l'analyse est également plus longue. Il était prévu de poursuivre le travail sur un squelette avec son exportation en France, mais l'administration mauricienne n'a émis le permis d'exportation que 14 mois après la demande initiale.

L'utilisation du peroxyde d'hydrogène pour blanchir les squelettes a nui à la qualité de l'atlas photographique. En effet, les os sont uniformément blancs et les reliefs peu visibles.

Les plombs ont provoqué de nombreux dégâts sur les os des chauves-souris.

La reconstitution des squelettes a été rendue difficile par deux phénomènes : un temps de séchage de colle long ainsi qu'un manque de matériel permettant de maintenir les os en place durant ce temps de séchage.

L'ostéologie des chauves-souris, mis à part le membre thoracique, est peu décrite. Certains résultats, comme la présence d'un os pénien au niveau du gland du pénis, la différence de fusion du sacrum entre les individus mâles et femelle ou encore les sept vertèbres sacrées trouvées chez le jeune, sont surprenants.

3.3.2. Poursuite de l'étude

Il serait intéressant, lors de la prochaine capture des chauves-souris de la volière à *Casela Limited*®, de prendre les mensurations externes de tous les individus. Cela permettrait d'établir, s'il y a lieu, les différences significatives entre les individus mâles et femelles puis de construire une courbe de croissance afin de pouvoir estimer par la suite l'âge d'un jeune individu sauvage. Un tel outil permettrait peut-être objectiver le caractère « jeune » pour l'individu sauvage plutôt que de l'estimer subjectivement sur la morphologie générale de l'individu et la taille du pénis. En outre, il serait intéressant de déterminer à quel âge les testicules et le pénis atteignent leur taille définitive, et, si ce développement survient à la puberté, quand l'os pénien apparaît.

Le nombre d'individus disséqué ici est faible. Récupérer des individus de *Pteropus niger* lors des futurs abattages permettrait de confirmer les observations concernant le sacrum, à savoir le nombre de vertèbres sacrées et la fusion différentielle entre mâles et femelles.

CONCLUSION

Cette étude s'est intéressée à *Pteropus niger* à l'île Maurice.

En captivité, elle se déplace pour choisir sa nourriture et ne prend pas le premier bout de fruit venu. Elle préfère les fruits aux légumes et parmi les fruits, par ordre de préférence : la papaye, la poire, puis la pomme et enfin la banane. Dans le cas où ces fruits immatures sont seulement proposés à l'état immature, elle sélectionne plutôt la poire par rapport à la papaye, poire qui a un indice de dureté très inférieur à celui de la papaye.

La poursuite de l'étude permettrait de définir quels sens sont sollicités dans la recherche de nourriture ou encore d'établir la préférence alimentaire entre les fruits comestibles et non comestibles pour l'homme (*i.e.* activité commerciale ou non). Les résultats permettraient d'adapter les mesures de protection des vergers tout en protégeant cette espèce menacée.

La dissection des quatre individus (deux adultes femelles, un adulte mâle et un jeune mâle) a permis de confirmer certaines caractéristiques des chauves-souris. Des différences concernant leur anatomie par rapport à d'autres espèces méritent d'être soulignées : un os pénien est présent chez l'individu adulte mâle au niveau du gland mais absent chez le spécimen plus jeune ; les femelles possèdent une vertèbre sacrée, non soudée au reste du sacrum, et en continuité avec la quatrième vertèbre lombaire, contrairement aux mâles ; le sacrum est constitué chez le jeune mâle de sept vertèbres sacrées. Toutes ces observations n'ont cependant été faites que sur un faible nombre d'individus ; il serait intéressant de les confirmer en étudiant d'autres individus ramassés lors des prochaines périodes d'abattage.

BIBLIOGRAPHIE

- Andersen, K., 1912. Catalogue of the Chiroptera in the collection of the British Museum. Volume I: Megachiroptera, 2nd ed., Taylor and Francis, London.
- Andrianaivoarivelo, R.A., Jenkins, R.K.B., Petit, E.J., Ramilijaona, O., Razafindrakoto, N., Racey, P.A., 2012. *Rousettus madagascariensis* (Chiroptera: Pteropodidae) shows a preference for native and commercially unimportant fruits. *In : Endang. Species Res.*, 19, pp. 19-27.
- Aziz, S.A., Olival, K.J., Bumrungsri, S., Richards, G.C., Racey, P.A., 2016. The Conflict Between Pteropodid Bats and Fruit Growers: Species, Legislation and Mitigation. *In : Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. C.C. Voigt, T. Kingston. Springer International Publishing, pp. 377-426.
- Bennett, M.B., 1992. Structural modifications involved in the fore- and hind limb grip of some flying foxes (Chiroptera : Pteropodidae). *J. Zool. Lond.* 229, pp 237-248.
- Blainville (de), H.D., 1835. Mémoire sur le dodo, autrement Dronte. *In : Nouvelles annales du muséum d'histoire naturelle*. Tome IV, Paris.
- Blumenbach, J.F., 1779. Handbuch der Naturgeschichte. Göttingen, bey Johann Christian Dietrich.
- Brisson, A.D., 1756. Classe I: Les Quadrupedes. *In : Le règne animal divisé en IX classes*. J.B. Bauche, Paris. pp. 11-339.
- Buffon (de), G.L.L., Daubenton, L.-J.-M., 1763. Histoire naturelle, générale et particulière, avec la description du cabinet du roi. Tome dixième. Imprimerie Royale, Paris.
- Buffon (de), G.L.L., Daubenton, L.-J.-M., Desmarest, A.-G., 1825. Œuvres complètes de Buffon, avec les descriptions anatomiques de Daubenton, son collaborateur. Mammifères - Tome V. *In : Œuvres complètes de Buffon*. Chez Verdière et Ladrangé, Paris.
- Cheke, A.S., Dahl, J.F., 1981. The status of bats on western Indian Ocean islands, with special reference to *Pteropus*. *In : Mammalia*, 45, n°2, pp. 205-238.
- CITES, 2017. CITES - Taxon: *Pteropus niger* (Animalia). URL [<https://cites.application.developpement-durable.gouv.fr/viewtaxon.do?id=4415>] (accessed 8.29.17).
- Clusius, C., 1605. Exoticorum. Liber quintus. *In : Exoticorum Libri Decem: Quibus Animalium, Plantarum, Aromatum, aliorumque peregrinorum Fructuum describuntur*. Leyde, pp. 94-118.
- D'Altringham, J.D., 2011. Bats, From Evolution to Conservation. Second Edition. Oxford University Press.
- Dietz, C., von Helvesen, O., 2004. Clé d'identification illustrée des chauves-souris d'Europe, Tuebingen & Erlangen. ed. Allemagne.
- Dwarika, S., 2016. Communication personnelle.
- Etienvre, L., 2016. Étude des relations intra-spécifiques et des préférences alimentaires d'un groupe de chauves-souris Mauriciennes, *Pteropus niger*. Master, Université de Caen. Non publié.
- Geoffroy Saint Hilaire, 1829. Dictionnaire des Sciences Naturelles. Tome 58. Levrault, Strasbourg.
- Hansard, 2016. Bats - Culling. *In : Sixth National Assembly, Parliamentary debates, n°8 of 2016*. pp. 48-53.
- Hutson, A.M., Racey, P.A., 2013. *Pteropus niger*. *In : The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T18743A22084054*. URL [<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T18743A22084054.en>] (accessed 8.12.17).

- Kerr, R., 1792. Class I. Mammalia, or animals which give suck to their young. *In: The Animal Kingdom, or Zoological System, of the celebrated Sir Charles Linnæus*. F.R.&A.S.S.E., Edinburgh, pp. 33-400.
- Kunz, T.H., Pierson, E.D., 1994. Bats of the World : an Introduction. *In: Walkers, Bats of the World*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London.
- Linnæi, C., 1748. Systema naturæ sistens regna tria naturæ, in classes et ordines, genera et species redacta tabulisque æneis illustrata, Godofre. Kieewetteri, Stockholmia.
- Linnæi, C., 1894. Systema naturæ. Regnum Animale. Editio decima 1758, Lipsiæ.
- Malherbe, M., 2017. Communication orale.
- Mauritian Wildlife Foundation, 2014. The native plants and animals of Mauritius. Elizabeth Weaver.
- Mauritian Wildlife Foundation, 2015. Cull of the Mauritius Fruit Bat ended ?
- Mauritian Wildlife Foundation, 2017a. Welcome to the Mauritian Wildlife Foundation (MWF). URL [<http://www.mauritian-wildlife.org/application/>] (accessed 8.29.17).
- Mauritian Wildlife Foundation, 2017b. Welcome to the Mauritian Wildlife Foundation (MWF) - Visit Ile aux Aigrettes. URL [<http://www.mauritian-wildlife.org/application/index.php?tpid=1&tcid=3>] (accessed 8.29.17).
- Mickleburgh, S., Hutson, A.M., Bergmans, W., 2008. *Pteropus rodricensis*. *In: The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T18755A8565719*. URL [<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T18755A8565719.en>] (accessed 8.30.17).
- Moutou, F., 1982. Notes sur les chiroptères de l'île de la Réunion (Océan Indien). *In: Mammalia* 46. 35–39.
- Müller, B., Goodman, S.M., Peichl, L., 2005. Cone Photoreceptor Diversity in the Retinas of Fruit Bats (Megachiroptera). *In: Brain Behav Evol* 2007 70, pp 90-104.
- National Parks and Conservation Services, 2016. Communication orale.
- Neuweiler, G., 2000. The Biology of Bats.
- Norberg, U.M., 1972. Functional Osteology and Myology of the Wing of the Dog-Faced bat *Rousettus aegyptiacus* (E. Geoffroy) (Mammalia, Chiroptera). *Z. Morph Tiere* 73, pp 1-44.
- Nyhagen, D.F., Turnbull, S.D., Olesen, J.M., Jones, C.G., 2004. An investigation into the role of the Mauritian flying fox, *Pteropus niger*, in forest regeneration. *In: Biological Conservation* 122. pp 491-497.
- Oleksy, R., Jones, C., Tatayah, V., Racey, P., Jones, G., 2015. The impact of the Mauritius Fruit Bat (*Pteropus niger*) on commercial fruit farms and possible mitigation measures. Report 2014/2015.
- Panyutina, A.A., Korzun, L.P., Kuznetsov, A.N., 2015. Chapter 3 : Forelimb Morphology of Bats. *In: Flight of Mammals: From Terrestrial Limbs to Wings*. Springer International Publishing Switzerland.
- Pinheiro, J.C., Bates, M.D., 2000. Mixed-Effects Models in S and Splus. Springer –Verlag New York Inc.
- R Core Team, 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Republic of Mauritius, 1994. Wildlife and National Parks 1993 - Act 13 of 1993.
- Republic of Mauritius, 2015. The Native Terrestrial Biodiversity and National Parks Act 2015 - Act 14 of 2015.
- Republic of Mauritius, 2016. Strategic Plan (2016-2020) for Food Crop, Livestock and Forestry Sectors.

- Republic of Mauritius*, 2017a. Histoire. In: *République de Maurice*. URL [http://www.govmu.org/French/ExploreMauritius/Pages/History.aspx] (accessed 8.18.17).
- Republic of Mauritius*, 2017b. National Biodiversity Strategy and Action Plan (NBSAP) 2017-2025.
- Republic of Mauritius*, 2017c. *National Parks and Conservation Services*. URL http://npcs.govmu.org/English/Pages/default.aspx (accessed 3.31.17).
- Republic of Mauritius*, 2017d. Black River Gorges National Park. In: *National Parks and Conservation Services*. URL [http://npcs.govmu.org/English/Pages/Black-River-Gorges-National-Park.aspx] (accessed 8.17.17).
- Robin, S., 2007. Suivi et essai d'estimation de la population de chauve-souris frugivore (*Pteropus niger*) à l'île Maurice. Mémoire, Université Paul Cézanne, Marseille.
- Roué, S.G., Probst, J.-M., 2010. Nouvelles observations de Roussette noire (*Pteropus niger*) sur l'île de la Réunion. In: *Symbioses*, Nouvelle série, n°25. 41–43.
- Safford, R.J., 1997. A survey of the occurrence of the native vegetation remnants on Mauritius in 1993. In: *Biological Conservation*, 80. 181–188.
- Samson, T., 2016. Météo à Flic en Flac en 2016: Quel temps faisait-il? URL [http://www.historique-meteo.net/afrique/ile-maurice/flic-en-flac/2016/] (accessed 6.26.17).
- Smith, B.J., Holladay, S.D., Smith, S.A., 1995. Patella of selected bats: Patterns of Occurrence or Absence and associated modifications of the quadriceps femoris tendon. In: *The Anatomical Record*, 242:575-580.
- Tatayah, V., 2017. Communication orale.
- Teeling, E.C., Springer, M.S., Madsen, O., Bates, P., 2005. A Molecular Phylogeny for Bats illuminates biogeography and the Fossil Record. In: *Sciences*, Vol 307, pp 580-585.
- Teeling, E.C., 2009. Bats (Chiroptera). In: *The Timetree of Life*, S. B. Hedges and S. Kumar, Eds. Oxford University Press. pp. 499-503.
- Vogelnest, L., Woods, R. (Eds.), 2008. *Medicine of Australian mammals: an Australian perspective*. CSIRO Pub, Collingwood, Vic.
- Wachill, M., 2015. Attitude of Mauritians towards the Mauritius Fruit Bat, *Pteropus niger*. Master of Sciences, Nottingham Trent University.
- Walton, D.W., Walton, G.M., 1970. Post-Cranial Osteology of Bats. In: *About Bats, a Chiropteran Biology Symposium*. Edited by Bob H. Slaughter and Dan W. Walton. Southern Methodist University Press. Dallas. pp93-126.

ANNEXE 1. Demande d'autorisation de dissection



Osteology and foraging behaviour in captivity of *Pteropus niger*

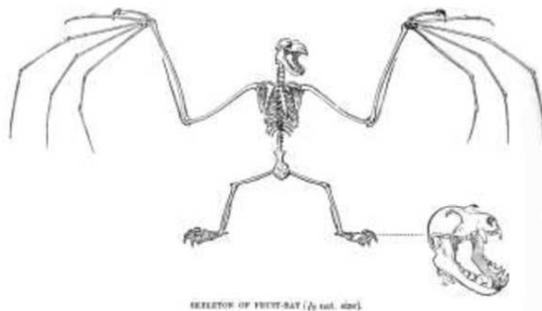


Photo 1 : Skeleton of fruit-bat - Lydekker, 1893¹



Photo 2: *Pteropus niger* – Mauripix

Submitted by Casela on behalf of Ms. Vinciane Roger
(@gmail.com, +33 6)

Research proposal for a veterinary thesis, 12 Mai 2016 in Nantes (France)

Purpose of the research

To contribute to the knowledge and protection of *Pteropus niger*, I will study them this summer as part of my veterinary thesis (DVM).

In a first step, dead bats will be X-rayed and dissected, leaving only bones and tendons. Then, I will take measurements and photographs of different bones (Photos 3,4,5). There is a lack of documentation of the osteology of the Mauritius fruit bats, it would be interesting for research in comparative anatomy.



Photo 3: Microbat – VetSuisse Zurich



Photo 4 : Vampire bat - radius, wrist, metacarpals and phalanges²



Photo 5 : Vampire bat - cranium inferior²

I also intend to study their dietary preference on captive bats in Casela and on Ile aux Aigrettes, in collaboration with the Mauritian Wildlife Foundation. For this, I'll use infrared cameras and I will weigh daily ingested food. To begin, I will study their usual diet. Then, I will gradually modify their environment in order to understand their preferences and reactions based on fruit color and odour.

In a last phase, if time allows, I will identify different bats and will X-ray them, under sedation, to measure the different bones in order to complete the first part of this research project.

Finally, I will create life size models with bones or reconstituted skeleton (photo 3) in order to provide knowledge and raise awareness in the Mauritian population about the need to retain this species.

Data concerning the literature of *Pteropus niger* are the following:

Non-reproductive adult females weigh an average of 473 g ([380-540g], n=5). Adult forearm-length averages 152 mm ([143-165mm], n=14), with no significant difference between males and females (Cheke and Dahl, 1981; Nyhagen, 2001)³.

The eyes of Megabats are well adapted to night vision¹. Sight is better in *Pteropus* (lack of echolocation) and they have a colour vision¹.

Banack (1998) and Marshall (1985) emphasise that pteropodids prefer ripe over unripe fruit and Funakoshi et al. (1993) state that fruit bats only consume immature fruit when ripe fruit resource levels are low³.

Megabats find their food resources through vision and sense of smell, and can see as well as the domestic cat (*Felis catus*) (Graydon and Giorgi, 1987)⁴. Fruits and vegetables were rated at The Lubee Foundation, based on consumption of each item. We also can find Bananas, mango and Papaya as

preferable, with 90-100% consumption rate when offered as enrichment with a normal diet⁴.

Aim

The ultimate goal of this research is to provide a photographic atlas of the osteology of a fruit bat and to study the foraging behaviour of *Pteropus niger*. This may inform and help resolve the conflict between the bat and fruit growers.

Objectives

- Performing dissections allowing to study *Pteropus niger*'s osteology
- Studying the food preferences
- Improve awareness and appreciation of the *Pteropus niger*

Hypothesis

H1 : Osteology of the Mauritius Fruit Bat does not differ from the other pteropids.

H2 : Bats prefer ripe over unripe fruits.

H3 : Bats have fruit colour & odour preference.

Methodology

X-ray

Dead animals

- Forelimbs (front)
- Hindlimbs (lateral and front)
- Body (lateral and front)
- Head (ventral, dorsal and lateral)

Alive under sedation

- Forelimbs (front)
- Hindlimbs (lateral and front)

Sedation⁵

Diazepam 0.5-2mg/kg IM, IV

Propofol 8-10 mg/kg IV

Medetomidine 1mg/mL/kétamine 100 mg/mL : 0.01-25 mL/kg combination IM

Xylazine 20mg/mL/ketamine 100mg/mL : 0.2-0.4 mL/kg combination IM

Dissection to obtain skeleton

Pin the bat on the baseplate, consisting of polystyrene plate covered with linoleum. Dissect the bat using dissecting forceps and scalpel, starting with the abdomen, thorax, head and finally the limbs. Leave the ligaments intact and attached to keep the skeleton together.

Place the bat every evening in a bin filled with alcohol for overnight storage.

When dissection is over and in order to whiten the bones, place the skeleton in a hydrogen peroxide solution for 2-3 hours.

Material used in food preference

Mature and immature Bananas, Mangoes, Papayas, Apples
Food grade colouring or fruits of different colours
Essential oils

References

1 - Dorothée SARA, *Chauves-souris et zoonoses*, École nationale vétérinaire d'Alfort, (thèse de doctorat en Médecine Vétérinaire), 2002, 120 p.

2 - Diane L. France, *Human and Nonhuman Bone Identification*, CRC Press, 2009, 734 p. (ISBN 978-1-4200-6286-1)

3 - Nyhagen et al., *An investigation into the role of the Mauritian flying fox, Pteropus niger, in forest regeneration*, Biological Conservation 122 (3) : 491-497, 2005

4- Dana LeBlanc, *Fruit Bat Enrichment at The Lube Foundation, Inc.*, Publication #74

5 – Annabelle OLSSON, Rupert WOODS, *Medicine of Australian mammals*, CSIRO, 2008, (ISBN 9780643091504)

Programme of work

The study period will be from 29th June to 5th September 2016.

I plan first to observe their current dietary behavior for 1.5 weeks; then the influence of the color and odor with the supply of bananas, mangoes and papayas for 4 weeks. On the remaining time, I will do the dissections and construct models of the bats.

Relevance

Photographs of osteology and food preference in captivity will be a contribution to research and to the knowledge of this species. Raising awareness on *Pteropus niger* will help Mauritius to protect this endangered species.

ANNEXE 2. Autorisation de dissection de la NPCS



MINISTRY OF AGRO-INDUSTRY & FOOD SECURITY

National Parks & Conservation Service, Réduit

Tel: 464 4016, 464 2993; Fax: 466 0453

Email: npcs@govmu.org



In reply please quote: NP 95/3V7

22 November 2016

To: Managing Director
Casela Nature Park
(Attn: Veterinary Officer, Mrs M. Domaingue)
Cascavelle.

Re: Study on osteology and foraging behaviour in Captivity of Mauritius Fruit Bat (Pteropus niger) by Ms Vinciane Roger- Nantes Atlantic National College of Veterinary Medicine, Food Science and Engineering.

Dear Madam,

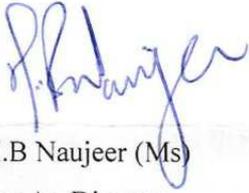
I am directed to inform you that **approval** has been granted by the Ministry of AgroIndustry and Food Security for Ms Vinciane Roger, student at Nantes Atlantic National College of Veterinary Medicine, Food Science and Engineering, to conduct research study on osteology and foraging behaviour in Captivity of Mauritius Fruit Bat (*Pteropus niger*) at Casela Nature Park **subject to the following conditions that should be adhered to:**

Conditions for Research on fruit bats:

1. The government will not incur any costs as Ms Vinciane Roger will work as a Volunteer with Casela Nature Park
2. A hard and soft copy of full study report is submitted by researcher to NPCS at the end of the study
3. A power point presentation on research study is made by the researcher to NPCS
4. The in kind contribution of National Parks and Conservation Service is acknowledged in study report and other publications
5. Relevant staff of NPCS is involved in the proposed study on bats for capacity building
6. The researcher should be covered by an insurance policy during field exercise and responsible for his own safety and security.
7. In the event of any publication resulting of the research findings, co-authorship of NPCS staff should be envisaged.

8. A Material Transfer Agreement is duly signed by researcher in case of any transfer of Fruit Bat Skeletal samples from Mauritius to other research institutions abroad.

By copy of this letter, you are kindly requested to inform Ms Vinciane Roger for the grant of approval for her proposed research study on fruit bats in Mauritius.



H.B Naujeer (Ms)

For Ag Director

National Parks and Conservation Service

ANNEXE 3. Feuilles de suivi alimentaire

Feuille 1

Etude du comportement alimentaire

Par mangeoire :

Heure du dépôt de nourriture :h....Date :

Total :

		F	N°																
0'	M1																		
	M2																		
5'	M1																		
	M2																		
10'	M1																		
	M2																		
15'	M1																		
	M2																		
20'	M1																		
	M2																		
25'	M1																		
	M2																		
30'	M1																		
	M2																		
35'	M1																		
	M2																		
40'	M1																		
	M2																		
45'	M1																		
	M2																		
50'	M1																		
	M2																		
55'	M1																		
	M2																		
60'	M1																		
	M2																		
65'	M1																		
	M2																		

M2		
M1		

Feuille 2

70'	M1																		
	M2																		
75'	M1																		
	M2																		
80'	M1																		
	M2																		
85'	M1																		
	M2																		
90'	M1																		
	M2																		
95'	M1																		
	M2																		
100'	M1																		
	M2																		
105'	M1																		
	M2																		
110'	M1																		
	M2																		
115'	M1																		
	M2																		
120'	M1																		
	M2																		

ANNEXE 4. Résultats bruts de la préférence alimentaire

Préférence alimentaire fruits – légumes

- Temps moyen de consommation en fonction de la mangeoire et du fruit - légume

	M1				M2			
	Moyenne	Ecart type	n	Erreur standard	Moyenne	Ecart type	n	Erreur standard
Papaye	9,82	10,96	27	2,11	15,48	14,99	21	3,27
Banane	14,29	8,02	28	1,52	29,23	10,77	13	2,99
Carotte	25,00	8,03	32	1,42	24,55	19,29	11	5,82
Chouchou	35,17	12,85	29	2,39	35,00	12,91	4	6,45

Modèle lmer

	Estimate	Std. Error	t value
Papaye - M1	9.676	2.467	3.922
Fruit[T.Banane]	4.783	3.120	1.533
Fruit[T.Carotte]	14.873	3.060	4.860
Fruit[T.Chouchou]	26.226	3.182	8.241
FruitPapaye:Mangeoire[T.deux]	6.046	3.630	1.666
FruitBanane:Mangeoire[T.deux]	14.859	4.014	3.702
FruitCarotte:Mangeoire[T.deux]	1.063	4.277	0.249
FruitChouchou:Mangeoire[T.deux]	-1.551	6.211	-0.250

- Différence de temps moyen de consommation des fruits – mangeoire M₁

Test post-hoc de Tukey

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
Banane - Papaye == 0	4.783	3.120	1.533	0.41758
Carotte - Papaye == 0	14.873	3.060	4.860	< 0.001 ***
Chouchou - Papaye == 0	26.226	3.182	8.241	< 0.001 ***
Carotte - Banane == 0	10.090	3.019	3.343	0.00439 **
Chouchou - Banane == 0	21.443	3.098	6.920	< 0.001 ***
Chouchou - Carotte == 0	11.353	3.002	3.782	< 0.001 ***

Préférence alimentaire des fruits et influence de l'emplacement

Modèle glmer (Poisson)

- Effet de la mangeoire sur le nombre de reste (tous les fruits confondus)

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	1.87180	0.09805	19.090	< 2e-16 ***
Mangeoire[T.2]	0.49141	0.12449	3.948	7.9e-05 ***

- Effet de l'emplacement sur le nombre de reste (tous les fruits confondus)

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Inter T.1)	1.6094	0.2236	7.198	6.13e-13 ***
Emplacement[T.2]	0.4055	0.2887	1.405	0.160148
Emplacement[T.3]	0.8544	0.2670	3.200	0.001373 **
Emplacement[T.4]	0.6678	0.2750	2.428	0.015173 *
Emplacement[T.5]	0.2231	0.3000	0.744	0.456990
Emplacement[T.6]	0.3716	0.2907	1.278	0.201127
Emplacement[T.7]	0.5596	0.2803	1.996	0.045885 *
Emplacement[T.8]	0.8961	0.2653	3.377	0.000733 ***

- Effet du fruit sur le nombre de reste (tous les emplacements confondus)

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.86220	0.08452	33.866	< 2e-16 ***
Fruit[T.Papaye]	-4.24850	0.71209	-5.966	2.43e-09 ***
Fruit[T.Poire]	-1.02962	0.16475	-6.250	4.12e-10 ***
Fruit[T.Pomme]	-0.51083	0.13801	-3.701	0.000215 ***

Test post-hoc de Tukey

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
Papaye - Banane == 0	-4.2485	0.7121	-5.966	<0.001 ***
Poire - Banane == 0	-1.0296	0.1648	-6.250	<0.001 ***
Pomme - Banane == 0	-0.5108	0.1380	-3.701	<0.001 ***
Poire - Papaye == 0	3.2189	0.7211	4.464	<0.001 ***
Pomme - Papaye == 0	3.7377	0.7154	5.224	<0.001 ***
Pomme - Poire == 0	0.5188	0.1786	2.904	0.0151 *

Influence de la maturité

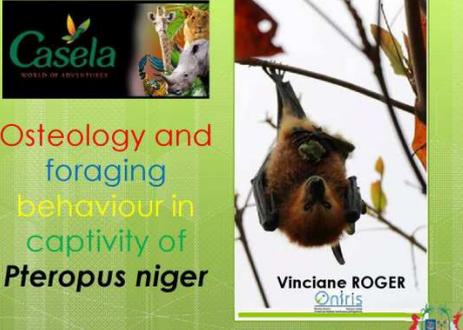
- Nombre (n) de bouts de fruits mangés et temps moyen de consommation en fonction de la mangeoire, du fruit et de la maturité

Jour	Mang.	Empl.	Fruit M/l	Moyenne	Ecart-type	n	Erreur standard
J7	M2	8	PapayeM	64,09	32,65	22	6,96
J7	M1	2	Papayel	60,00	17,77	20	3,97
J7	M2	7	PoireM	90,63	24,27	8	8,58
J7	M1	1	Poirel	71,98	30,09	58	3,95
J7	M1	6	PommeM	57,86	38,71	7	14,63
J7	M2	4	Pommel	73,89	45,12	9	15,04
J7	M2	3	BananeM	#na	#na	0	#na
J7	M1	5	Bananel	15,00	#na	1	#na
J8	M2	4	PapayeM	57,56	34,17	41	5,34
J8	M1	1	Papayel	28,75	24,28	4	12,14
J8	M2	7	PoireM	55,00	32,60	13	9,04
J8	M1	5	Poirel	27,95	25,62	61	3,28
J8	M2	3	PommeM	76,19	31,34	21	6,84
J8	M1	6	Pommel	56,88	33,16	16	8,29
J8	M2	8	BananeM	96,11	18,50	9	6,17
J8	M1	2	Bananel	72,50	3,54	2	2,50

- Moyenne de dureté des fruits

		J ₇	J ₈
Pomme	A : Mature	4,6	3,4
	B : Immature	5,4	4,7
Poire	A : Mature	1,1	0,6
	B : Immature	1,8	3,6
Banane	A : Mature	0,6	0,3
	B : Immature	4,8	3,6
Papaye	A : Mature	4,3	1,1
	B : Immature	sup 13	sup 13

ANNEXE 5. Présentation de fin de projet à la NPCS



Osteology and foraging behaviour in captivity of *Pteropus niger*

Vinciane ROGER
Oniris

Présentation de projet, NPCS, le 05.09.2016

Introduction



- Plan d'abattage de *Pteropus niger* fin 2015
 - Conflit avec les producteurs de fruits
- Sujet de thèse vétérinaire
 - Ostéologie : peu étudiée chez chiroptères
 - Alimentation : tester l'odorat et la vision pour s'en servir dans le conflit
 - Sensibilisation : réalisation d'un squelette

Sommaire



- Matériel
- Méthode
- 1ers Résultats
- Discussion

Matériel



Matériel

- Appareil radiographie + développeuse
- Echographe
- Bagues colorées + spray
- Colorants alimentaires
- Arômes alimentaires
- Pénétrömètre
- Appareil photo
- Plaque électrique + casserole
- Instruments de dissection
- Colle époxy
- Patafix
- Instruments de mesures (règle en métal, pied à coulisse)
- Pincers + fil de fer
- Plaque de liège + polystyrène
- 10 Cadavres de chauves-souris
- Fruits et légumes
- ...



Développeuse (radiographie)
Echographe
Pied à coulisse électronique
Appareil radiographie
Pénétrömètre

Matériel



Volière de Casela 24 chauves-souris

Matériel



Identification individuelle : microchip (jugulaire)
± bague(s) colorée(s) pouce(s) membre(s) antérieur(s)
± spray Violet / Rouge / Argent sur le dos

Microchip

Méthode

- Mesures utilisées dans la clé d'identification*, modifiée
 - Envergure
 - Poids
 - Longueur de l'avant bras
 - Longueur du 5^{ème} doigt
 - Longueur du 3^{ème} doigt
 - Longueur du pouce
 - Longueur du tibia
 - Longueur du pied
 - Longueur de l'oreille
 - Longueur de la 1^{ère} et 2^{ème} phalange des doigts 3 et 4
 - Longueur de la rangée des dents supérieure



* Dietz & von Helversen, Clé d'identification illustrée des chauves-souris d'Europe, Version 1.0 publiée le 5.12.2004, Allemagne

Méthode

- Obtention d'os
 - Décongélation 24h à T° ambiante
 - Dépeçage
 - Retrait des organes abdominaux et thoraciques
 - Cuisson (± 6h)
 - Dissection
 - Blanchissement au peroxyde d'hydrogène (± 2h)
 - Rinçage à l'eau claire
 - Séchage sur support, étendue

Méthode

- Préférence alimentaire
 - Fruits / Légumes
 - Fruits : influence de
 - La maturité
 - La couleur
 - L'odeur
 - Paramètres testés
 - Fruits
 - La mangeoire
 - L'emplacement dans la mangeoire

Méthode

- Essais infructueux avec des caméras

19°C 07-01-2016 10:35:47

Méthode

- Feuille de suivi visuel direct

Feuille de suivi visuel direct		Feuilles mangées	
Heure	Observation	10'	20'
07:00			
07:05			
07:10			
07:15			
07:20			
07:25			
07:30			
07:35			
07:40			
07:45			
07:50			
07:55			
08:00			
08:05			
08:10			
08:15			
08:20			
08:25			
08:30			
08:35			
08:40			
08:45			
08:50			
08:55			
09:00			
09:05			
09:10			
09:15			
09:20			
09:25			
09:30			
09:35			
09:40			
09:45			
09:50			
09:55			
10:00			
10:05			
10:10			
10:15			
10:20			
10:25			
10:30			
10:35			
10:40			
10:45			
10:50			
10:55			
11:00			
11:05			
11:10			
11:15			
11:20			
11:25			
11:30			
11:35			
11:40			
11:45			
11:50			
11:55			
12:00			
12:05			
12:10			
12:15			
12:20			
12:25			
12:30			
12:35			
12:40			
12:45			
12:50			
12:55			
13:00			
13:05			
13:10			
13:15			
13:20			
13:25			
13:30			
13:35			
13:40			
13:45			
13:50			
13:55			
14:00			
14:05			
14:10			
14:15			
14:20			
14:25			
14:30			
14:35			
14:40			
14:45			
14:50			
14:55			
15:00			
15:05			
15:10			
15:15			
15:20			
15:25			
15:30			
15:35			
15:40			
15:45			
15:50			
15:55			
16:00			
16:05			
16:10			
16:15			
16:20			
16:25			
16:30			
16:35			
16:40			
16:45			
16:50			
16:55			
17:00			
17:05			
17:10			
17:15			
17:20			
17:25			
17:30			
17:35			
17:40			
17:45			
17:50			
17:55			
18:00			
18:05			
18:10			
18:15			
18:20			
18:25			
18:30			
18:35			
18:40			
18:45			
18:50			
18:55			
19:00			
19:05			
19:10			
19:15			
19:20			
19:25			
19:30			
19:35			
19:40			
19:45			
19:50			
19:55			
20:00			
20:05			
20:10			
20:15			
20:20			
20:25			
20:30			
20:35			
20:40			
20:45			
20:50			
20:55			
21:00			
21:05			
21:10			
21:15			
21:20			
21:25			
21:30			
21:35			
21:40			
21:45			
21:50			
21:55			
22:00			
22:05			
22:10			
22:15			
22:20			
22:25			
22:30			
22:35			
22:40			
22:45			
22:50			
22:55			
23:00			
23:05			
23:10			
23:15			
23:20			
23:25			
23:30			
23:35			
23:40			
23:45			
23:50			
23:55			
24:00			

M2
6 4
7 3
M1
6 2
5 1

Résultats

- Atlas d'ostéologie
 - Crâne

Résultats

- Zoom sur le carpe
- Zoom sur le bassin

Résultats

- Squelette comme support de sensibilisation

Résultats

- Préférence alimentaire

Tests encore en cours...

17 Discussion

- Cadavres criblés de balles et de fractures



18 Discussion

- Limites : « interférences » sociales



19 Conclusion

- Différences anatomiques marquées, avec mammifères et autres chiroptères
- La suite ...
 - A Casela
 - Suivi lors des naissances
 - Continuité de tests de préférence alimentaire
 - En France
 - Rédaction et soutenance de thèse (2017)



20



Questions ?

21



Merci de votre attention

ANNEXE 6. Demande de « *Material Transfer Agreement* »

Vinciane ROGER

94700 Maisons-Alfort

France

+ 33

@gmail.com

National Parks and Conservation Service (NPCS)
Réduit,
Mauritius

Maisons-Alfort, Monday 2nd October 2017

Object : Material Transfer Agreement,

Dear Sir/Madam,

I, the undersigned, Vinciane Méryle Marie-Frédérique ROGER (FRA [REDACTED]),
Veterinary Student, give a proxy and authorise Mathieu Gilian Clarel MALHERBE (M [REDACTED]),
Conservation & Research Officer of Casela World of Adventures, to sign for me the export of a Bat
skeleton.

My veterinary thesis which I worked on in 2016 in Mauritius is titled "Osteology and foraging
behaviour in captivity of *Pteropus niger*" and I need to have a Skeleton sample of a Mauritius Fruit
Bat in order to continue my research in France. This is why I am asking you to have a Material
Transfer Agreement for the exportation of a whole Skeleton of *Pteropus niger* to France.

I will be the one who will receive the Skeleton sample :

Vinciane ROGER [REDACTED]

94700 Maisons-Alfort

FRANCE

I wish to notify that the whole skeleton of the Mauritius Fruit Bat (*Pteropus niger*) will be
used solely for educational and/or research purposes and will not be used for any commercial
activity,

I look forward hearing from you soon,

Yours faithfully,



Vinciane ROGER

ANNEXE 7. « *Material Transfer Agreement* »

MEMORANDUM OF AGREEMENT FOR THE SUPPLY OF BIOLOGICAL MATERIAL BY GOVERNMENT OF MAURITIUS

Because Recipient has agreed to comply with the terms and conditions set forth in this Agreement, the Government (GOM) represented by Permanent Secretary, Ministry of Agro Industry and Food Security (MOAFS) will supply to Recipient the biological material * itemized on the reverse of this Agreement and on any printed continuation sheets attached hereto (the "Material").

Government of Mauritius intends to honour the letter and spirit of the Convention on Biological Diversity and its associated protocols including the Nagoya Protocol in the use of its genetic resources **. Accordingly, the supply of the Material by the MOA to Recipient is subject to the following conditions:

- (1) The Material, any progeny derived from it and other derivatives thereof remain the property of the Government of Mauritius. The recipient has no right to claim ownership over the Material received nor to seek IPR (Intellectual Property Rights) over that Material or any progeny or derivatives thereof:
- (2) Subject to Clauses 3 and 5 below, Recipient may use the Material and any progeny or derivatives thereof (such as modified or unmodified extracts) for non-commercial purposes only.
- (3) Recipient will provide Government of Mauritius with a fair and reasonable share of any benefits obtained by Recipient arising out of any utilization by Recipient of the Material or its progeny or derivatives in an amount and a form to be agreed upon between the Recipient and the Government of Mauritius. This could be through acknowledgment in research results/publications, payments, training assistance, technology transfer, or other forms of collaboration.

- (4) Under this agreement, Recipient may not commercialise^{***} the Material or any progeny or derivatives thereof:
- (5) If, at any point in the future, Recipient wishes to commercialise the Material or its progeny or derivatives, Recipient must first obtain the written permission of GOM. Any commercialization to which GOM agrees will be subject to a separate agreement between Recipient and GOM consistent with GOM's policy that benefits be shared equitably with the source country^{****} of the Material.
- (6) Recipient may not transfer the Material or any progeny or derivatives thereof to any party without the prior informed consent in writing of GOM, and then only under a legally binding written agreement containing terms no less restrictive than those contained in this Agreement unless otherwise agreed in writing by GOM.
- (7) GOM makes no representations and extends no warranties of any kind, either express or implied. There are no express or implied warranties for safety, accuracy or correctness of any passport or other data provided with the material or fitness for any particular purpose of the Material or its progeny or derivatives thereof. Neither does GOM make any warranties as the quality, availability, or purity (genetic or mechanical) of the material being furnished. The phytosanitary condition of the material will be warranted only as described in the attached phytosanitary/sanitary certificate. The Recipient assumes full responsibility for complying with the Recipient's nation's quarantine/biosafety regulations and rules as to import for release of biological material.

The Government of Mauritius makes no warranties that the Material provided to Recipient under this Agreement is or will remain free from any further obligation to obtain prior informed consent from, to share benefits with or to comply with restrictions on use imposed by the source country of the Material or any further other country or regional economic integration organization.

R *MA*

Recipient hereby indemnifies GOM from any damage, claim and all liability of whatsoever kind and nature, arising out of the Material or its progeny or derivatives and their use.

- (8) Where relevant all obligations under this Memorandum of Agreement will also apply to genes derived from the material.
- (9) This Agreement is governed by and shall be construed in accordance with rules, regulations and laws of the State of Mauritius.

I understand that any Material supplied to me by GOM pursuant to this Agreement will be subject to, and I agree to comply with, the conditions above.

For Recipient
Signature: *[Signature]*
Name/Title: *Markus PALMEROS*
Conservation & Research Officer, CASER
For and on behalf of:
...Vinciane Michel Anicé-Fredrique
ROGER
Address of Recipient:
[Redacted]
Date: *13/10/2017*

For Government of Mauritius
Signature: *[Signature]*
Name/Title: *Kevin*
Rubermann - Deputy
Director
For and on behalf of:
National Parks &
Conservation Service
Ministry of Agro-Industry
and Food Security
Date: *13/10/2017*



* Biological material shall include plants, plant parts or propagation material (such as seeds, cuttings, roots, bulbs, corms, or leaves) fungi or other fungal material and any other material of plant, animal, fungal, microbial or other origin and the genetic resources contained therein.

** Genetic resources are any biological material of actual or potential value containing functional units of heredity, including DNA. This definition of genetic resources is adapted from the definitions of genetic materials and genetic resources set forth in Article 2 of the Convention on Biological Diversity.

*** Commercialisation shall include, but not be limited to, the following activities: sale, filing a patent application, obtaining or transferring intellectual property rights or other tangible or intangible rights by sale or licence or in any other manner, commencement of product development, conducting market research, and seeking pre-market approval.

**** Source country means the country from which a given sample Material was collected.

*NPCS, Réduit,
04 April 2017*

11

OSTÉOLOGIE ET PRÉFÉRENCE ALIMENTAIRE D'UNE CHAUVÉ-SOURIS FRUGIVORE, *PTEROPUS NIGER*, À L'ÎLE MAURICE

ROGER Vinciane, Méryle, Marie-Frédérique

Résumé

Cette étude récapitule l'histoire de *Pteropus niger*, depuis la colonisation de l'île Maurice par l'homme jusqu'en 2016. C'est à travers les descriptions de *Pteropus niger* par M. de La Nux en 1772 que l'on s'intéresse successivement à sa vie dans les dortoirs, son alimentation, sa locomotion ainsi que sa reproduction. Parce qu'elle constituait une source de nourriture, cette chauve-souris était menacée. Deux siècles plus tard, elle l'est toujours : la chasse, la déforestation massive avec la perte de l'habitat, les cyclones, les fils électriques, etc constituent autant de menaces sur une île où bien d'autres espèces ont connu l'extinction.

L'inscription de cette espèce sur la liste des espèces protégées en 1993 par le "Wildlife and National Park Act" a été un premier pas dans sa conservation. Différentes organisations, telles que la *Mauritian Wildlife Foundation* ou *Casela Limited*®, contribuent à la recherche sur cette espèce et/ou à la sensibilisation de la population mauricienne.

Depuis plusieurs décennies, un conflit oppose les producteurs de fruits à *Pteropus niger*, frugivore, qui occasionne de nombreux dégâts sur les vergers. Fin 2015, ce conflit a connu un tournant majeur avec l'organisation, par le gouvernement, d'un abattage contrôlé d'une partie de la population de chauves-souris ; une décision renouvelée en 2016.

Dans ce contexte, un protocole expérimental a été conçu pour réaliser des tests de préférence alimentaire sur *Pteropus niger* en captivité. Celui-ci a d'ores et déjà démontré que les chauves-souris réalisent un choix lors de la prise de nourriture et qu'elles préfèrent certains fruits (papaye, poire) à d'autres (bananes). La poursuite de cette expérience permettrait de connaître l'influence de leurs sens et de la maturité des fruits sur la prospection et la prise de nourriture. La connaissance des facteurs intervenant dans la recherche de nourriture permettrait de mieux cibler des solutions non létales qui seraient suffisamment efficaces pour protéger les vergers.

Par ailleurs, des cadavres récupérés lors de la période d'abattage de 2015 ont servi à la réalisation d'un atlas photographique de cette espèce. Notons en particulier des caractères que l'on ne retrouve pas chez les autres chauves-souris, à savoir : un os pénien présent dans la partie distale du gland chez les adultes et une différence dans la fusion des vertèbres sacrées entre les individus mâles et femelles. Cela devra être cependant confirmé par d'autres dissections. La prise de clichés radiographiques ainsi que la reconstitution de quatre squelettes de *Pteropus niger* ont également été réalisées. Ceux-ci servent actuellement de supports pédagogiques pour la sensibilisation des Mauriciens et des touristes à cette espèce.

**Mots clés : OSTÉOLOGIE - PRÉFÉRENCE ALIMENTAIRE – PROTOCOLE
EXPÉRIMENTAL - MEGACHIROPTÈRE – CHAUVÉ-SOURIS**

Jury

Président : P^r SOUSSY

Directeur : D^r GUINTARD

Assesseur : D^r ARNÉ

OSTEOLOGY AND FORAGING BEHAVIOUR OF A FLYING FOX, *PTEROPUS NIGER*, IN MAURITIUS

ROGER Vinciane, Méryle, Marie-Frédérique

Summary

This study reviews the story of *Pteropus niger*, from the colonisation of Mauritius to 2016. Our interest in its life in roosts, its diet, its locomotion as well as its reproduction is closely connected to the descriptions of *Pteropus niger* made by Mr de La Nux in 1772. Whereas it was originally threatened because it was a source of food, some other reasons have come up two centuries later. Thus hunting, massive deforestation - *i.e.* habitat loss -, cyclones, power lines, *etc.* are all threats in an island that has already known extinction of some other species.

In 1993, the “Wildlife and National Park Act” was a first step in its conservation by registering *Pteropus niger* on the endangered species list. Some organisations, such as *Mauritian Wildlife Foundation* and *Casela Limited*© are contributing to research on this species and/or to raise awareness among Mauritians.

A conflict has occurred for several decades between fruit growers and *Pteropus niger*, because this fruit bat species can cause significant damages on orchards. This conflict has known a turning point at the end of 2015 since when the Mauritian government applied a lethal control of this species.

In this respect, an experimental protocol was designed to conduct some tests on food preference on captive *Pteropus niger*. It has already demonstrated that these bats choose their food and prefer some fruits (papaya, pear) rather than others (banana). This experimentation could be pursued to know how their senses or the fruits maturity are influencing their quest and their feed intakes. Knowledge about those factors could lead authorities to find some effective non-lethal solutions to protect orchards.

Furthermore, a photographic atlas has been produced from bodies collected during the first slaughter in 2015. Some particular characters - unknown in other bats species - have been brought out such as i) the presence of a penis bone in the glans distal area and ii) a difference in the sacral spinal fusion between males and females. These highlights will have to be confirmed by other dissections. X-ray pictures have also been taken and - last but not least - four skeletons have been rebuilt. They are currently used as educational materials to sensitize Mauritians and tourists to this species.

**Keywords : OSTEOLOGY - FORAGING BEHAVIOUR - EXPERIMENTAL
PROTOCOL – MEGABAT - BAT**

Jury

President : P^r SOUSSY

Director : D^r GUINTARD

Assessor : D^r ARNÉ