

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

ÉCOLE PRATIQUE DES HAUTES ÉTUDES
Sciences de la Vie et de la Terre

Yannick Chaval

Pour l'obtention du diplôme de l'École Pratique des Hautes Études

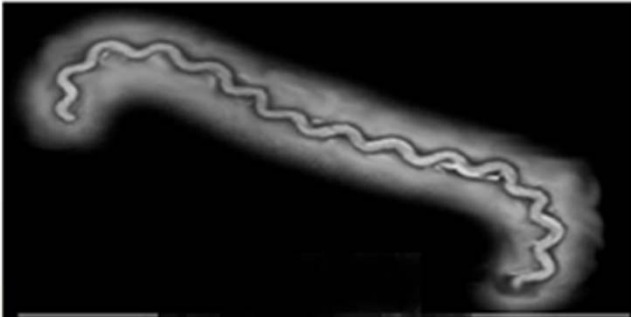
Taxonomie intégrative de la tribu des Rattini
(Rodentia, Muridae) en Asie du Sud-Est.

Soutenance du 25/04/2014 devant le jury suivant:

Dr Nicolas Navarro	Maître de Conférences, EPHE, Dijon
Dr Julien Claude	Maître de Conférences, UM2, Montpellier
Dr Claudine Montgelard	Maître de Conférences, EPHE, Montpellier
Pr Stéphane Aulagnier	Professeur, UPS, Toulouse
Dr Violaine Nicolas	Maître de Conférences, MNHN, Paris
Dr Jean-François Cosson	Directeur de recherche, INRA, Montpellier

Président
Tuteur scientifique
Tutrice pédagogique
Rapporteur
Examinatrice
Examineur





Rattus norvegicus

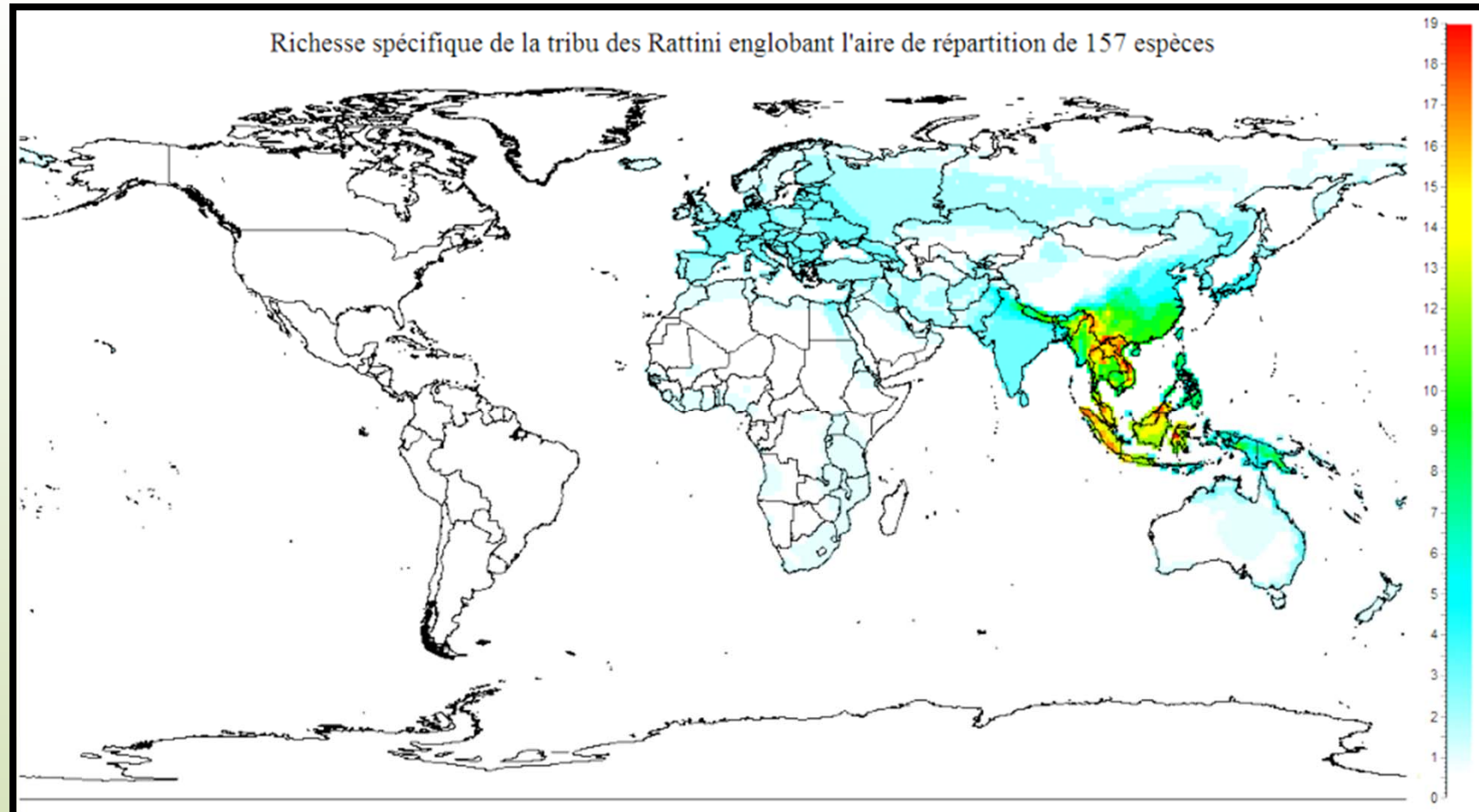
Taxonomie intégrative de la tribu des Rattini (Rodentia, Muridae) en Asie du Sud-Est.



Rattus rattus



l'Asie du Sud-Est, foyer de diversification de la tribu des Rattini.



Données: liste rouge de l'UICN, www.iucnredlist.org

Les programmes de recherche



● Roboviroses à Hantavirus (ANR, dir J.P. Hugot)

● CERoPath (ANR, dir S. Morand)

Objectif des programmes de recherche:

Comprendre l'impact des **changements globaux** sur les **communautés de rongeurs** et sur leurs **communautés de parasites/pathogènes associées**.

Mes missions dans ces programmes:

Echantillonnage des rongeurs

Fiabilisation de l'identification des rongeurs

Gestion des données des projets

Mise à disposition des connaissances





Berylmys berdmorei



Bandicota indica



Berylmys bowersi

Première partie: identification des espèces



Leopoldamys edwardsi



Leopoldamys neilli



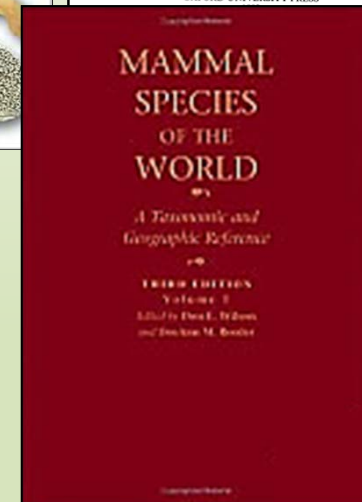
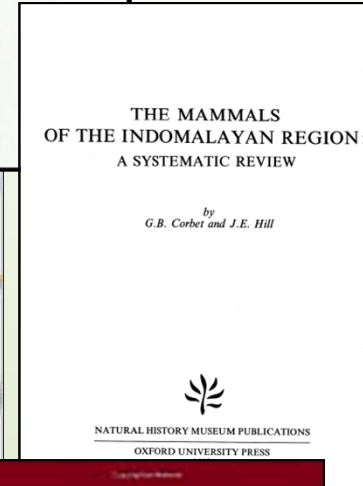
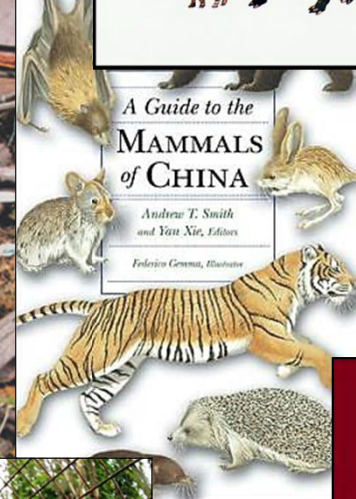
Maxomys surifer



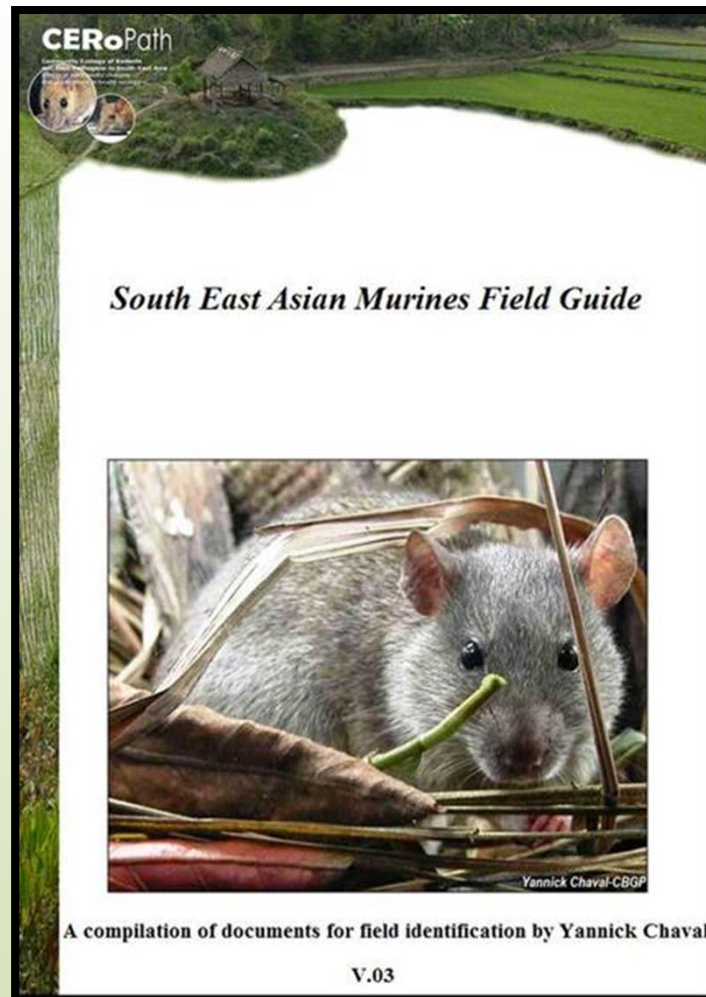
Deuxième partie: Evolution de la forme des crânes chez les Rattini



Identification de terrain



Outil d'identification de terrain



CERoPath
Community Ecology of Rodents and their Pathogens in South-East Asia
Effects of biodiversity changes and implications in health ecology

ANR

Search

Join the Network
Site map
Raa

About Research Virtual Museum Barcoding Tool Gallery References

References > Rodent Field Guide

Rodent Field Guide

Journal articles
Books / Book Chapters
Rodent protocols book
Rodent Field Guide
Conferences
Trainings
Master / PhD Theses
Others

Access members
Connection
Nomad
Password

>>>
Forgot your password?

Summary :
Species-specific identification remains one of the most critical steps in biology, and this is particularly true for applied programs such as epidemiological studies. Indeed, each species may display a specific immunity or hosts to a specific pathogen. It is also the case for agronomy and ecology studies since species may have specific crop incidence, population dynamics, behavior and/or ecology. Consequently, all field surveys must rely on a rigorous systematic framework. South Eastern Asia ecosystems are exceptionally rich and shelter an important amount of endemic species. This field guide is a compilation of documents gathering to illustrate the lesson: "Rodent identification: from morphometry to molecules" that aims to summarize the basis of morphological and molecular identification in both field and laboratory.

A compilation of documents for field identification, 201 color pages

[VIEW](#)

A compilation of documents for field identification by Yannick Chaval
V.03

Citation:
Chaval, Y. *South East Asian Murines Field Guide*. 2011. ANR BiodivHealthSEA.
[Please contact us for any comments and suggestions to improve further editions](#)

Last update: 25/06/2012

Production de données cytogénétiques

Journal of Zoology

ZSL
LIVING CONSERVATION

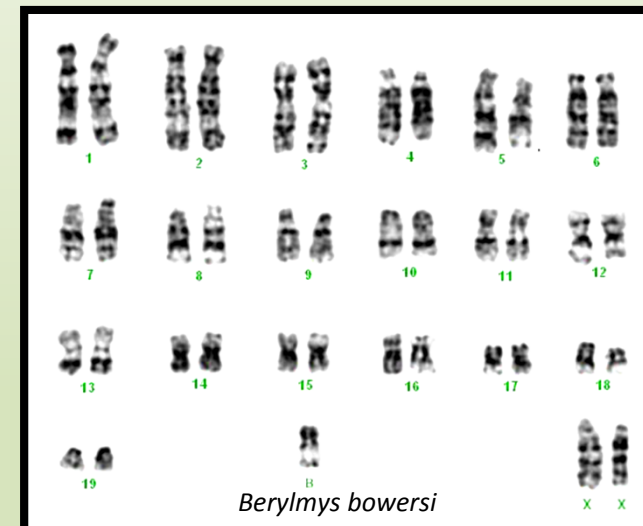
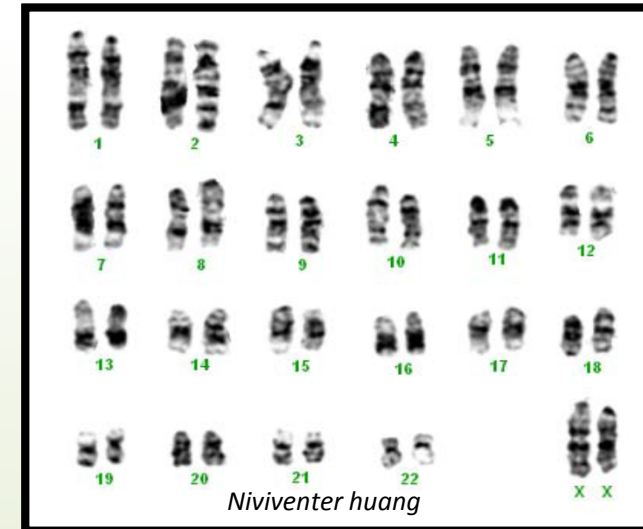
Journal of Zoology. Print ISSN 0952-8369

New karyotypic data for Asian rodents (Rodentia, Muridae) with the first report of B-chromosomes in the genus *Mus*

D. Badenhorst¹, V. Herbreteau², Y. Chaval³, M. Pagès³, T. J. Robinson¹, W. Rerkamnuaychoke⁴, S. Morand⁵, J.-P. Hugot⁶ & G. Dobigny³



Hapalomys delacouri



Production de données phylognétiques

Pagès *et al.* *BMC Evolutionary Biology* 2010, **10**:184
<http://www.biomedcentral.com/1471-2148/10/184>



RESEARCH ARTICLE

Open Access

Revisiting the taxonomy of the Rattini tribe: a phylogeny-based delimitation of species boundaries

Kasetsart J. (Nat. Sci.) 44 : 590 - 603 (2010)

Marie Pagès¹, Yannick Chaval¹,
 Pierre Hugot², Serge Morand³

Review Article

A Multi-Approach Survey as the most Reliable Tool to Accurately Assess Biodiversity: an Example of Thai Murine Rodents

Yannick Chaval^{1*}, Gauthier Dobigny¹, Johan Michaux¹, Marie Pagès¹,
 Céline Corbisier¹, Jean-François Cosson¹ and Vincent Herbreteau²

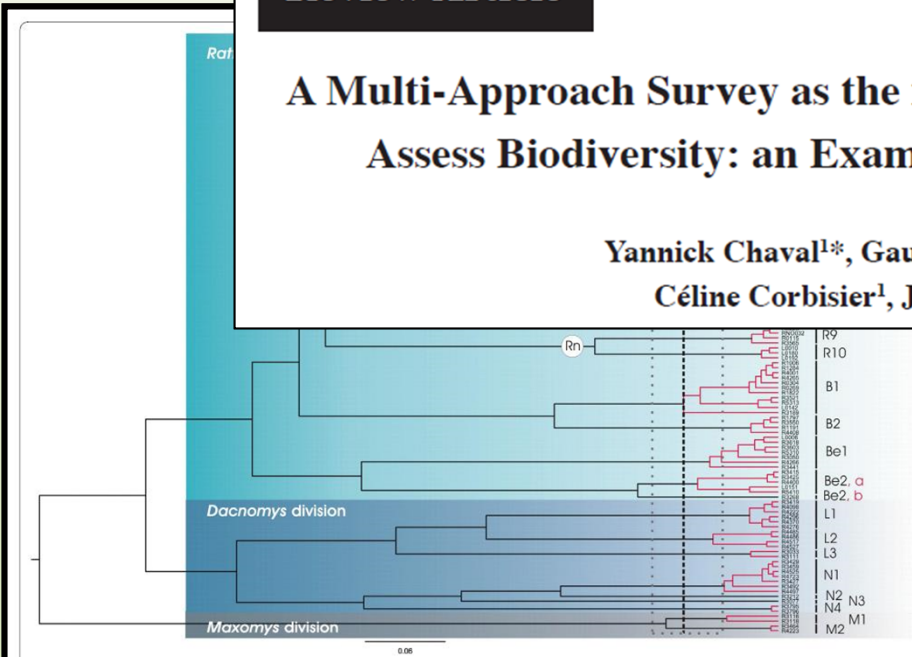
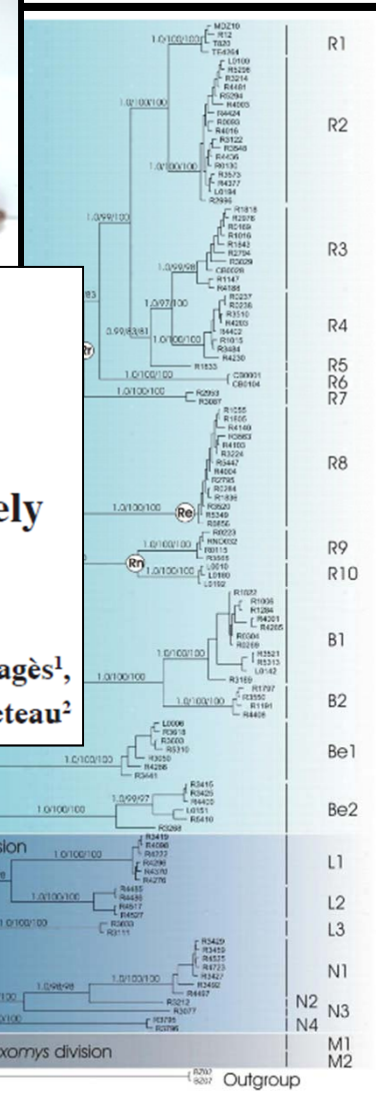
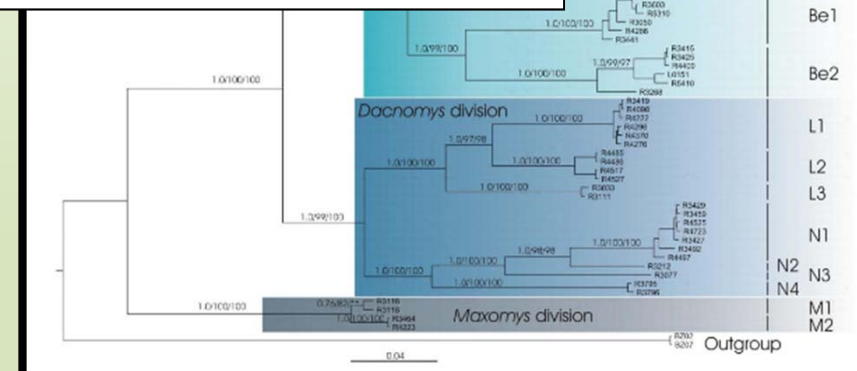


Figure 3 Rattini ultrametric tree obtained with Multidivtime and clusters of specimens recognized as putative species by the method of Pons *et al.* [28]. Genetic clusters recognized as a putative species are highlighted in red and separated by longer black branches. The vertical bars group all sequences within each significant cluster, labelled R1 to M2 according to the genus to which they belong. **Rr** for *Rattus rattus* species group, **Re** for *Rattus exulans* species group, **Rn** for *Rattus norvegicus* species group.



Limites de ces outils



Rattus exulans



Rattus argentiventer

- Pas de lien entre données moléculaires et collections ostéologiques?
- L'utilisation de Rodent SEA demande un accès à un laboratoire de biologie moléculaire.
- Approche de systématique intégrative incomplète.



Mus cervicolor



Mus fragilicauda



Maxomys surifer

Mise en place de l'outil d'identification morphométrique.



Niviventer huang

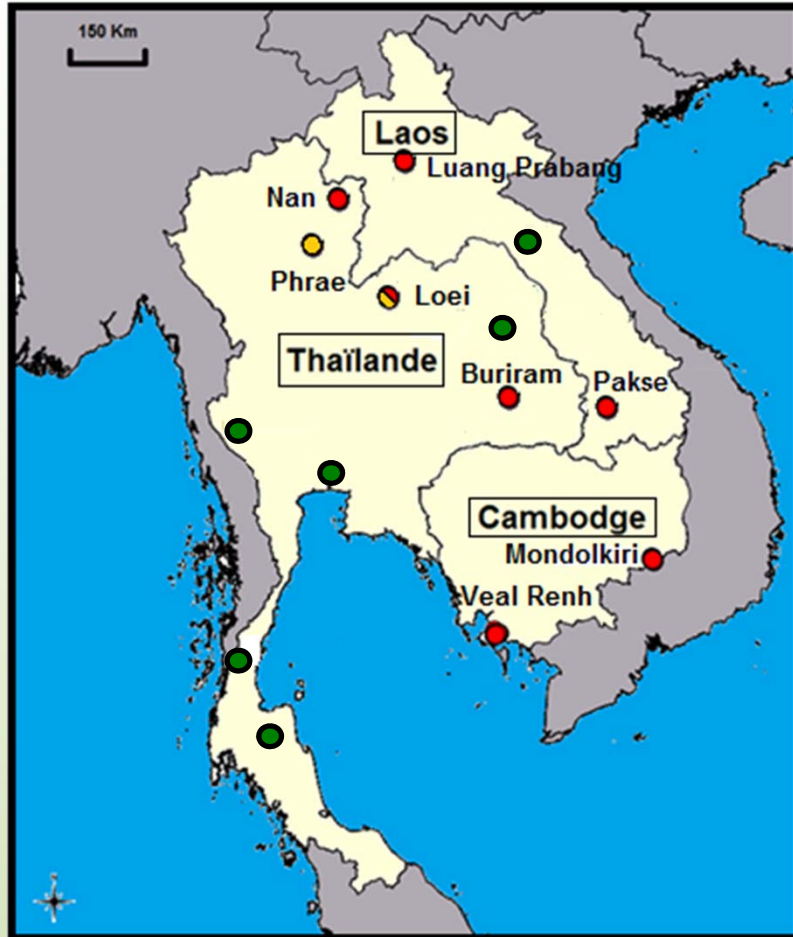


Rattus sakeratensis



Leopoldamys neilli

Echantillonnage morphologique



● Robovirose à Hantavirus (ANR, dir J.P. Hugot)

● CERoPath (ANR, dir S. Morand)

Diversité décrite dans la zone d'étude:

40 espèces

Echantillonnage des Programmes de recherche

Nombre de taxons: 24 espèces

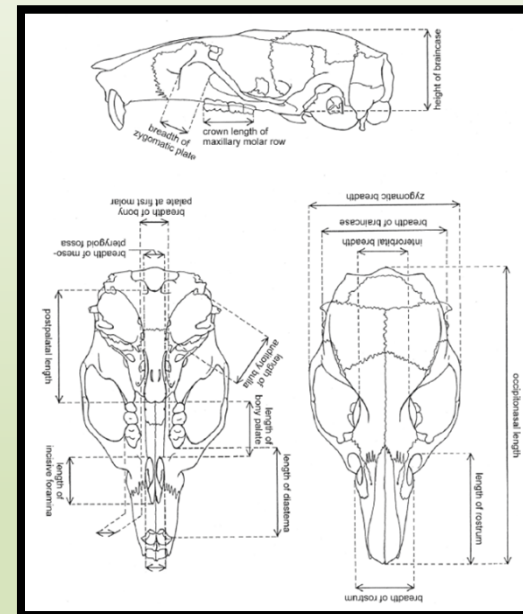
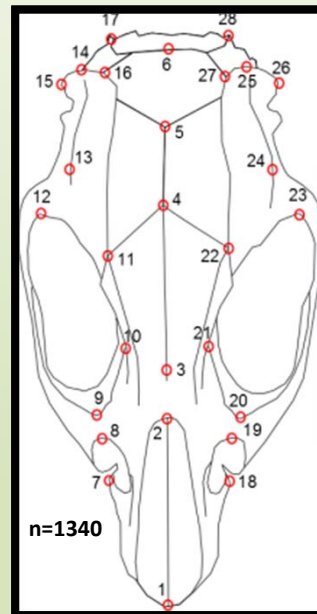
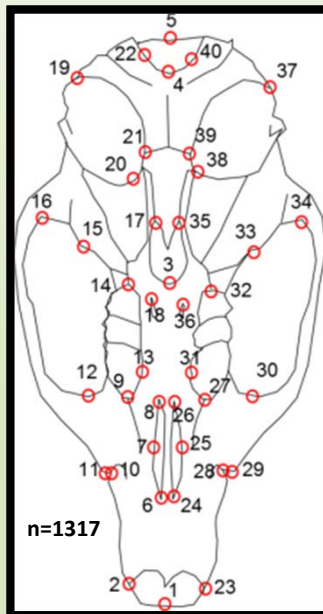
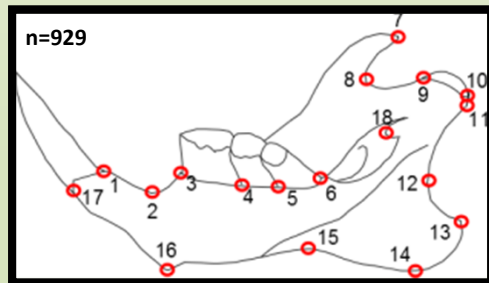
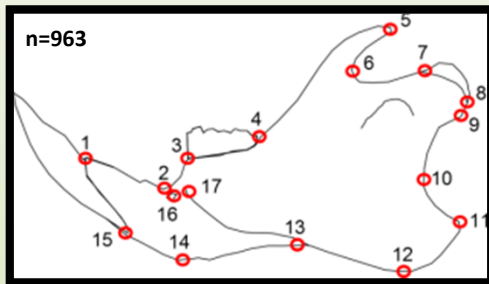
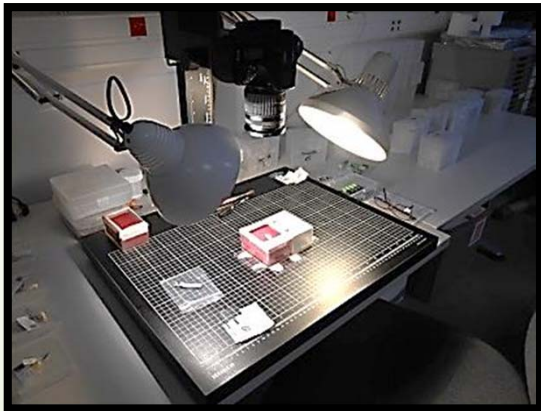
Nombre de rongeurs: 6496 (2843 crânes)

Echantillonnage de l'outil
d'identification morphométrique:

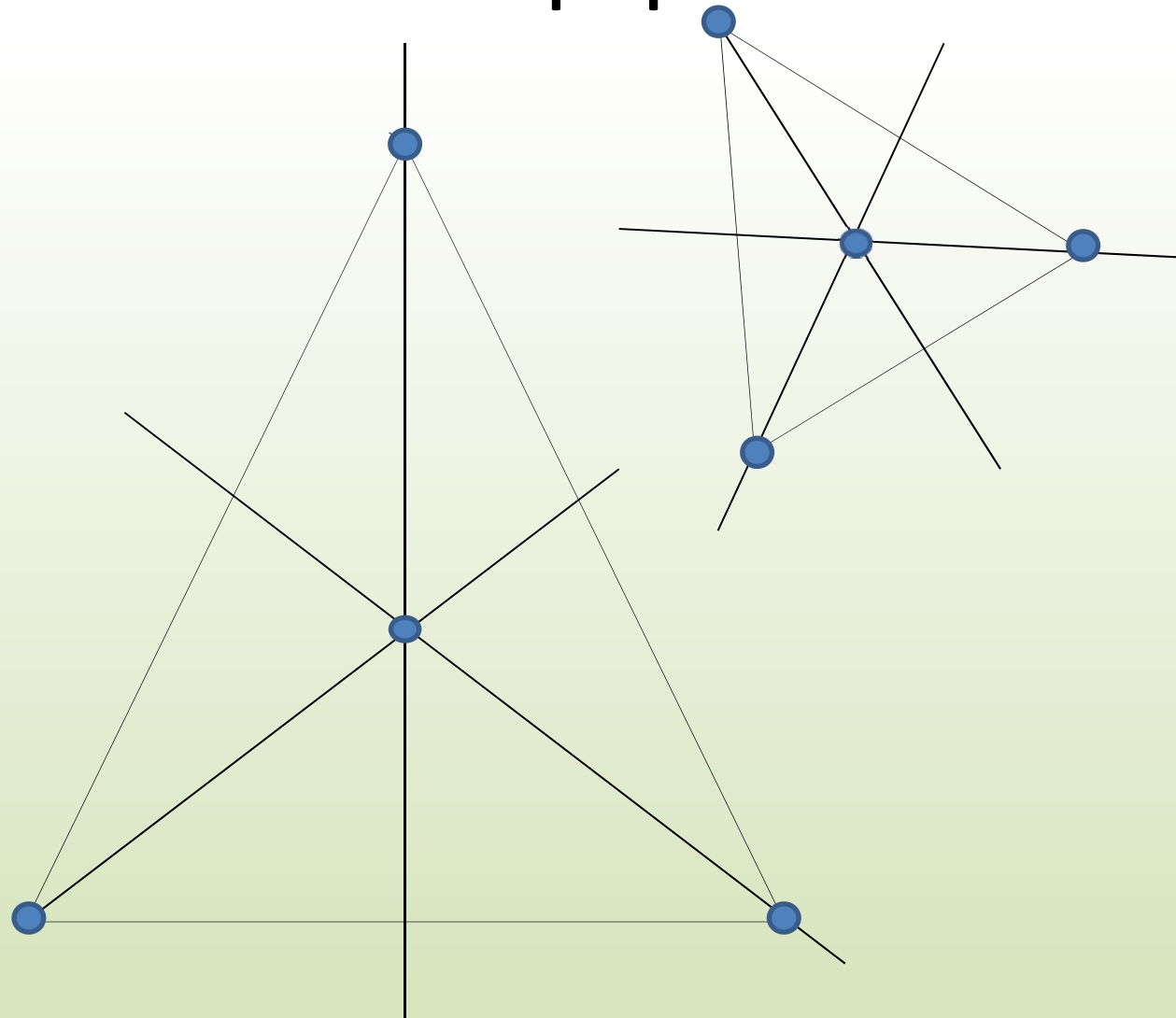
Nombre de rongeurs: 660 individus

Nombre de taxons: 17 espèces

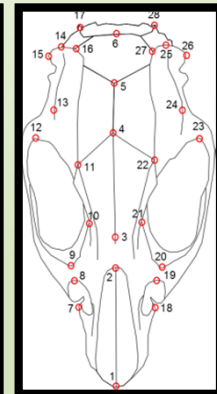
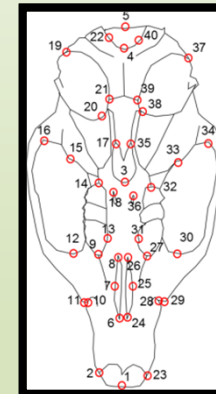
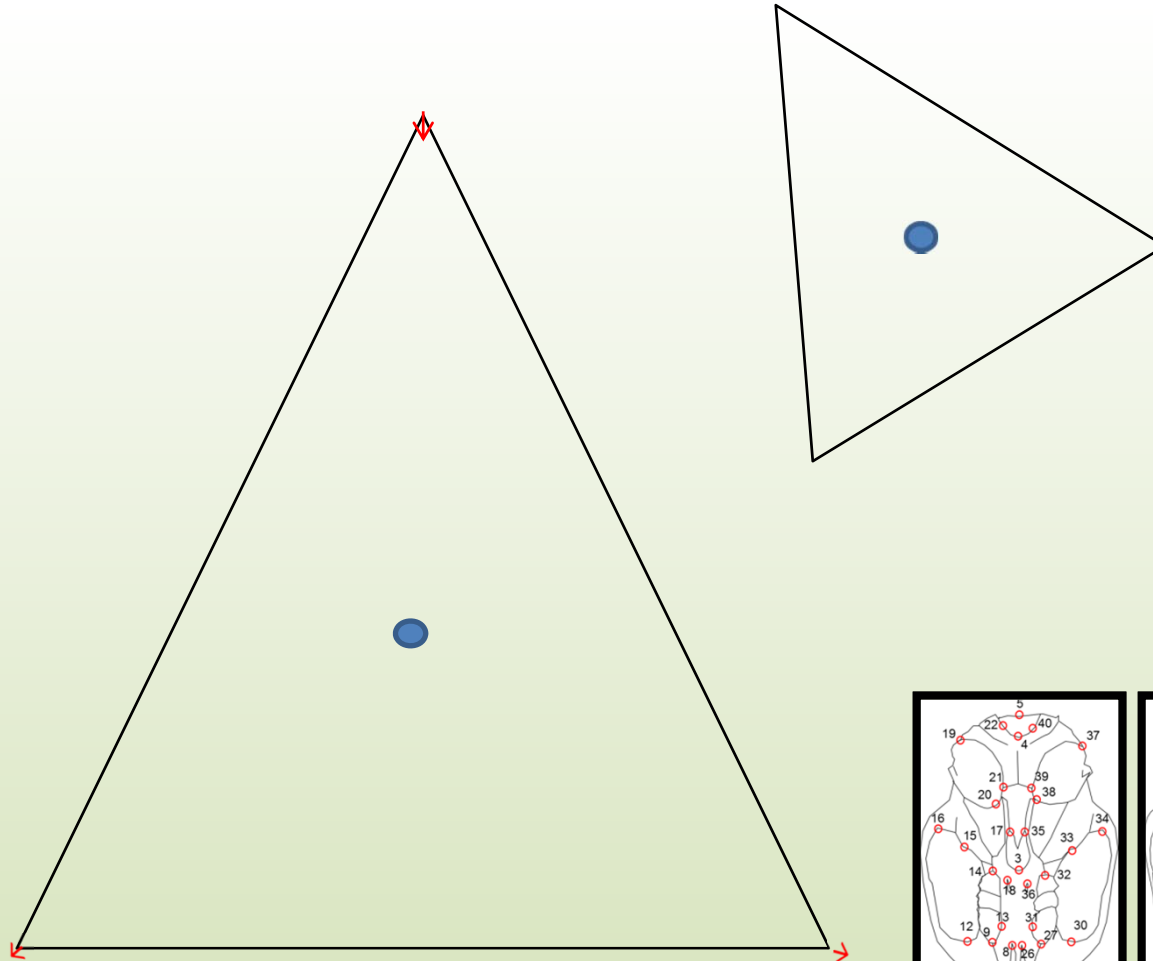
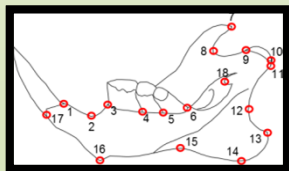
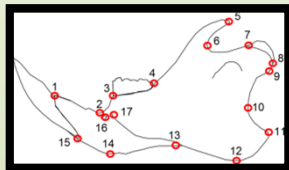
Données de morphométrie géométrique



Transformation des données: la superposition Procrustes

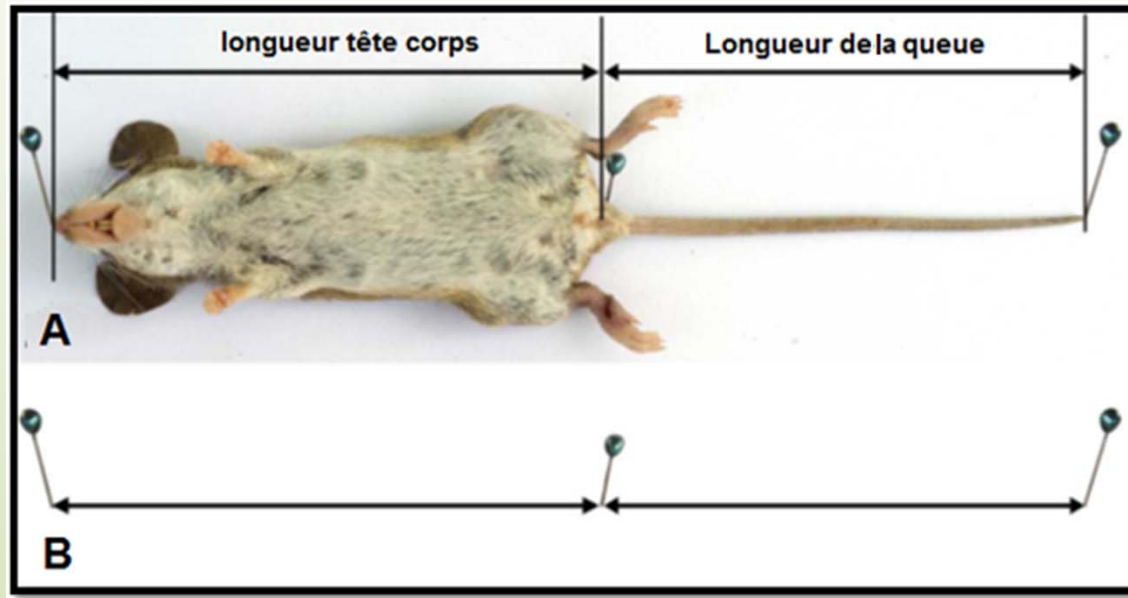


Troisième étape: l'attribution à la bêche

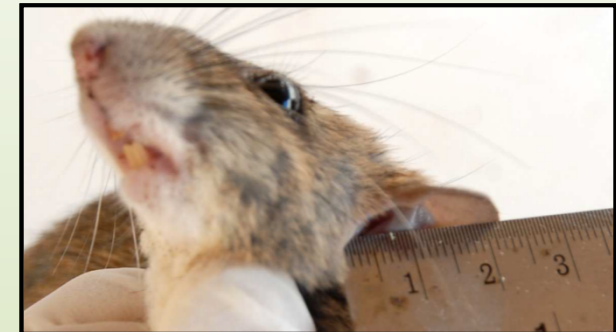


Données morphométriques « traditionnelles »

Données corporelles
n=660 individus



Rattus tanezumi





Mus cookii



Mus caroli

Représentation des données de morphométrie



Mus fragilicauda

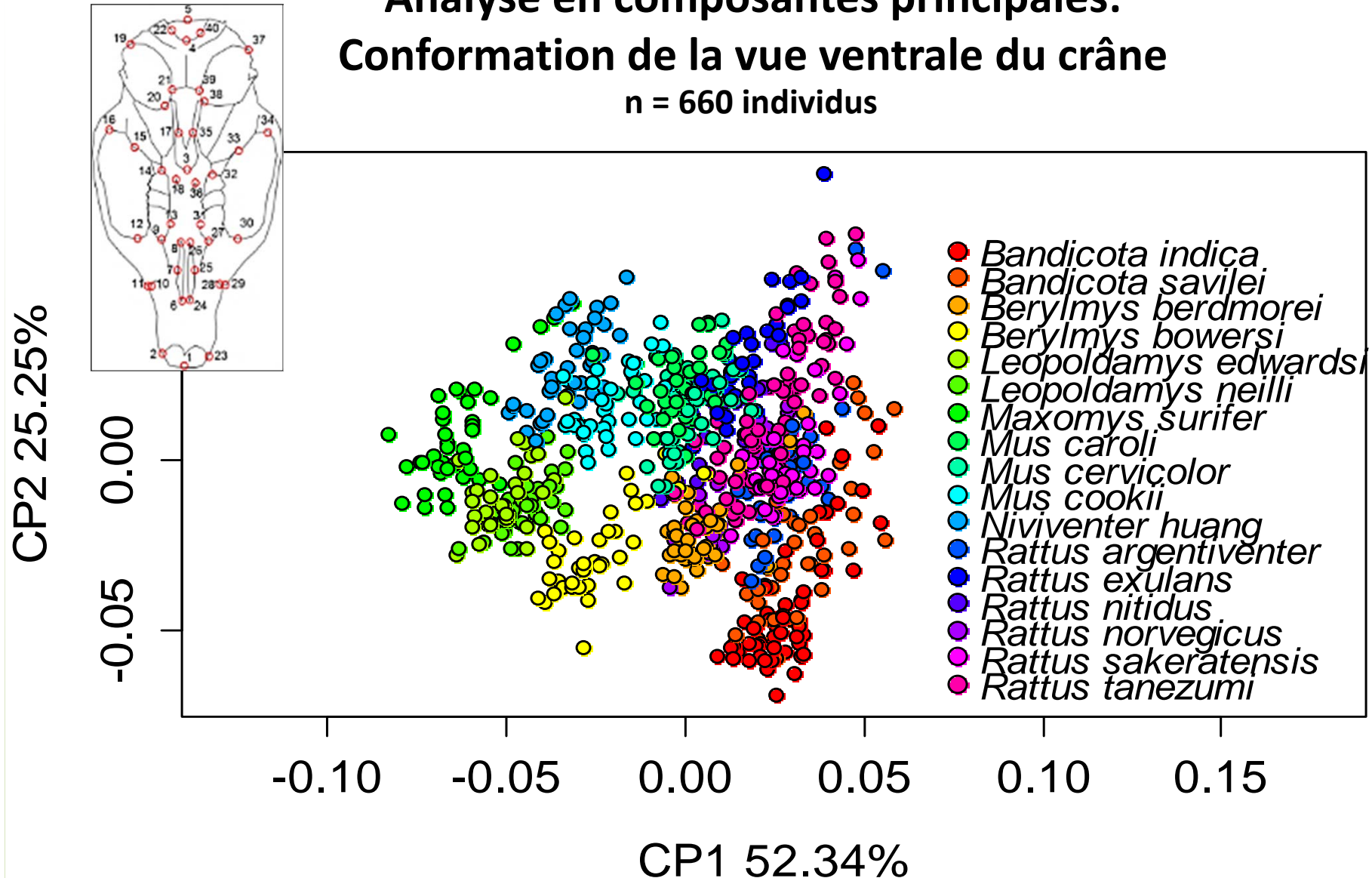


Mus cervicolor

Représentation des données de morphométrie géométrique

Analyse en composantes principales: Conformation de la vue ventrale du crâne

n = 660 individus





Rattus exulans



Rattus norvegicus



Rattus sakeratensis

Pouvoir discriminant des données de morphométrie



Rattus tanezumi

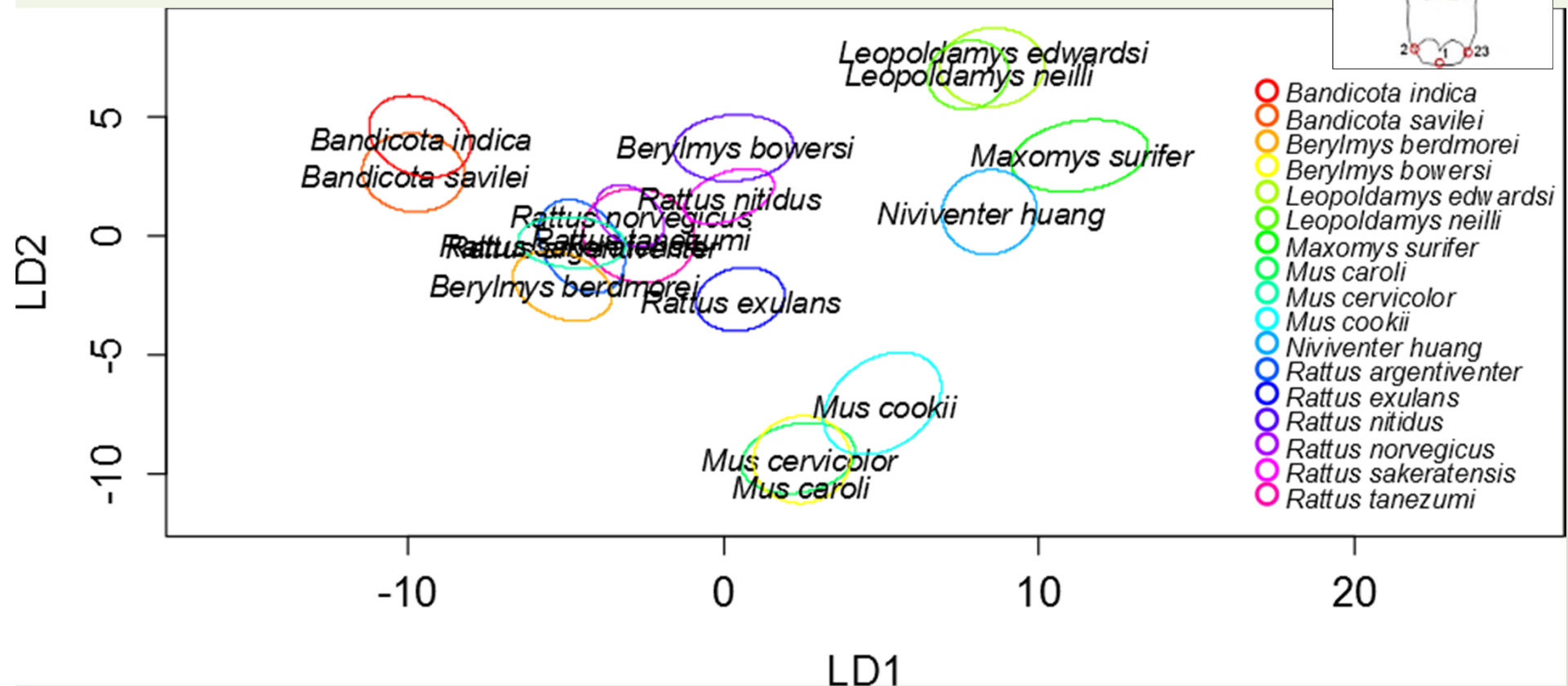
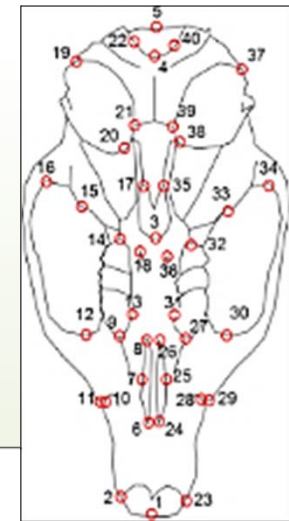


Maxomys surifer

Pouvoir discriminant des données de morphométrie géométrique

n = 660 individus

Analyse Discriminante Linéaire sur les variables de la conformation
du crâne en vue ventrale



Pouvoir discriminant des données de morphométrie géométrique



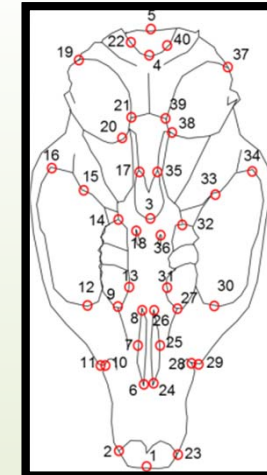
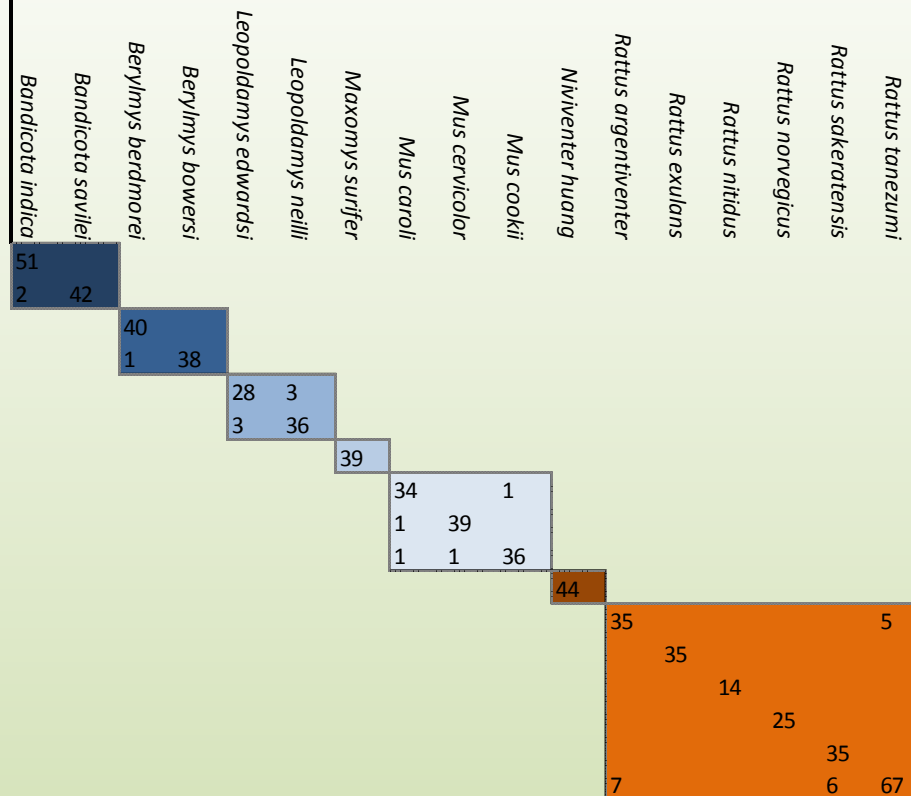
Rattus exulans

Identification morphométrique

Bandicota indica
Bandicota savilei
Berylmys berdmorei
Berylmys bowersi
Leopoldamys edwardsi
Leopoldamys neilli
Maxomys surifer
Mus caroli
Mus cervicolor
Mus cookii
Niviventer huang
Rattus argentiventer
Rattus exulans
Rattus nitidus
Rattus norvegicus
Rattus sakeratensis
Rattus tanezumi

forme de la face ventrale du crâne

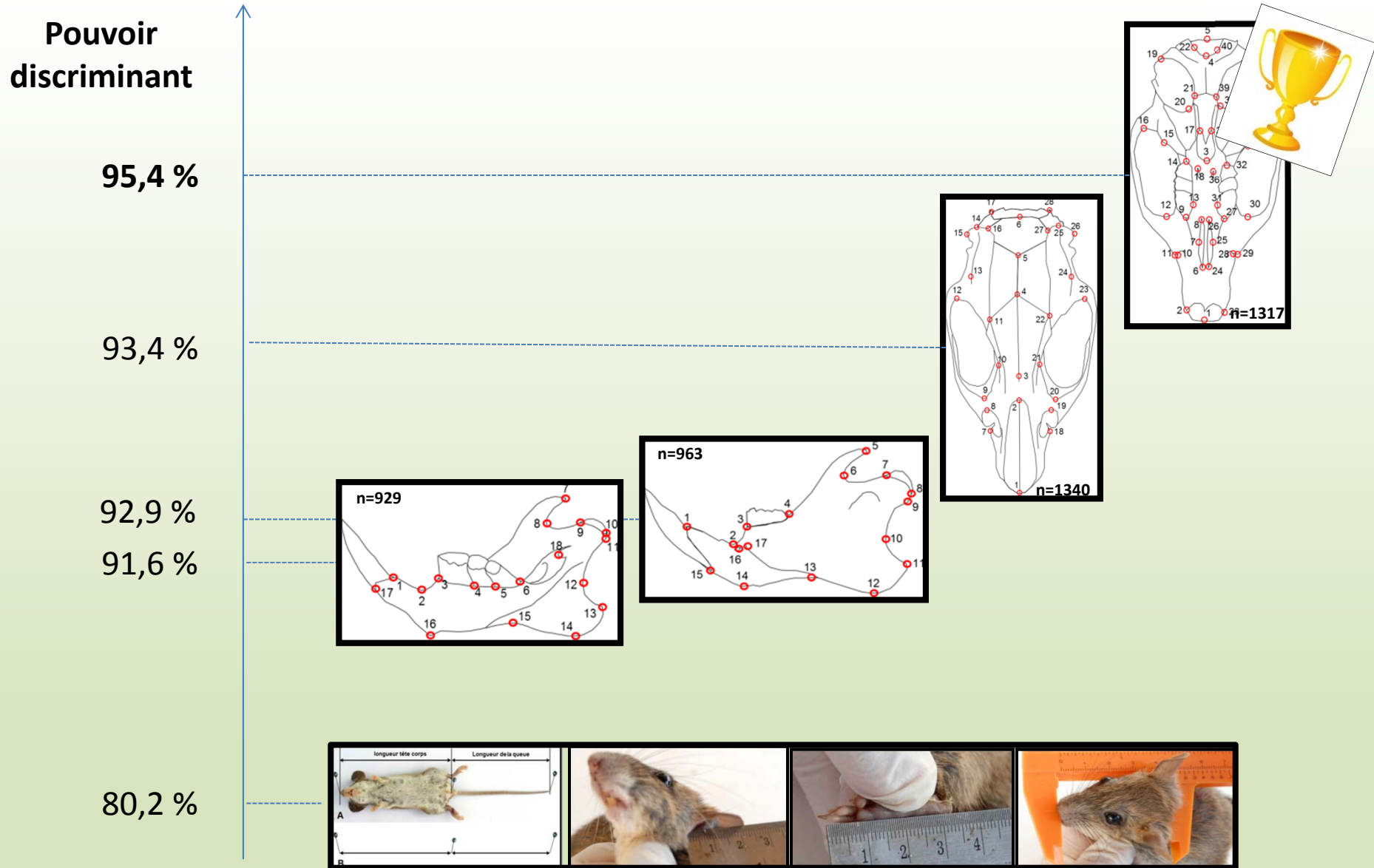
Identification moléculaire



Pouvoir discriminant 95,4 %

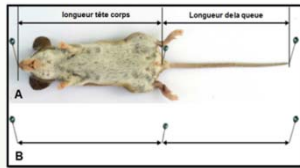
- La **conformation** et la **forme** de la face **ventrale du crâne** sont les seules qui permettent l'assignation de l'ensemble des **individus à leur genre moléculaire**.

Pouvoir discriminant des données de morphométrie géométrique



Pouvoir discriminant des données corporelles transformées

- Le pouvoir discriminant est estimé à l'aide d'un test de validation croisée.



n = 660

Pouvoir discriminant 80,6 %

Logshape ratio

Identification moléculaire

Identidication



Zootaxa 3731 (4): 589–598
www.mapress.com/zootaxa/

Copyright © 2013 Magnolia Press

Article

ISSN 1175-5326 (print edition)

ZOOTAXA

ISSN 1175-5334 (online edition)

<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3731.4.10>

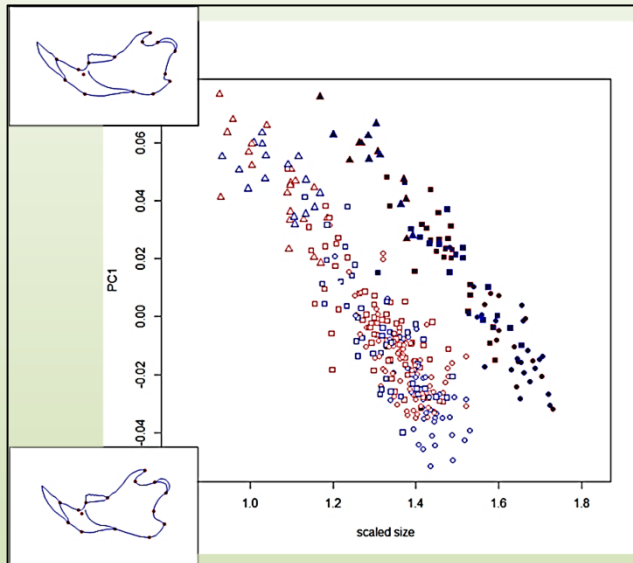
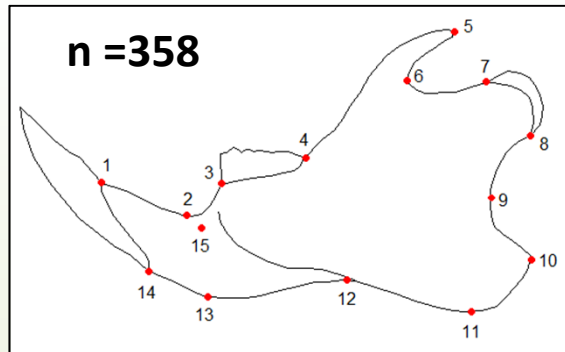
<http://zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:pub:117F6046-A2A9-4743-8B87-DE18DDA1C404>

Is Leopoldamys neilli (Rodentia, Muridae) a synonym of *Leopoldamys herberti*? A reply to Balakirev *et al.* (2013)

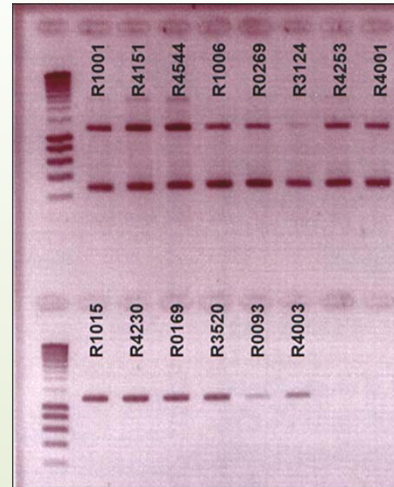
ALICE LATINNE¹, YANNICK CHAVAL², SURACHIT WAENGSOOTHORN³, PRATEEP ROJANADILOK⁴,
KRAIRAT EIAMAMPAT⁵, KRIANGSAK SRIBUAROD⁶, VINCENT HERBRETEAU⁷, SERGE MORAND^{8,9}
& JOHAN R. MICHAUX^{1,2}

<i>Rattus argentiventer</i>	1	3	33	1	4	2	3	1
<i>Rattus exulans</i>			28					
<i>Rattus nitidus</i>	1	1	1	6	3	3		1
<i>Rattus norvegicus</i>					21		1	
<i>Rattus phylogenetic R3</i>			4			17		1
<i>Rattus sakeratensis</i>	1			1			29	
<i>Rattus tanezumi</i>			2			1		19

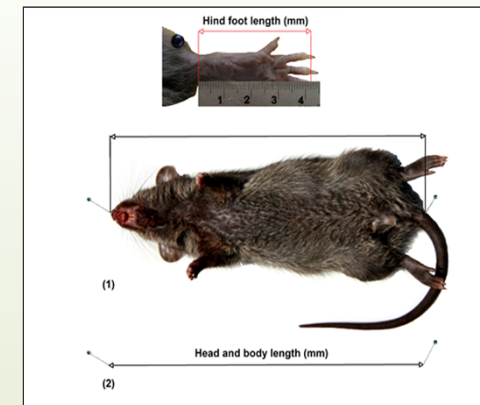
Pouvoir discriminant des données de forme de la mâchoire inférieure en vue externe (pouvoir discriminant 92,9 %)



**Identification en collection
(99,4 %)**



Identification moléculaire



**Identification de terrain
(96,4 %)**

Article en préparation

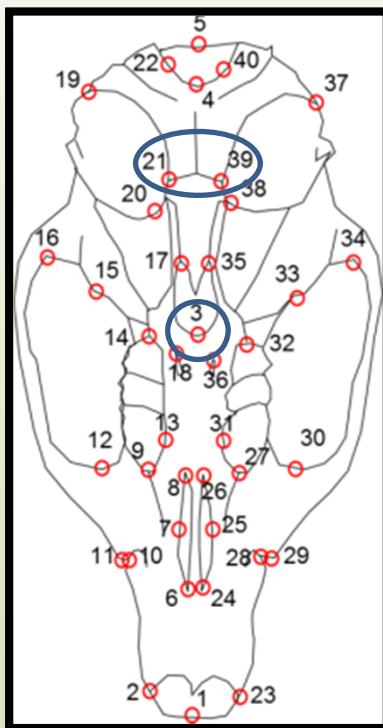
From the field to the laboratory and collection: a taxonomic toolkit to accurately identify *Bandicota indica* and *Bandicota savilei*.

Chaval Yannick¹, Waengsothorn Surachit⁵, Morand Serge^{2,3,5}, Cosson Jean François¹, Claude Julien².

Amélioration du pouvoir discriminant



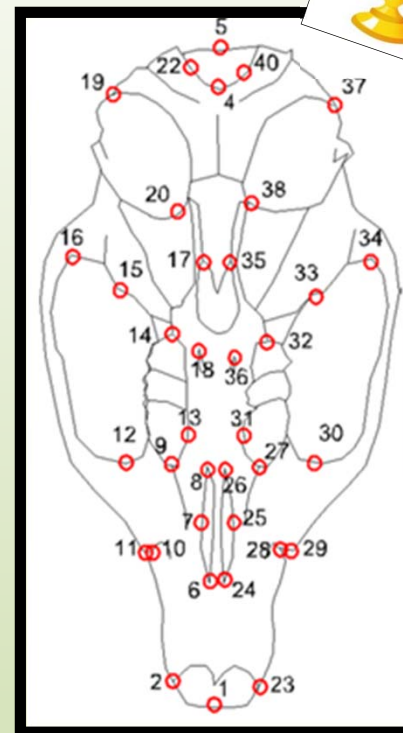
R. sakeratensis



95,4 %



45 Composantes
de conformation



98 %

Prise en compte de l'erreur de mesure



Rattus tanezumi

- préparation des spécimens
- positionnement et éclairage du crâne lors de la prise de vue
- erreur de mesure intra –opérateur
- positionnement de l'appareil photographique

- type d'appareil photographique

- effet « opérateurs »

Prise en compte de l'erreur de mesure



11

B. indica



10

M. surifer

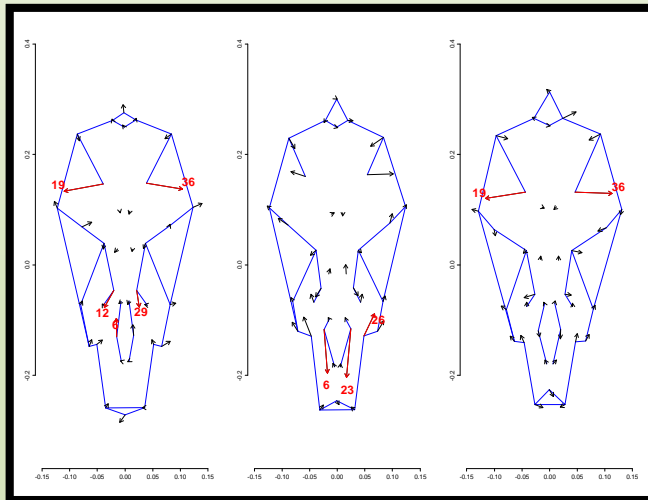


10

R. exulans

Premier entraînement

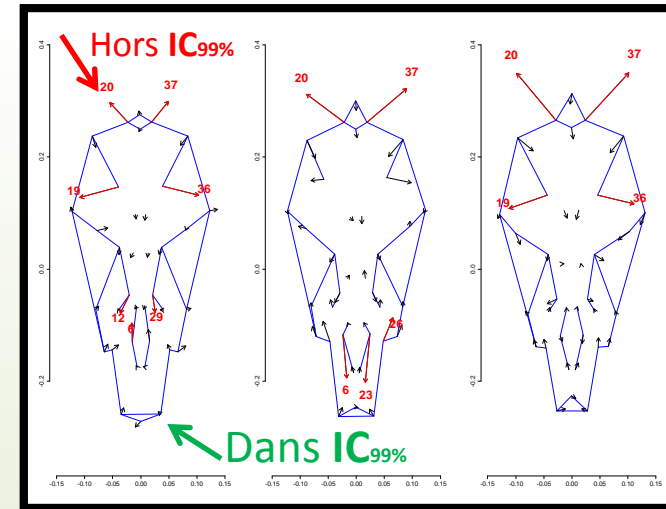
Bandicota indica *Maxomys surifer* *Rattus exulans*



23%

Données brutes utilisateur

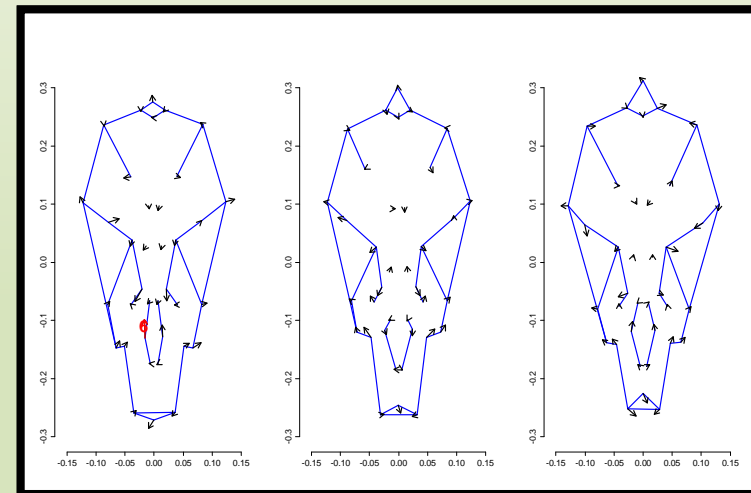
Bandicota indica *Maxomys surifer* *Rattus exulans*



33%

Second entraînement

Bandicota indica *Maxomys surifer* *Rattus exulans*



13%

Tolérance de l'outil à l'effet « opérateurs »

effet « opérateurs »

33 %

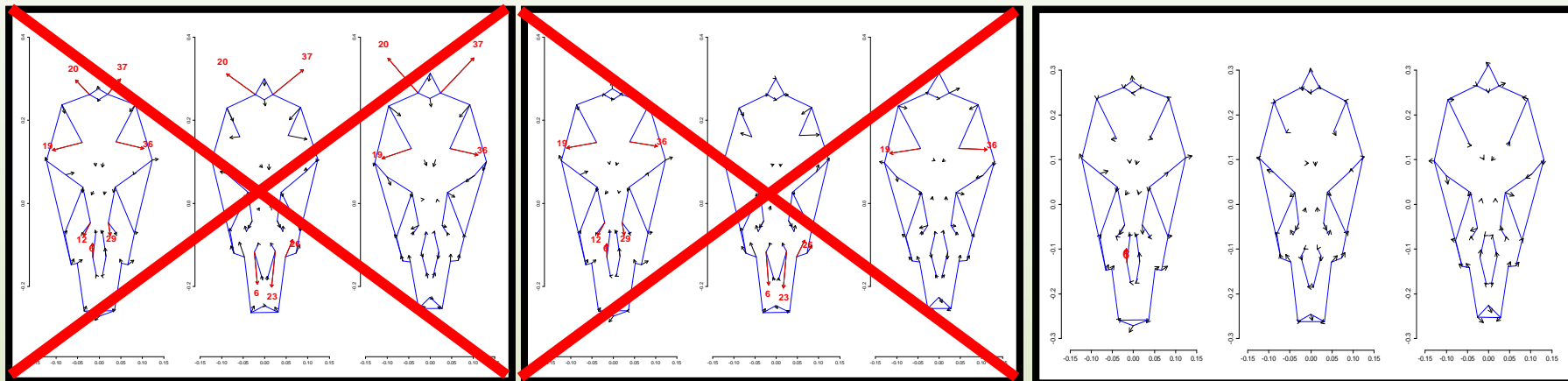
23 %

13 %

Données brutes utilisateur

Premier entraînement

Second entraînement



Opérateur de référence: 11,6 %

Tolérance de l'outil:

effet « opérateurs » \leq effet opérateur de référence + 15,5 %



Rattus tanezumi



Maxomys surifer

Deuxième partie:

Evolution de la forme des crânes chez les Rattini



Rattus exulans

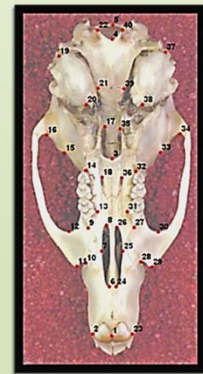
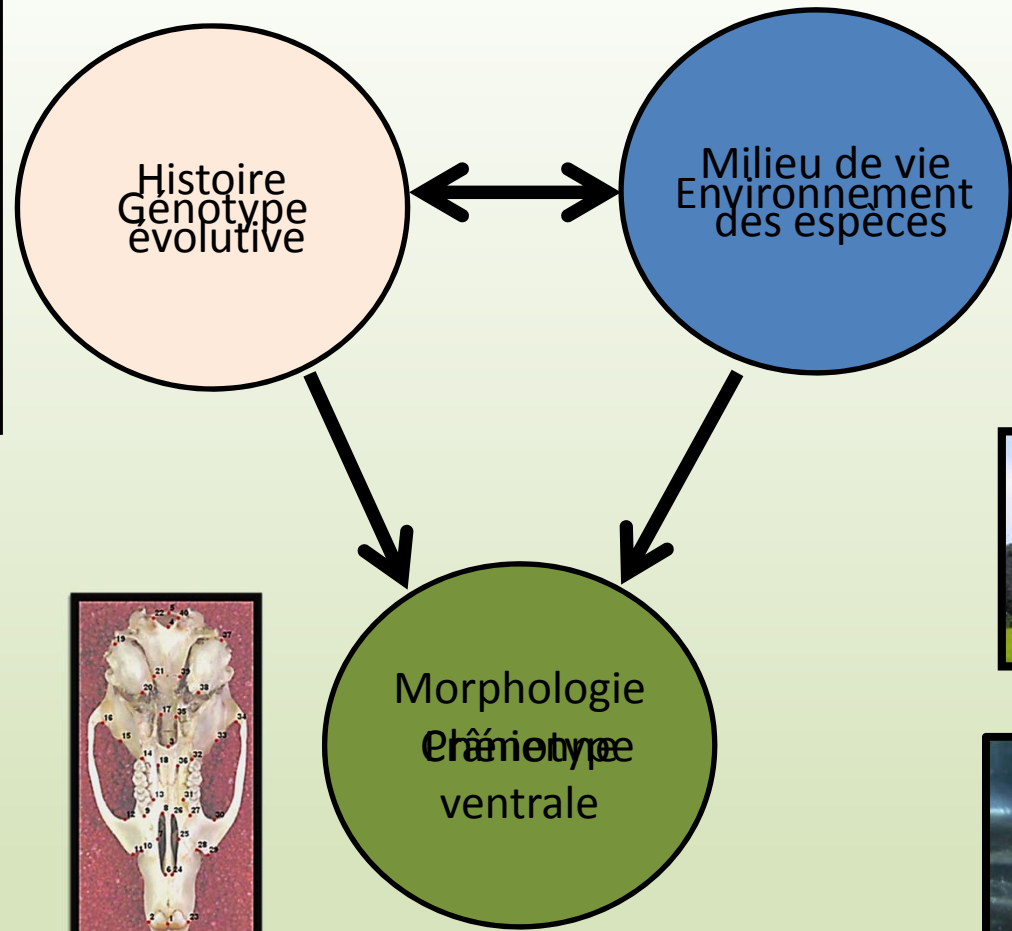
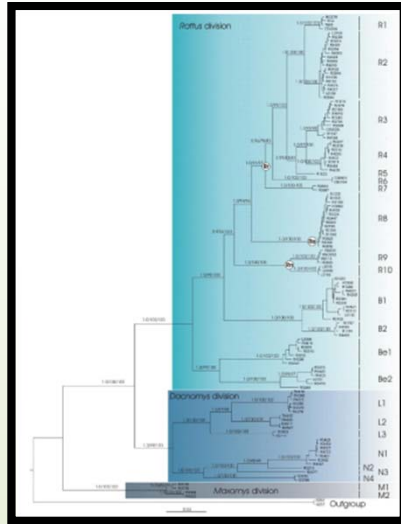


Rattus norvegicus



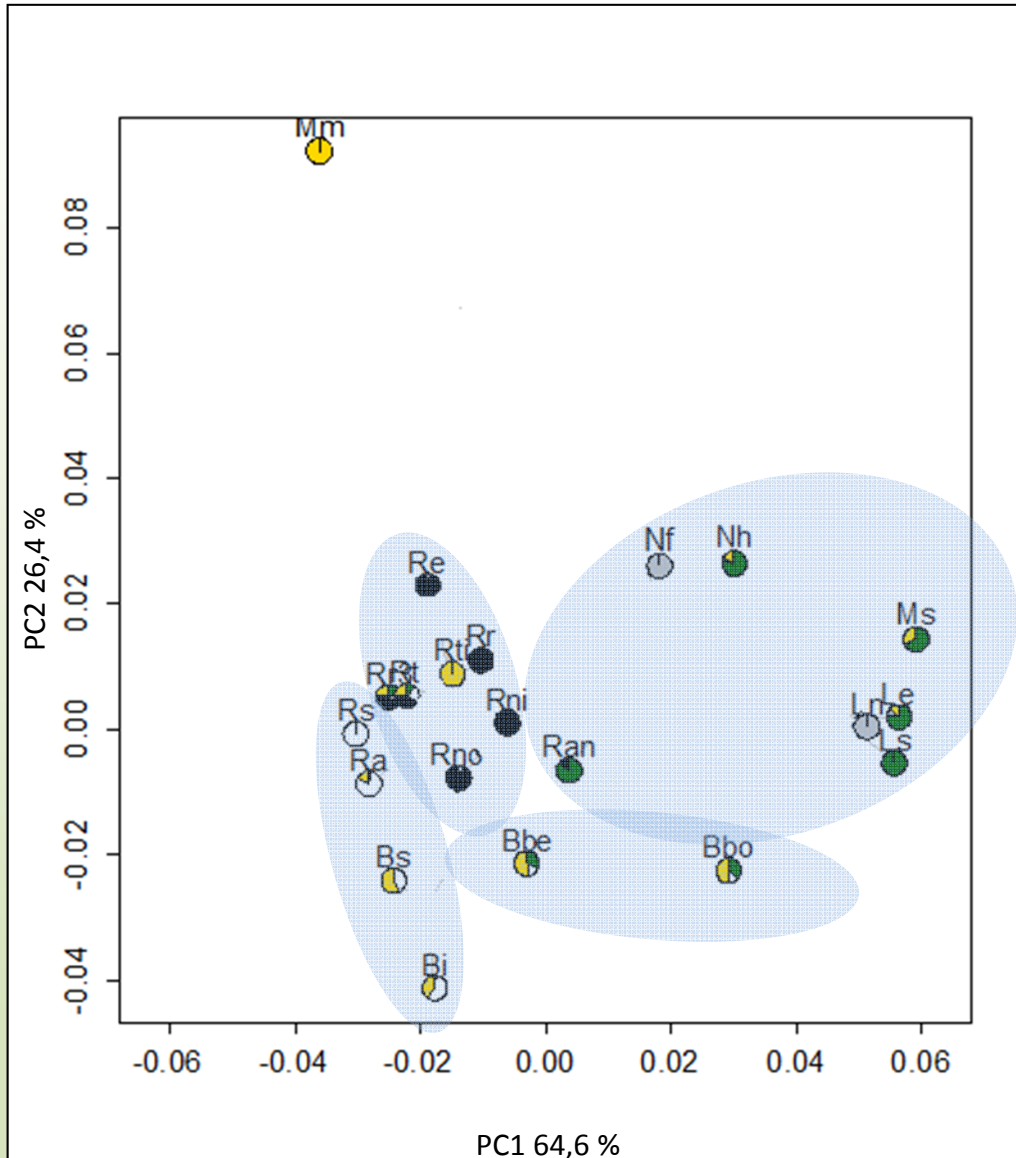
Rattus sakeratensis

Génotype, environnement et phénotype



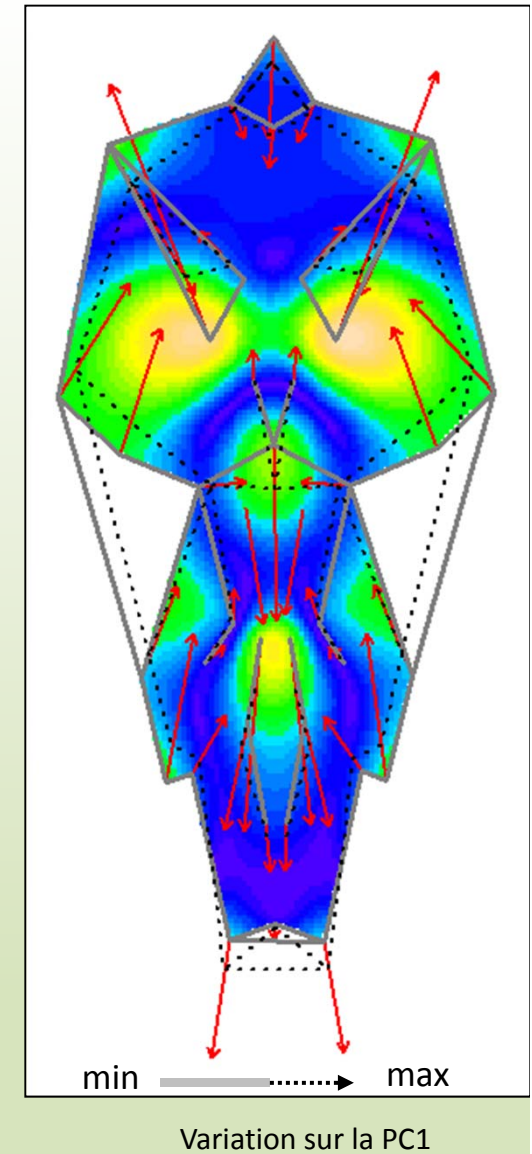
Rattus sakeratensis

Représentation de la morphologie et du milieu de vie.



- Habitat urbain
- Cultures sèches
- Forêt
- Karst
- Cultures irriguées

→
Déplacement des
Points de repère
de min à max de la
PC1.



Influence du milieu de vie sur la conformation des crânes en vue ventrale.



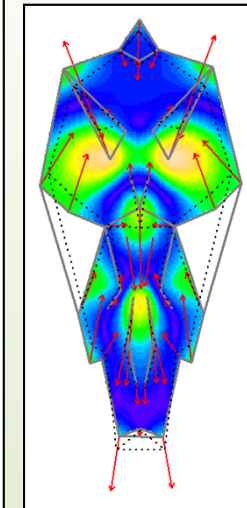
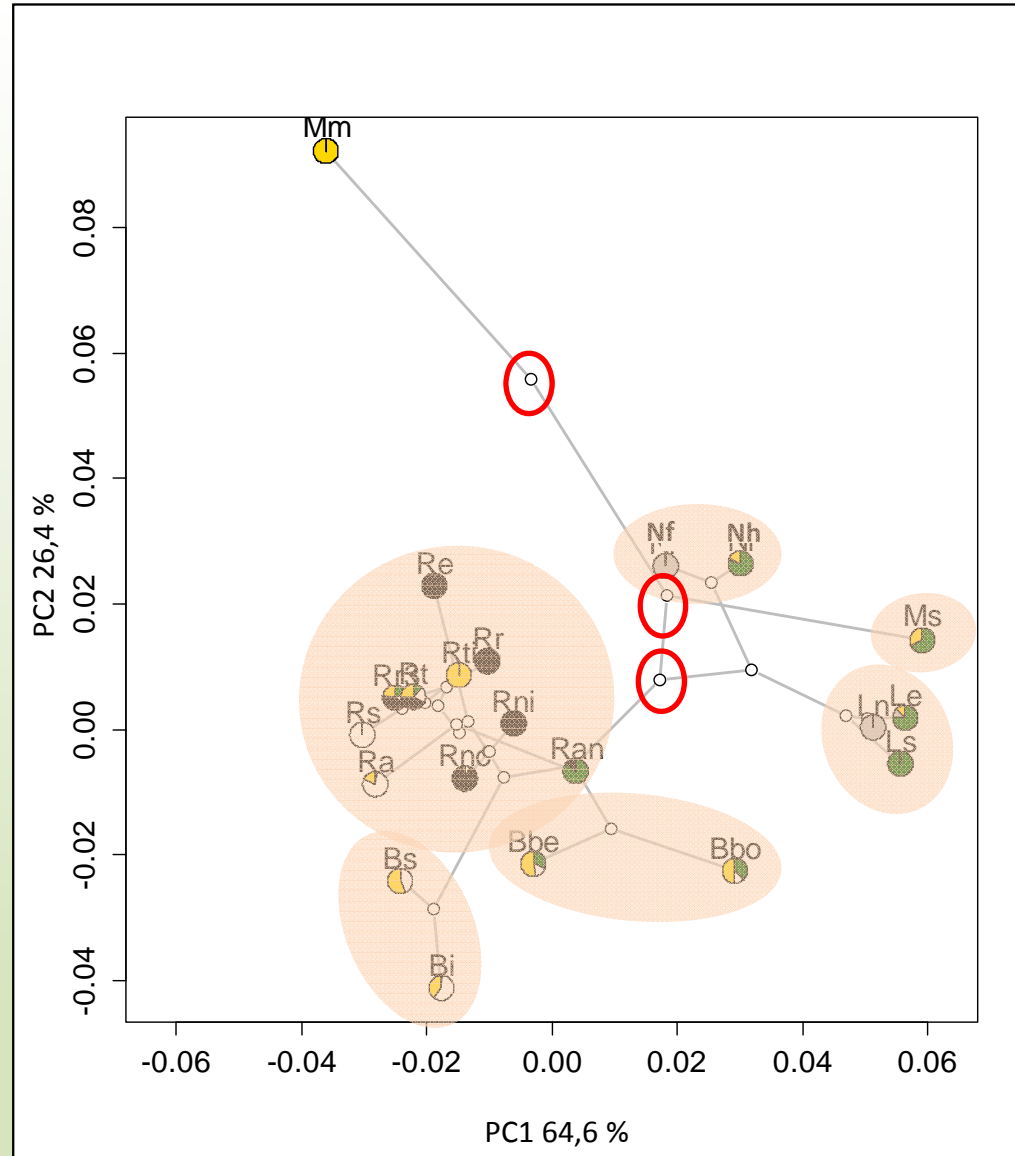
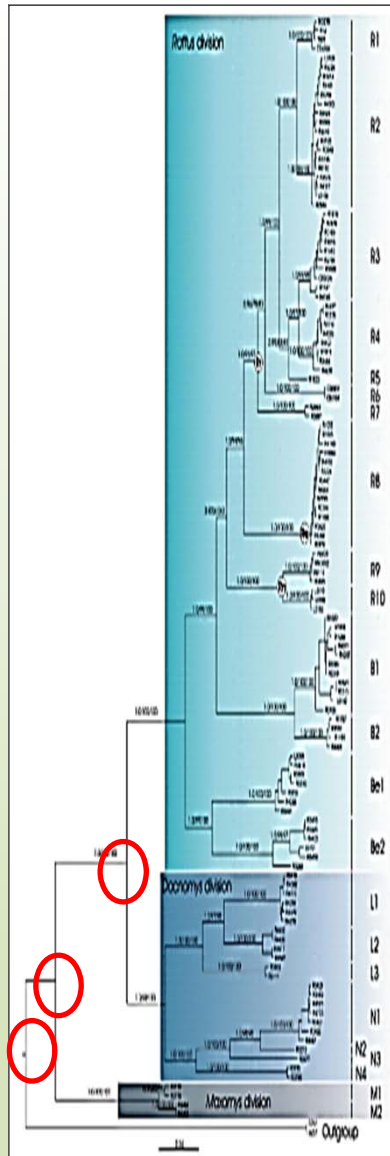
R. andamanensis

Effet du milieu sur les conformations de crânes

P = 0,03101

Cependant dans cette analyse l'histoire évolutive des espèces n'est pas prise en compte.

Représentation conjointe de la phylogénie, de la morphologie et du milieu de vie.



Variation sur la PC1

origine → cible

- Habitat urbain
- Cultures sèches
- Forêt
- Karst
- Cultures irriguées



B. berdmorei



N. langbianis



N. hinpoon

Test de la **corrélation** entre la matrice **morphologique** et la **matrice moléculaire** (test K)

$$P = 0,001$$

Test **hautement significatif** pour la **taille** comme pour la **conformation** du crâne.

L' évolution de la morphologie des animaux est donc **très corrélée** à la **phylogénie** des espèces.

Modèles testés: Brownien, Brownien dirigé, Ornstein-Uhlenbeck (OU), Early Burst

Adaptation

Effet du milieu sur la **conformation** corrigée par la phylogénie:

P = 0,1956



Niviventer huang



Rattus sakeratensis

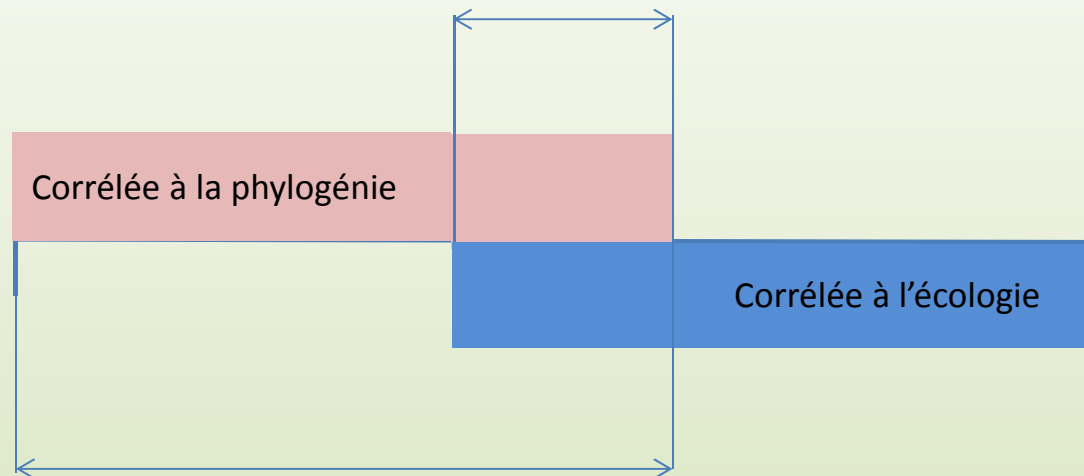


Leopoldamys neilli

Limites de l'analyse:

- échantillonnage **très partiel** de la tribu (**24/162**);
- non prise en compte des **modules évolutifs** (boite crânienne versus partie frontale);
- méthode des **contrastes indépendants**.

Conservatisme de niche écologique

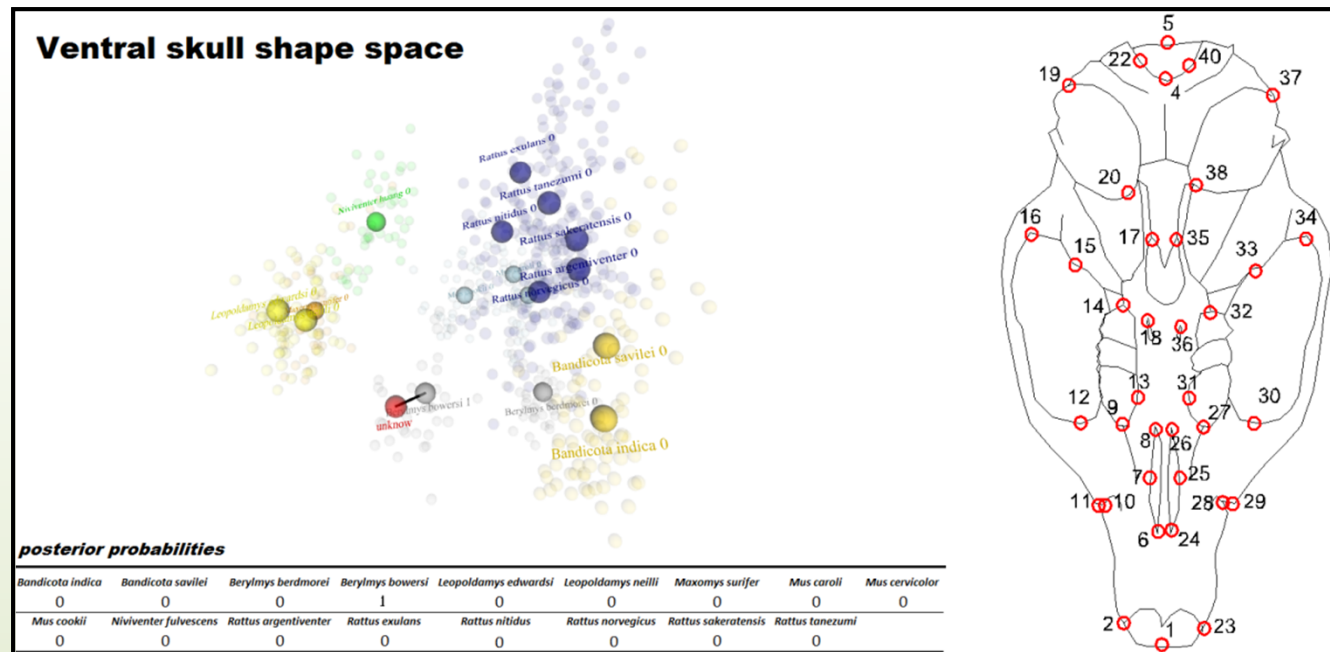


Contraste indépendant de la phylogénie

Intérêt de l'analyse:

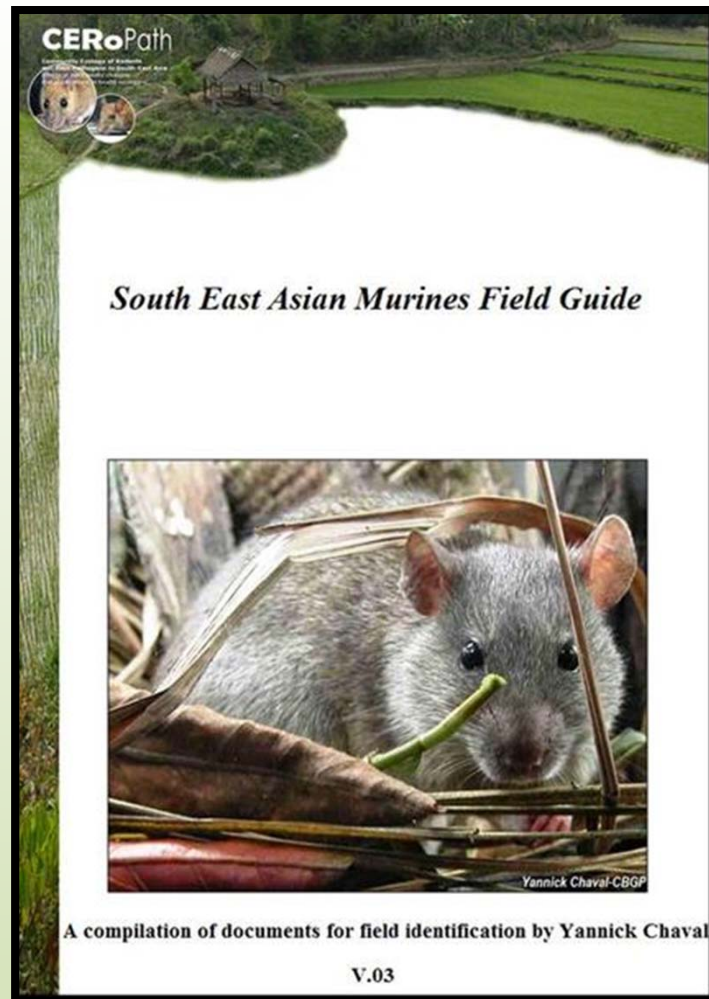
- **importance de la prise en compte de la généalogie** lors de l'étude d'un trait.

Amélioration de l'outil d'identification morphométrique

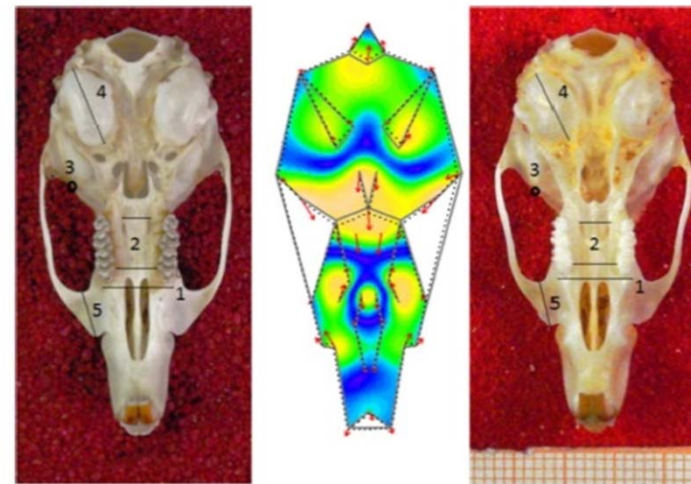


- Augmenter l'échantillonnage des espèces et l'aire de validité de l'outil;
- Inclure les holotypes;
- Pré-aligner les conformations de référence de façon à gagner du temps;
- Augmenter l'échantillonnage par espèce de façon à pouvoir symétriser la configuration.

Perspectives: guide d'identification de terrain



Différences entre *R. tanezumi* et *R. rattus*.



Perspectives: taxonomie



Etude des genres *Maxomys* et dans le genre *Niviventer*.

- augmenter l'échantillonnage;
- comparer morphologiquement et moléculairement.

Merci aux étudiants de Maha Sarakham et Kasetart.

Alice, Madougou, Aude, Vincent, Jean.

**Nathalie, Gauthier, Manue, Guillaume, Marie, Max, Jeff
Julien et Claudine.**



A vous tous pour les 11 années passées en votre compagnie.

Perspectives: étude d'un trait comportemental intra-spécifique



Bois en velours



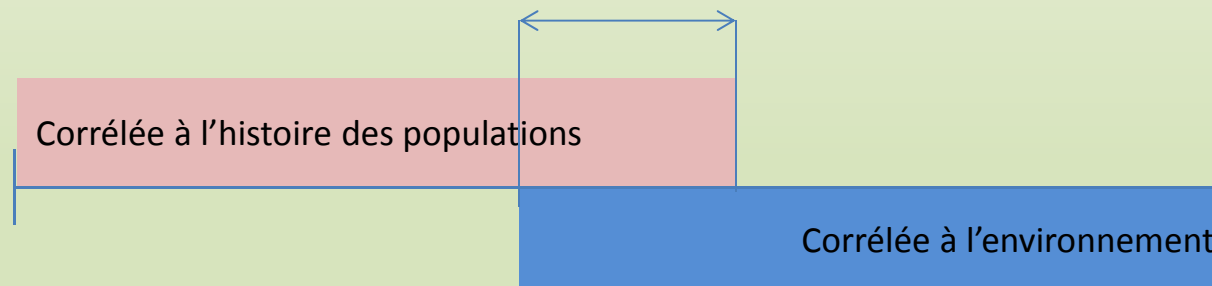
Frottis de chevreuil

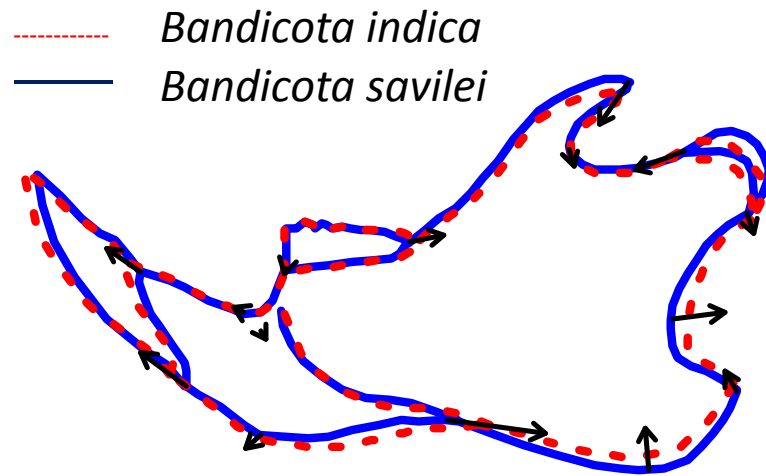


Bois frayés

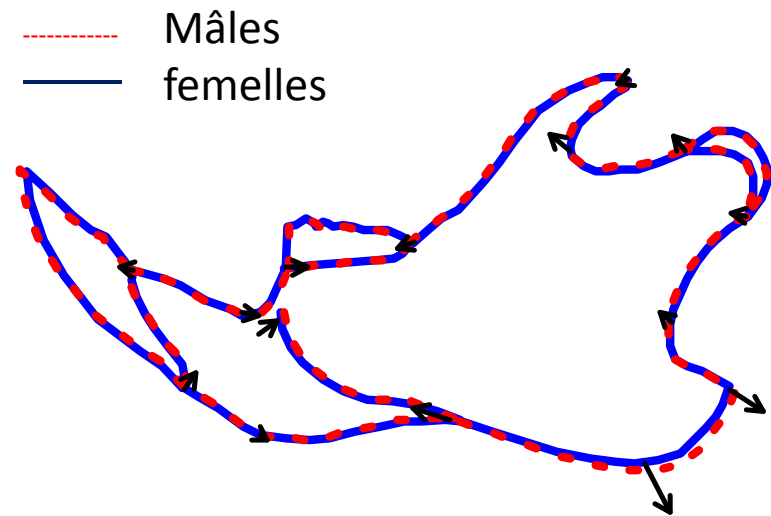
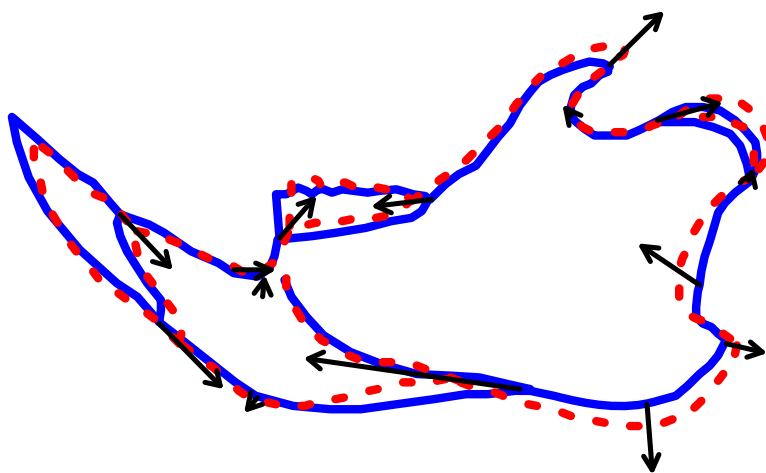
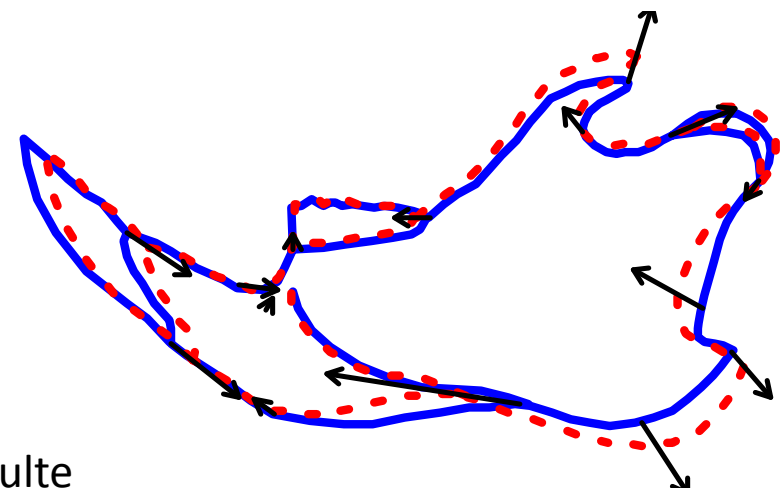
Comparaison du comportement de populations de chevreuils

Conservatisme comportemental





Différences entre espèces (femelles-adultes)

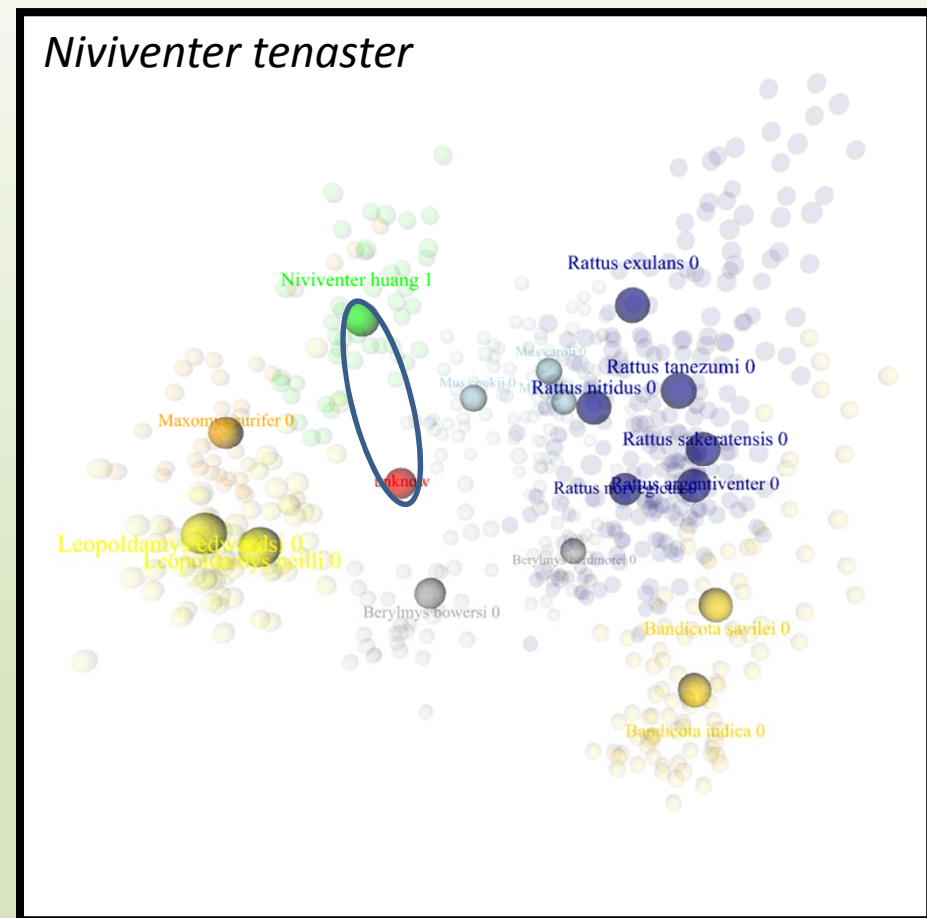
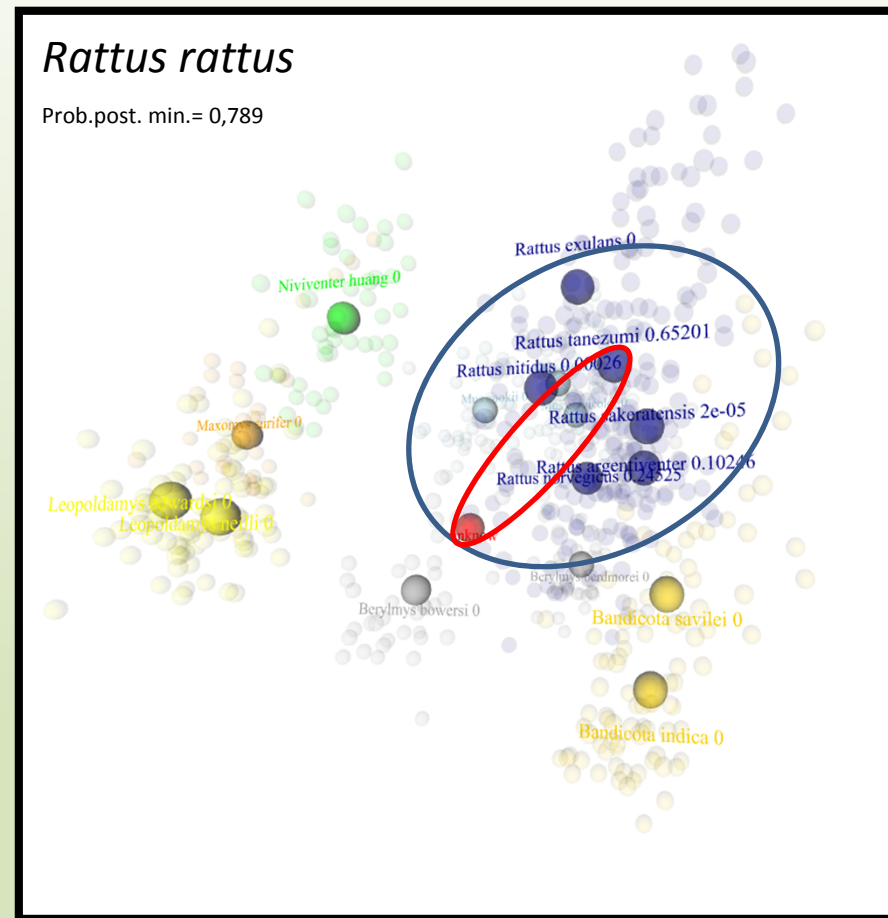
Dimorphisme sexuel *B. savilei*Ontogénèse *B. indica*Ontogénèse *B. savilei*

----- Adulte
 ——— Jeune

Prise en compte de l'erreur de mesure

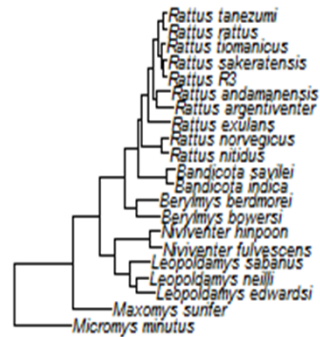
Distance morphologique **faible** et probabilité postérieure d'assignation **faible**.

Distance morphologique **importante** et probabilité postérieure d'assignation **forte**.



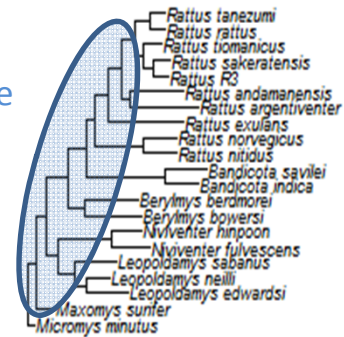
Early Burst

arbre non transformé

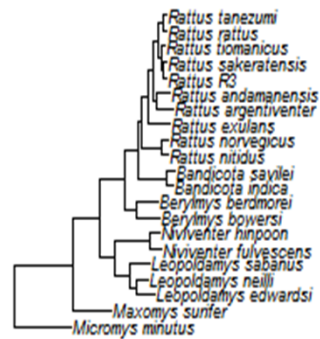


Radiation
adaptative

$a = 10$

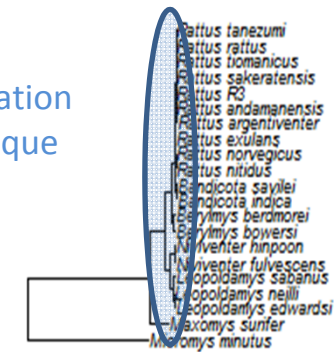


$a = 0$

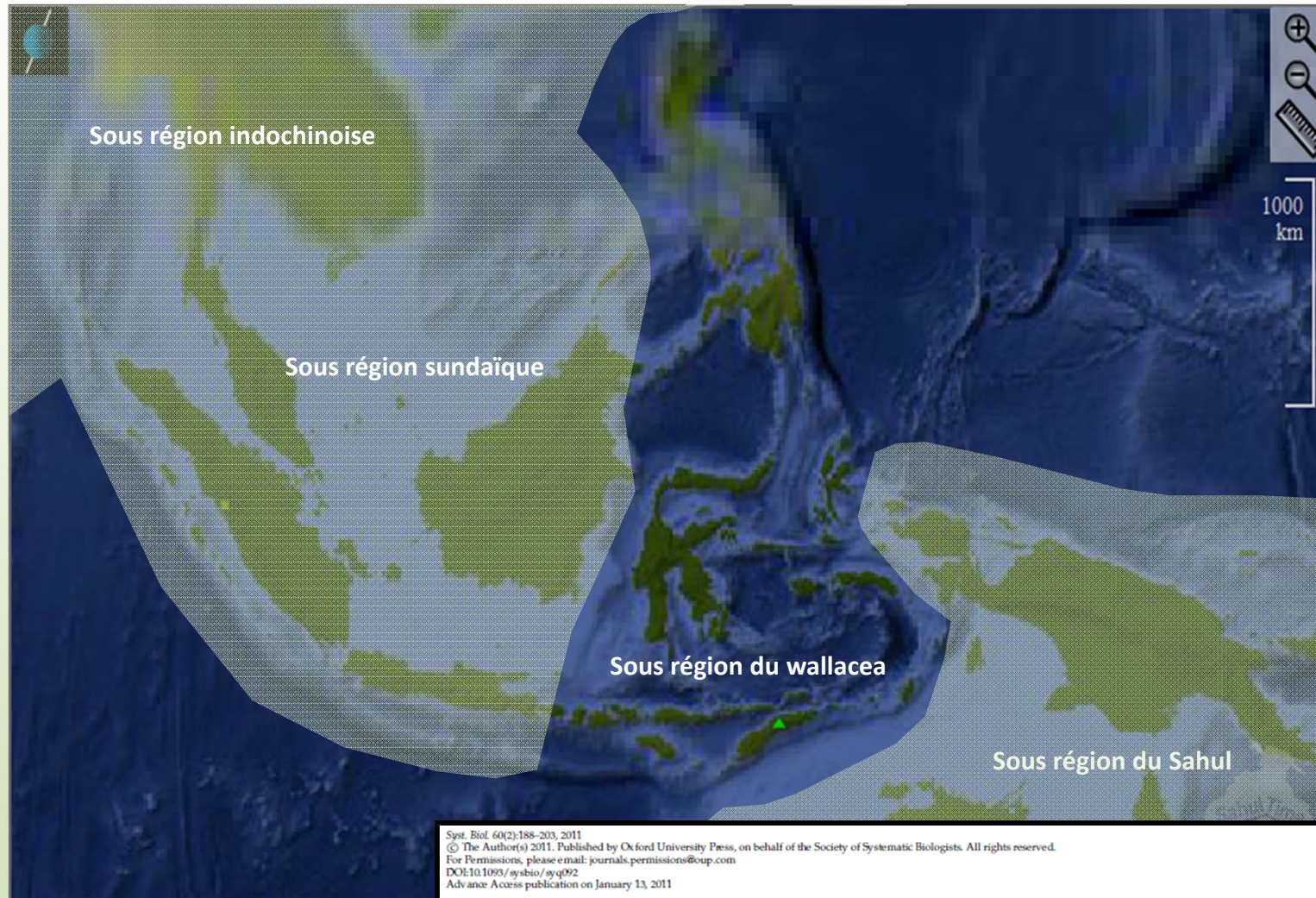


Adaptation
spécifique

$a = -10$



Comparaison avec l'évolution de la morphologie des *Rattus* Sahulien.

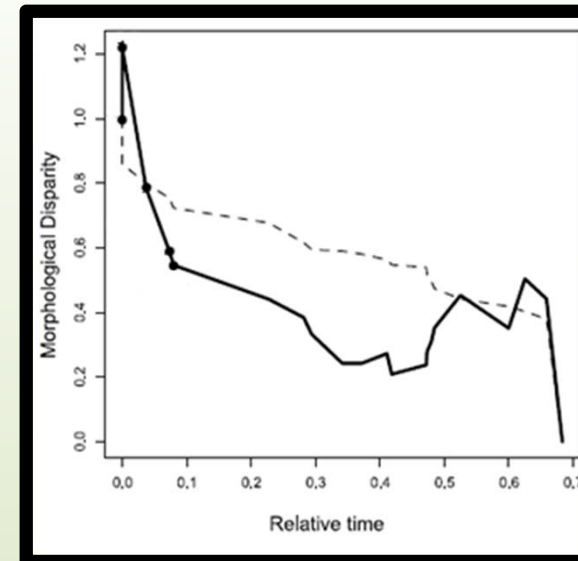
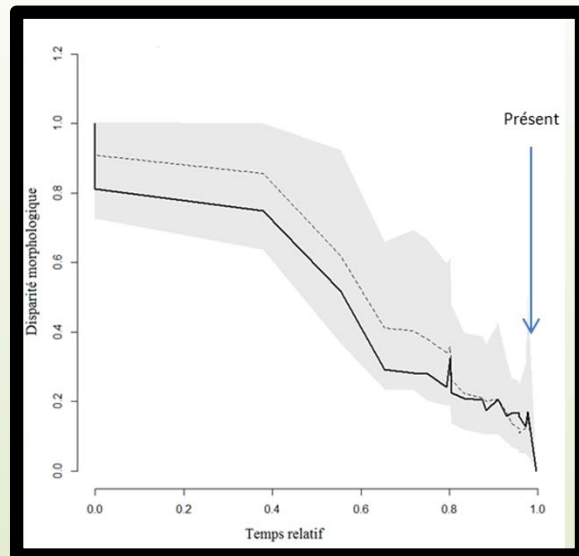


Recent and Rapid Speciation with Limited Morphological Disparity in the Genus *Rattus*

KEVIN C. ROWE^{1,2,3,*}, KEN P. APLIN⁴, PETER R. BAVERSTOCK³, AND CRAIG MORITZ^{1,2}

Représentation de la disparité morphologique en fonction du temps

- 16 mesures crâniennes
- 3 mesures externes



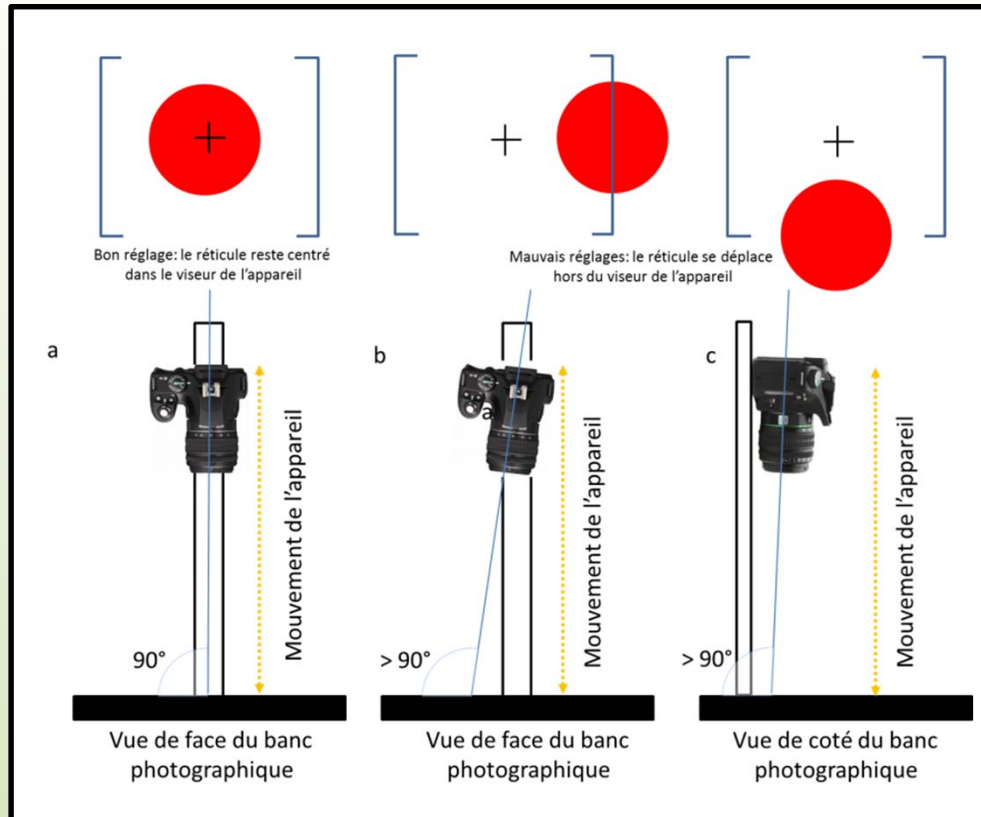
Syst. Ecol. 60(2):188–203, 2011
© The Author(s) 2011. Published by Oxford University Press, on behalf of the Society of Systematic Biologists. All rights reserved.
For Permissions, please e-mail: journals.permissions@oup.com
DOI:10.1093/sysbio/syq092
Advance Access publication on January 13, 2011

Recent and Rapid Speciation with Limited Morphological Disparity in the Genus *Rattus*

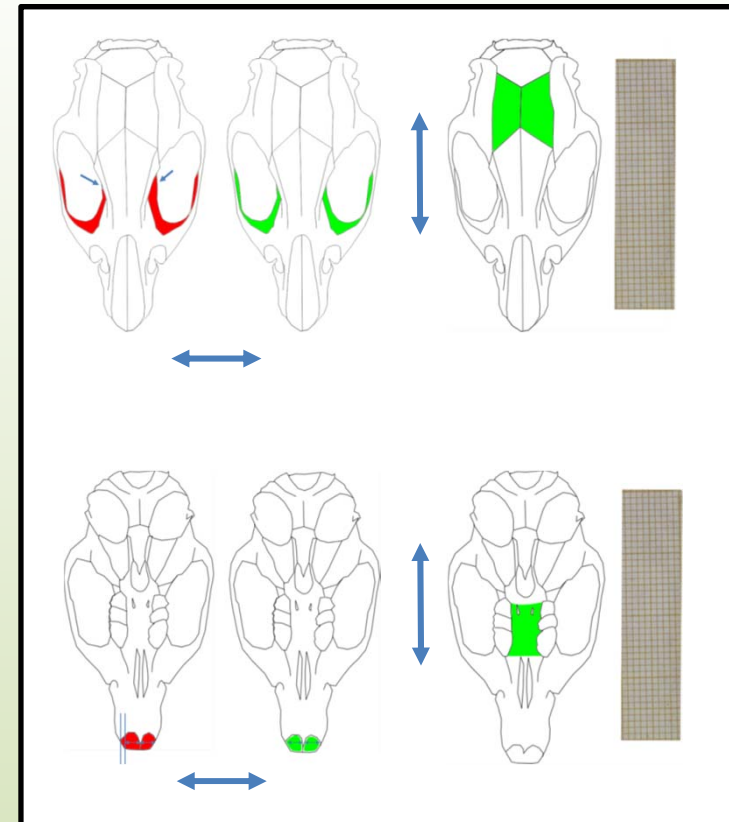
KEVIN C. ROWE^{1,2,3,*}, KEN P. APLIN⁴, PETER R. BAVERSTOCK³, AND CRAIG MORITZ^{1,2}

5- prise en compte l'erreur de mesure: préparation des crânes/réglage appareil/positionnement des crânes

Positionnement de l'appareil photo sur le banc photographique



Positionnement du crâne sur le lit de sable

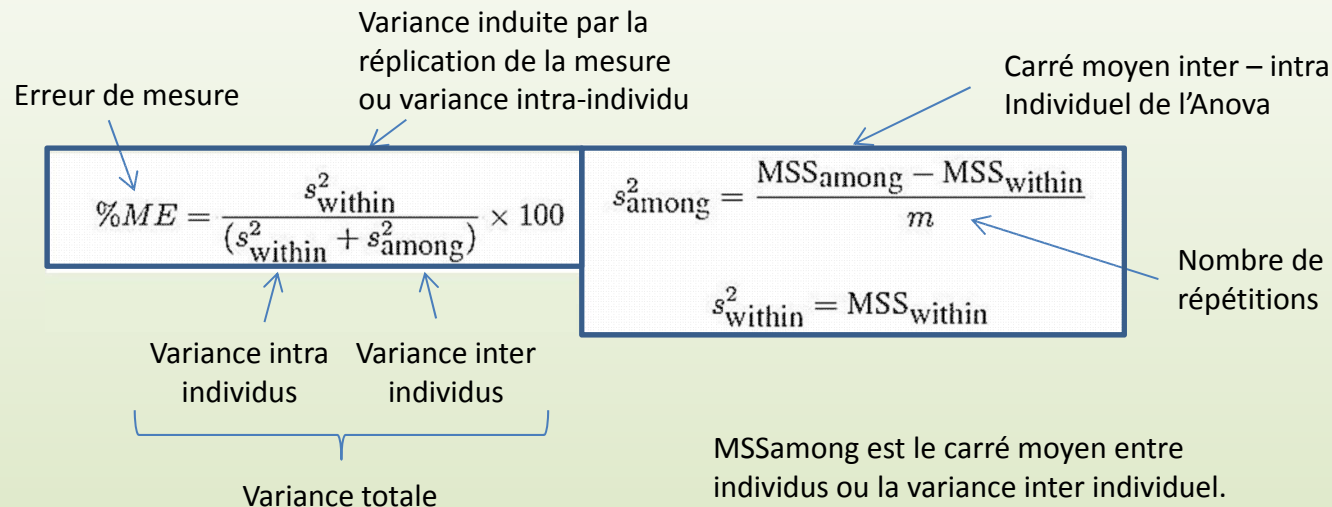


5- prise en compte l'erreur de mesure: erreur intra-opérateur, reproductibilité de la mesure

$$S^2_{\text{tot}} = S^2_{\text{inter-ind}} + S^2_{\text{intra-ind}}$$

La variance totale est égale à la somme des variances inter et intra-individuelle

La variance intra-individuelle est liée à l'erreur de mesure lors de la production des données.



```
> serr
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
specimen  584 3616.9   6.1934  4097.8 < 2.2e-16 ***
Residuals  558    0.8   0.0015
```

MSSwithin est le carré moyen intra individu ou la variance résiduelle inter individu

Pour un utilisateur

$$\mathbf{S^2_{tot} = S^2_{inter-ind} + S^2_{intra-op}}$$

Pour deux utilisateurs

$$\mathbf{S^2_{tot} = S^2_{inter-ind} + S^2_{inter-op} + S^2_{intra-op}}$$

5- prise en compte l'erreur de mesure: effet « opérateurs ».

$$S^2_{\text{tot}} = S^2_{\text{inter-ind}} + S^2_{\text{intra-ind}}$$

$S^2_{\text{intra-ind}}$ est la variance totale générée par les opérateurs

Donc $S^2_{\text{intra-ind}} = S^2_{\text{inter-op}} + S^2_{\text{intra-op}}$

$$S^2_{\text{tot}} = S^2_{\text{inter-ind}} + S^2_{\text{inter-op}} + S^2_{\text{intra-op}}$$

$S^2_{\text{intra-op}}$ est le carré moyen intra-op ou la variance résiduelle expliquée ni par la variance Inter-ind ni par la variance inter-op

$$S^2_{\text{inter-op}} = \frac{CM_{\text{inter-op}} - CM_{\text{intra-op}}}{2}$$

Pour deux opérateurs

$$S^2_{\text{inter-ind}} = \frac{CM_{\text{inter-ind}} - CM_{\text{inter-op}}}{4}$$

Pour deux répétitions par deux opérateurs

Pour comprendre comment évolue la morphologie on teste différents scénarios macro-évolutif pour voir s'ils décrivent mieux son évolution que le modèle Brownien.

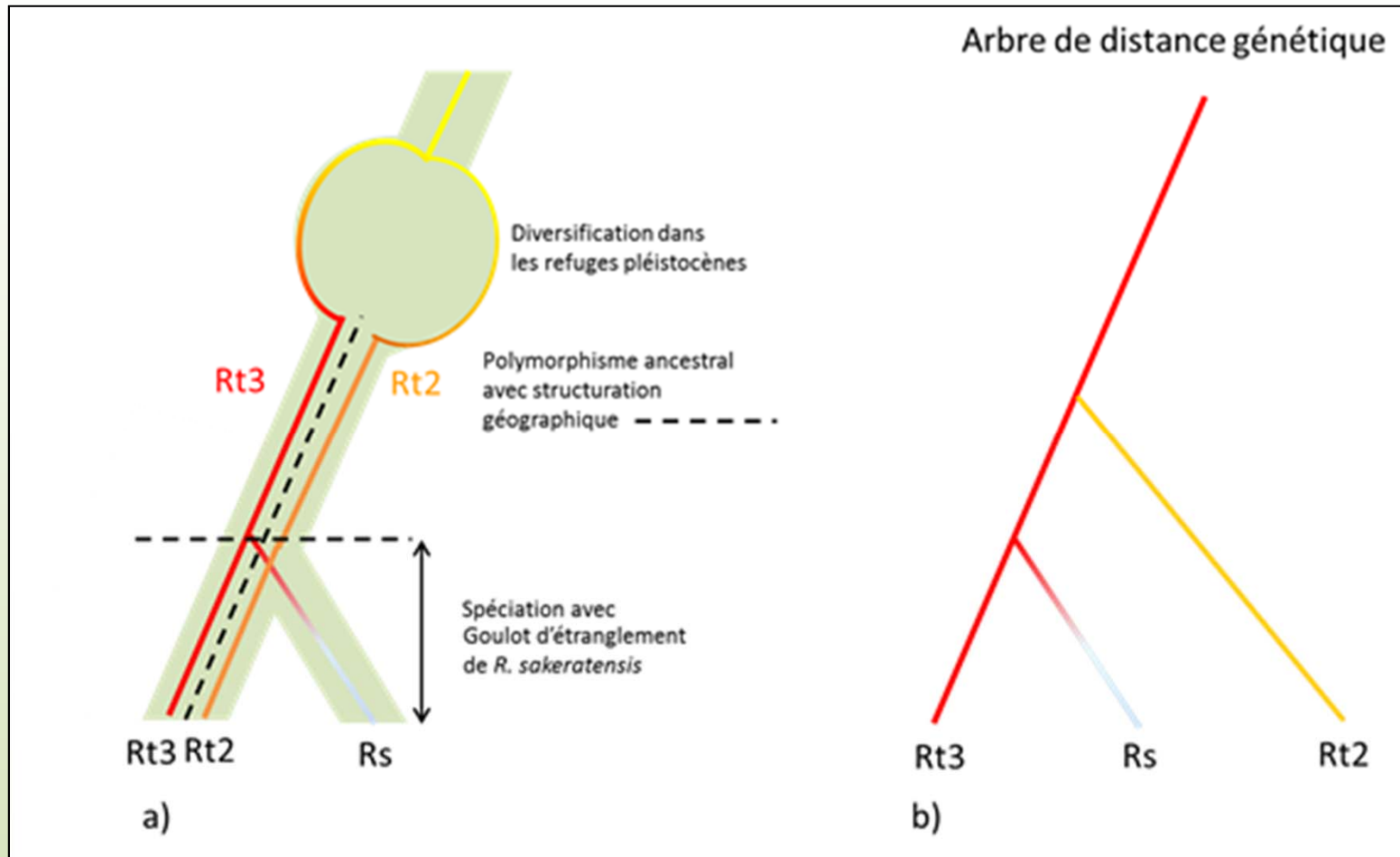
Brownien: évolution stochastique *unimodale* autour de la valeur ancestrale influencée *seulement par la dérive* ou par des forces sélectives variables.

Brownien dirigé: évolution *unimodale* dirigée. Une *force sélective de faible intensité* oriente l'évolution du trait (par ex.: espèces de plus en plus petites);

Early burst: modèle dans lequel le trait évolue de façon *exponentiel* en fonction du temps. Suivant la valeur du paramètre de changement, l'évolution sera rapide puis diminuera (*radiation adaptive*) ou l'évolution accélère dans les nœuds récente (*adaptation spécifique*).

Ornstein-Uhlenbeck (OU): évolution stochastique *bimodale* à tendance centrale. Une *force sélective stabilisante* maintient le trait à une valeur proche de l'optimum pour chacune des espèces.

Modèle de Pagel: un paramètre *Lambda* permet de tester la *contribution de la phylogénie* à l'évolution du trait, deux paramètres *Delta* et *Kappa* permettent une *mise à l'échelle* et *une transformation* de la phylogénie afin de tester son adéquation au modèle Brownien.

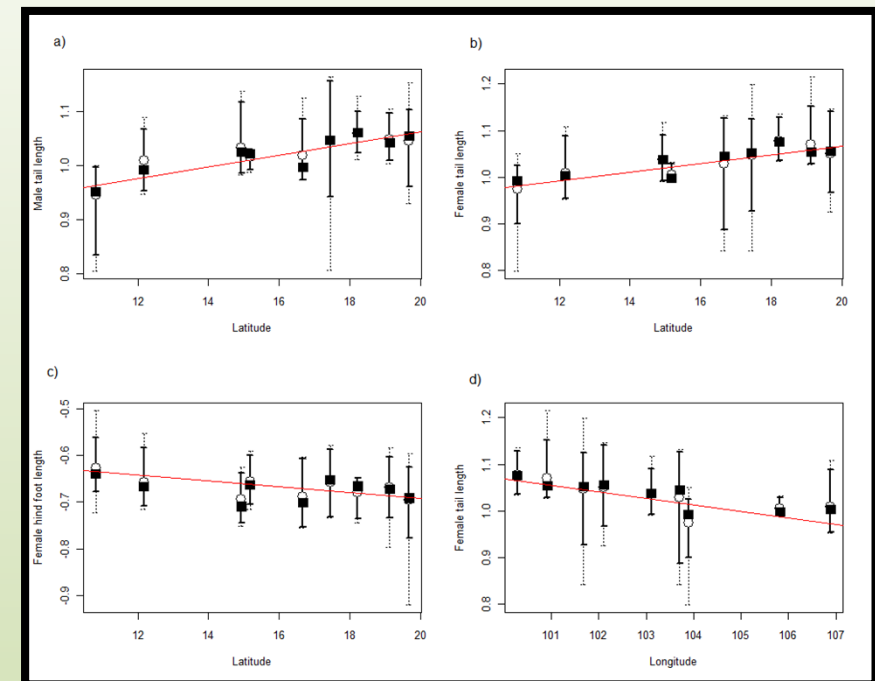
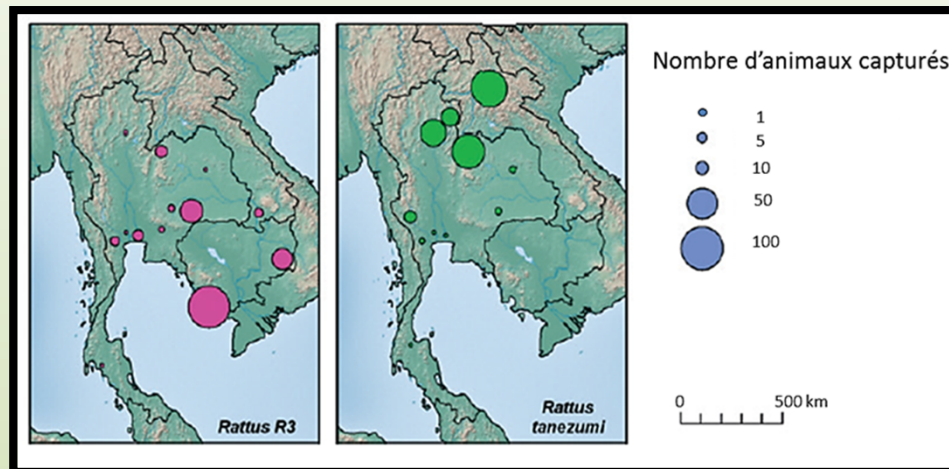


2- Délimitation d'espèce

- L'étude de la morphométrie externe à l'aide de log shape-ratio ne permet pas la mise en évidence d'un effet du mitotype sur la morphométrie.

Lorsque l'on regarde les variations morphologiques sans tenir compte du mitotype:

- augmentation de la longueur de la queue chez les mâles et les femelles avec la latitude;
- réduction de la longueur de la patte arrière et de la queue chez les femelles avec la longitude;



- Pas de plateau témoignant d'une morphologie hybride donc pas de zone hybride ou échantillonnage ne zone hybride.

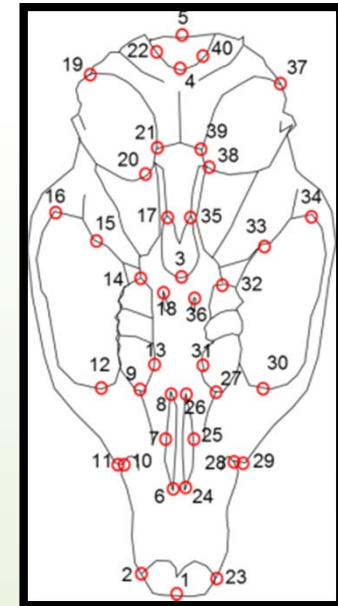
2- Délimitation d'espèce

Au niveau de la morphologie crânienne.

Avec un échantillonnage de 34 individus pour le clade R3 et 38 pour R2

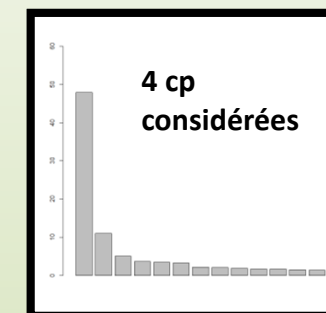
- L'âge et le sexe ont un effet significatif sur la taille centroïde du crâne
- Le mitotype n'a pas d'effet sur la taille centroïde du crâne

facteur	Df	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Pr(>F)
âge	2	38.12	19.062	86.556	< 2e-16***
sexe	1	1.91	1.910	8.674	0.00459**
mitotype	1	0.40	0.398	1.808	0.18381
âge:sexe	2	0.08	0.041	0.187	0.82984
âge:mitotype	2	0.38	0.189	0.859	0.42878
sexe:mitotype	1	0.08	0.084	0.383	0.53844
âge:sexe:mitotype	2	0.91	0.453	2.057	0.13674
Residuals	60	13.21	0.220		



- Seul l'âge à un effet significatif sur la conformation du crâne.

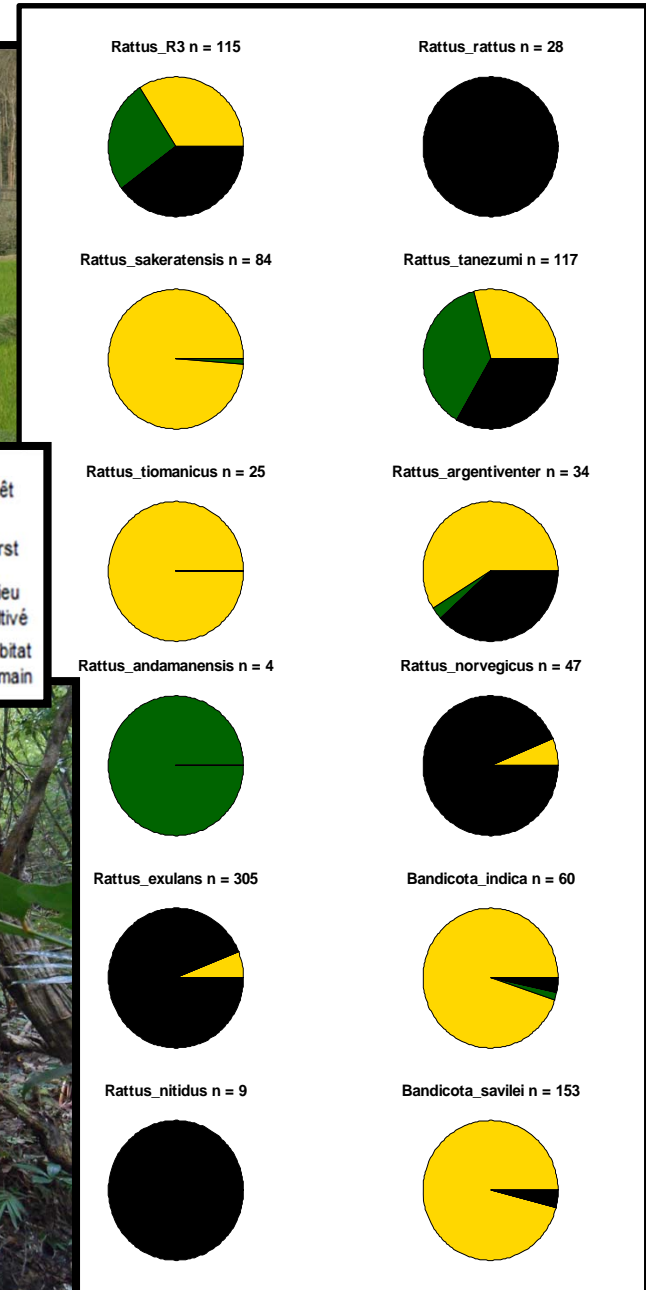
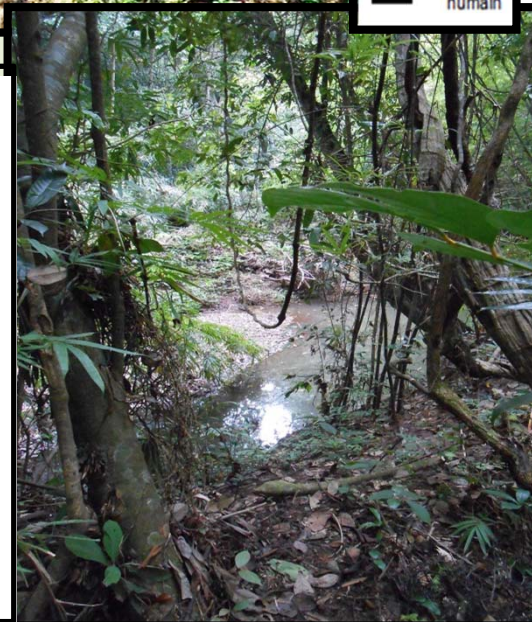
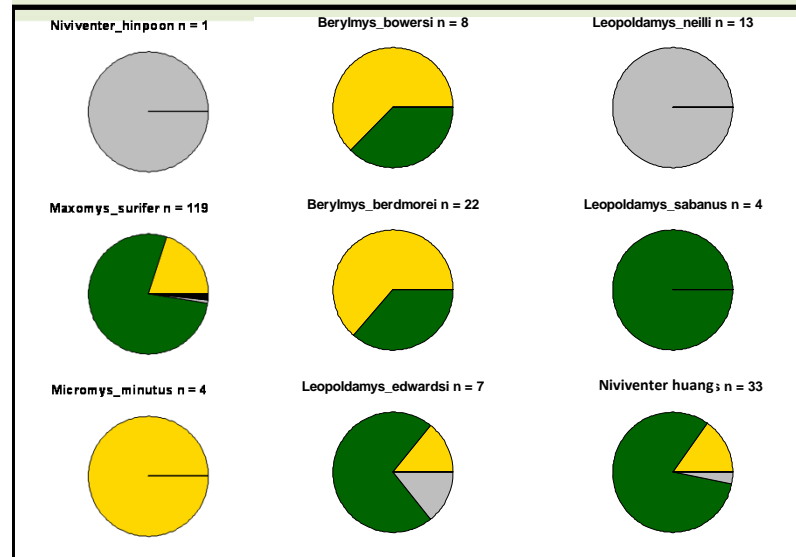
facteur	Df (facteur)	Pillai	Valeur de F	Df (num)	Df (individu)	Pr(>F)
âge	2	0.76416	8.9659	8	116	1.632e-09 ***
mitotype	1	0.05175	0.7777	4	57	0.5443
sexe	1	0.04018	0.5965	4	57	0.6667
âge:mitotype	2	0.19006	1.5227	8	116	0.1567
âge:sexe	2	0.09523	0.7249	8	116	0.6692
mitotype:sexe	1	0.07805	1.2064	4	57	0.3181
âge:mitotype:sexe	2	0.20164	1.6258	8	116	0.1248
Residuals	60					



- R2 et R3 ont donc été considérés comme **consécifs** et regroupés sous le nom de *R. tanezumi*.

- Conservation du polymorphisme ancestral ou introgression mitochondriale.

Données sur le milieu de vies des espèces



Représentation conjointe de la phylogénie, de la morphologie et du milieu de vie.

