
Rapport de stage individuel 4^{ème} année

Analyse morphologique d'une espèce invasive : *Xenopus laevis*

Muséum National d'Histoire Naturelle
57 rue Cuvier, 75005 Paris



Tuteur entreprise :
Anthony HERREL
Directeur de recherche

Tuteur académique :
Sabine GREULICH

Julie ORPEL
IMA
2017-2018

Remerciements

Tout d'abord, je souhaite remercier Madame Fanny PAGES, doctorante au sein du Muséum, de m'avoir orienté vers Monsieur HERREL, mon maître de stage. C'est grâce à elle que j'ai pu prendre contact avec un des membres du laboratoire et ainsi trouver mon stage.

Je tiens à remercier tout particulièrement Monsieur Anthony HERREL, mon maître de stage, pour m'avoir offert l'opportunité de réaliser mon stage de quatrième année au sein du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), établissement que je rêvais d'intégrer. D'autant plus que Monsieur HERREL m'a permis de travailler sur un sujet qui me tient à cœur et de partir en mission au Portugal. Il m'a également fait part de ses connaissances sur bien des points qui parfois allaient au-delà de mon sujet de recherche et m'a fortement conseillé tout au long de ce stage.

Ensuite, je souhaite adresser mes remerciements à Monsieur Rui REBELO. Enseignant chercheur à l'Université des Sciences de Lisbonne, il m'a accueilli dans son laboratoire cinq semaines durant lesquelles il m'a apporté son aide, ses connaissances et m'a permis de participer à une opération sur le terrain.

J'aimerais remercier Monsieur Julien COURANT, ancien doctorant au sein du MNHN, pour ses conseils avisés et pour son aide précieuse tout au long du stage.

Je remercie également Monsieur Pablo PADILLA, étudiant en Master 2 également en stage avec Monsieur HERREL. En effet, il a pris le temps de me prodiguer une formation complète quant à la dissection des individus, de m'expliquer les méthodes statistiques utiles pour l'analyse des données et de me fournir l'ensemble des données qu'il a obtenu afin que je puisse les comparer aux miennes.

J'adresse mes remerciements à Madame Carolina VIEIRA, étudiante à l'Université des Sciences de Lisbonne, qui m'a complètement intégré au laboratoire durant mon séjour et qui, en tant que responsable du laboratoire, m'a beaucoup aidé dans ma mission.

Enfin je remercie l'équipe pédagogique du Département Aménagement et Environnement de Polytech Tours de m'avoir permis de réaliser ce stage. Ainsi, je remercie plus particulièrement Monsieur Pierre PEETERS, responsable des stages, de même que Madame Sabine GREULICH, ma tutrice académique, qui a su répondre à mes questions.



Table des matières

1	Introduction.....	1
1.1	Généralités	1
1.2	Contexte	2
1.2.1	Zone d'étude en France.....	2
1.2.2	Zone d'étude au Portugal	4
2	Présentation de la structure d'accueil	7
3	Matériel et méthodes.....	8
3.1	Récolte des données	8
3.1.1	La pêche électrique	8
3.1.2	Fixation	9
3.1.3	Mesures morphologiques.....	10
3.1.4	Dissection des organes et des muscles	11
3.2	Exploitation des données	15
4	Résultats.....	16
4.1	Les mesures morphologiques.....	16
4.1.1	Les différences entre les sexes	16
4.1.2	Les différences entre les pays	17
4.2	Les organes.....	18
4.2.1	Les différences entre les sexes	18
4.2.2	Les différences entre les pays	19
4.2.3	Les différences liées à l'interaction entre les deux facteurs	20
4.3	Les muscles.....	20
4.4	Discussion sur la validité.....	22
5	Conclusion	23
5.1	Interprétations	23
5.1.1	Les mesures morphologiques.....	23
5.1.2	Les organes	24
5.1.3	Les muscles.....	26
5.2	Synthèse	26
5.3	Bilan des compétences acquises	26
5.4	Objectifs professionnels	27
	Bibliographie.....	28
	Annexes	31

Table des figures

Figure 1 : Photo du <i>Xenopus laevis</i>	1
Figure 2 : Carte de la distribution probable du <i>Xenopus laevis</i> en 2070	2
Figure 3 : Carte de la distribution du <i>Xenopus laevis</i> en France	3
Figure 4 : Photo d'un des sites colonisés par le <i>Xenopus laevis</i> en France	3
Figure 5 : Photo de sites colonisés par le <i>Xenopus laevis</i> en France.....	4
Figure 6 : Carte de la distribution du <i>Xenopus laevis</i> au Portugal	5
Figure 7 : Photos de certains milieux naturels colonisés par le <i>Xenopus laevis</i> au Portugal	5
Figure 8 : Photos de certains milieux artificiels colonisés par le <i>Xenopus laevis</i> au Portugal	6
Figure 9 : Schéma de l'organisation du MNHN	7
Figure 10 : Critères de différenciation des sexes chez le <i>Xenopus laevis</i>	8
Figure 11 : Schéma du principe de la pêche électrique	9
Figure 12 : Photo d'une pêche électrique réalisée sur un des sites colonisés au Portugal.....	9
Figure 13 : Photos des outils utilisés	10
Figure 14 : Mesures morphologiques faites dans le cadre de cette étude	11
Figure 15 : Organes prélevés chez la femelle <i>Xenopus laevis</i>	12
Figure 16 : Muscles disséqués au cours de cette étude.....	14
Figure 17 : Représentation de l'accouplement chez le <i>Xenopus laevis</i>	23

Table des tableaux

Tableau 1 : Résultats concernant la significativité des différences morphologiques entre les sexes ..	16
Tableau 2 : Moyennes marginales des différences morphologiques significatives entre les sexes	17
Tableau 3 : Résultats concernant la significativité des différences morphologiques entre les pays....	17
Tableau 4 : Moyennes marginales des différences morphologiques significatives entre le Portugal et la France	18
Tableau 5 : Résultats à propos de la significativité des différences concernant le poids des organes entre les sexes	18
Tableau 6 : Moyennes marginales des différences significatives concernant le poids des organes entre les sexes.....	19
Tableau 7 : Résultats à propos de la significativité des différences concernant le poids des organes entre les pays	19
Tableau 8 : Moyennes marginales des différences significatives concernant le poids des organes entre les pays	19
Tableau 9 : Résultats à propos de la significativité des différences concernant le poids des organes liées à l'interaction entre le sexe et le pays	20
Tableau 10 : Moyennes marginales des différences significatives concernant le poids des organes liées à l'interaction entre le sexe et le pays	20
Tableau 11 : Résultats à propos de la significativité des différences concernant le poids des muscles entre les pays	21

Abréviations

LIFE = L'Instrument Financier pour l'Environnement

MANCOVA = Multivariate Analysis of Covariance, Anglais (Royaume-Uni)

MECADEV = Adaptative Mechanisms and Evolution, Anglais (Royaume-Uni)

MNHN = Museum National d'Histoire Naturelle

SVL = snout-vent-length, Anglais (Royaume-Uni)

UMR = Unité Mixte de Recherche

UR = Unité de Recherche

1 Introduction

1.1 Généralités

La biodiversité est au cœur des problématiques environnementales actuelles à l'échelle mondiale. En effet, un déclin massif de celle-ci a été observé au cours de ces dernières années inquiétant la communauté scientifique (Butchart *et al.*, 2010). De nombreuses menaces pèsent sur les espèces endémiques provoquant leur raréfaction voire leur extinction ; telles que la fragmentation et la disparition des habitats (Pimm et Raven, 2000 ; Fahrig, 2010 ; Krauss *et al.*, 2010 ; Essl *et al.*, 2015), la pollution (e.g. Barker et Tingley, 1992 ; Maiti et Chowdhury, 2013 ; Munir *et al.*, 2016 ; McMullin *et al.*, 2016), le changement climatique (e.g. Thomas *et al.*, 2004 ; Balint *et al.*, 2011 ; Bellard *et al.*, 2012), l'intensification des activités humaines ou encore l'introduction de nouvelles espèces montrant un caractère invasif (e.g. Clavero *et al.*, 2009 ; Katsanevakis *et al.*, 2014 ; Galiana *et al.*, 2014 ; Early *et al.*, 2016).

Concernant les espèces invasives, elles ont chacune un impact spécifique sur l'écosystème qu'elles colonisent. C'est pour cela qu'il est essentiel de connaître au mieux leur écologie afin de pouvoir limiter leur expansion voire de les éradiquer dans le but de protéger les espèces indigènes.

Le Xénope lisse (*Xenopus laevis*, Figure 1) constitue l'une de ces espèces invasives préoccupantes. Originaire d'Afrique du Sud, il a été exporté, dans un premier temps, pour être utilisé au sein des tests en laboratoire. Par la suite, il a également pris le statut d'animal de compagnie (Tinsley et McCoid, 1996).

Aujourd'hui, il s'agit de l'amphibien ayant la plus grande distribution géographique dans le monde (Ihlow *et al.*, 2016). Avec une incroyable capacité d'adaptation, il a la possibilité de coloniser de nombreux habitats très différents les uns des autres : lentiques, lotiques, naturels, partiellement ou entièrement artificialisés, riches ou pauvres en éléments nutritifs (Evans *et al.* 1997 ; Faraone *et al.*, 2008 ; Lobos and Jaksic, 2005 ; Tinsley and McCoid, 1996). De plus, il a été montré que celui-ci pouvait avoir un impact, sur les écosystèmes dans lesquels il s'installe. De par son régime alimentaire, il provoque une raréfaction des ressources disponibles pour les autres espèces et donc accroît la compétition interspécifique et peut devenir lui-même un prédateur des espèces endémiques (Courant, 2017).



Figure 1 : Photo du *Xenopus laevis* ; Source : Presse Océan

Favorisé par le réchauffement climatique, son aire de répartition pourrait considérablement s'accroître dans les années à venir. En effet, selon une étude (Ihlow et al., 2016), celle-ci pourrait recouvrir jusqu'à 28% du globe en 2070 (Figure 2 : Carte de la distribution probable du *Xenopus laevis* en 2070).

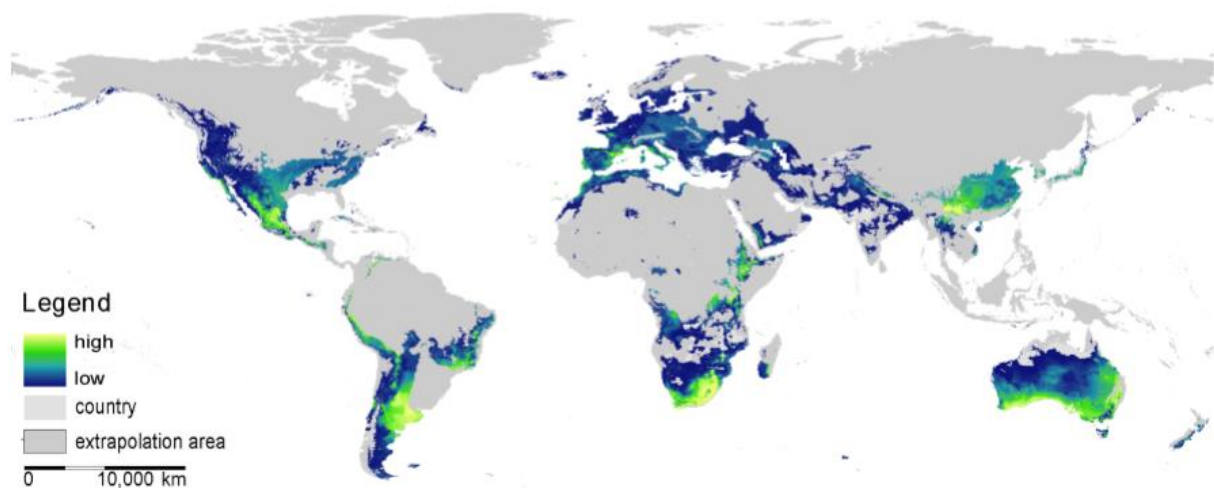


Figure 2 : Carte de la distribution probable du *Xenopus laevis* en 2070, avec une probabilité allant de modérée (bleu foncé) à élevée (jaune) ; Source : Ihlow et al., 2016

Afin de contrer sa prolifération, il est important de comprendre de quelles manières il s'adapte à chacun des milieux qu'il colonise. C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude. Celle-ci sera centrée sur les adaptations morphologiques du *Xenopus laevis*. Pour cela, il est indispensable de comparer des populations issues de milieux montrant des caractéristiques très différentes. Les populations retenues pour cette étude proviennent donc du Portugal et de la France.

1.2 Contexte

1.2.1 Zone d'étude en France

En France, le Xénope lisse a été introduit de façon accidentelle ou intentionnelle vers la fin des années 80 à partir d'un centre d'élevage situé dans la commune de Bouillé-Saint-Paul. Cependant, ce n'est qu'en décembre 2000 qu'il a été découvert, par Fouquet, pour la première fois à l'état naturel. Aujourd'hui, il a colonisé avec certitude plus de 200 km² (Figure 3 : Carte de la distribution du *Xenopus laevis* en France), dont le Nord des Deux Sèvres ainsi que le Sud du Maine et Loire. Une nouvelle population a également été découverte à Montpellier, il y a maintenant deux ans. Cependant son origine n'est pas connue.

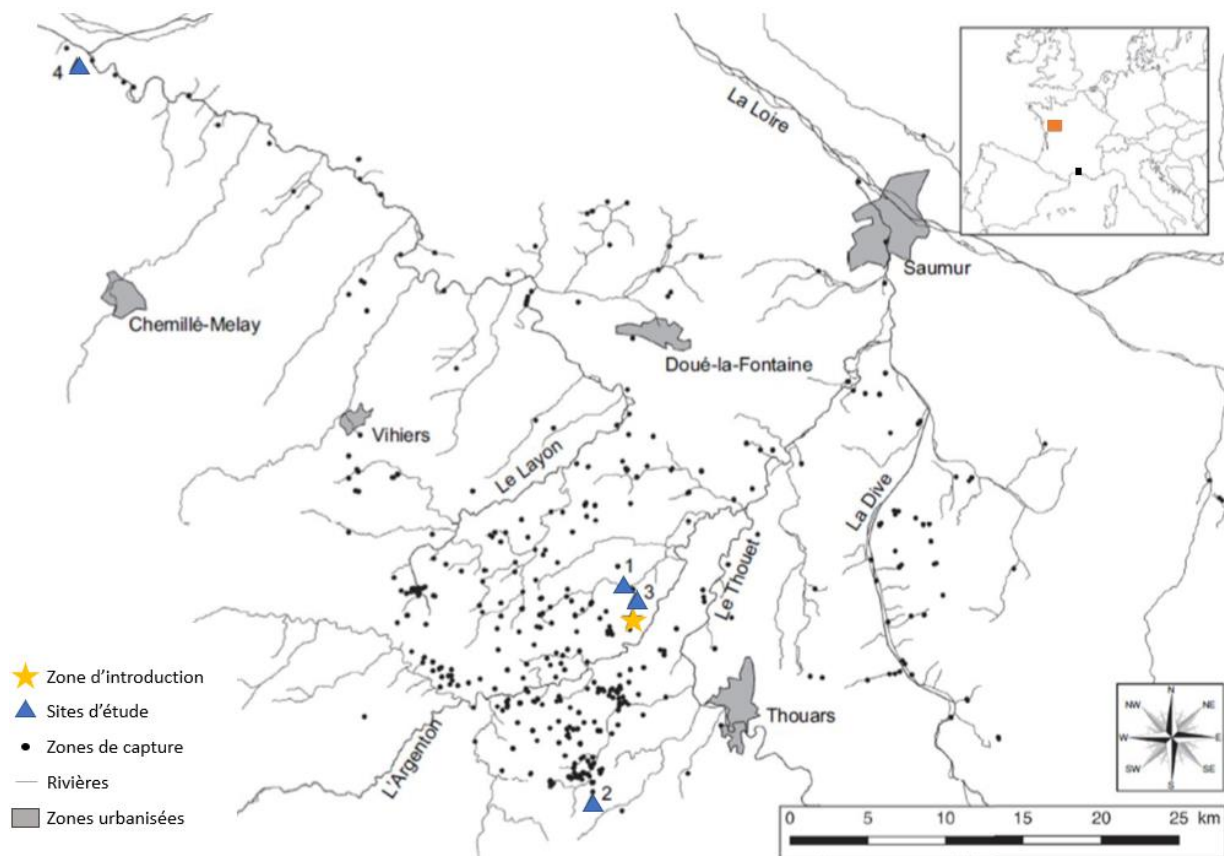


Figure 3 : Carte de la distribution du *Xenopus laevis* en France ; Sources : Courant, 2017 et Julie Orpel

Le climat tempéré océanique, présent dans le Centre-Ouest de la France, favorise sa prolifération sous forme de fronts de colonisation, les populations pouvant atteindre de très grands effectifs. Les milieux colonisés, sont principalement des eaux stagnantes (mares, lacs, étangs, Figures 4 et 5) séparées par des étendues agricoles, ce qui rend difficile de réduire le nombre d'individus. Effectivement, il est possible d'éradiquer les populations de certains milieux en les asséchant temporairement. Néanmoins, ils pourraient rapidement être recolonisés suite à la migration d'individus issus des populations des autres milieux encore non traités.



Figure 4 : Photo d'un des sites colonisés par le *Xenopus laevis* en France ; Source : Julien Courant



Figure 5 : Photo de sites colonisés par le *Xenopus laevis* en France ; Source : Julien Courant

1.2.2 Zone d'étude au Portugal

Au Portugal, les premiers individus de *X. laevis* ont été signalés en 2006, à Oeiras, zone située à 20 km à l'ouest de Lisbonne. L'origine de cette colonisation remonterait à l'hiver 1979/1980 durant lequel une forte crue aurait inondé les espaces de stockage des individus utilisés dans des laboratoires. En effet, des Xénopes ont été importés de l'université de Norwich en 1972 afin d'être utilisés dans le cadre de la thèse de la chercheuse portugaise M. G. Emilio. En 1974, elle décida de s'installer à l'institut pour la science Gulbenkian à Oeiras dans le cadre de son étude. Quelques années plus tard, cet institut a été fortement touché par la crue du Tage, ses sous-sols se sont vus inondés, libérant ainsi des individus dans la rivière (*Sousa et al., pas encore publié*).

Actuellement, l'espèce est présente dans deux rivières séparées de 5 km l'une de l'autre (Figure 6 : Carte de la distribution du *Xenopus laevis* au Portugal). Les individus sont donc soumis à un courant plus fort que ceux vivant en France. L'une d'entre elle parcourt 16 km avec un écoulement rapide l'hiver mais elle se retrouve régulièrement asséchée durant l'été (*Rebello et al., 2010*).

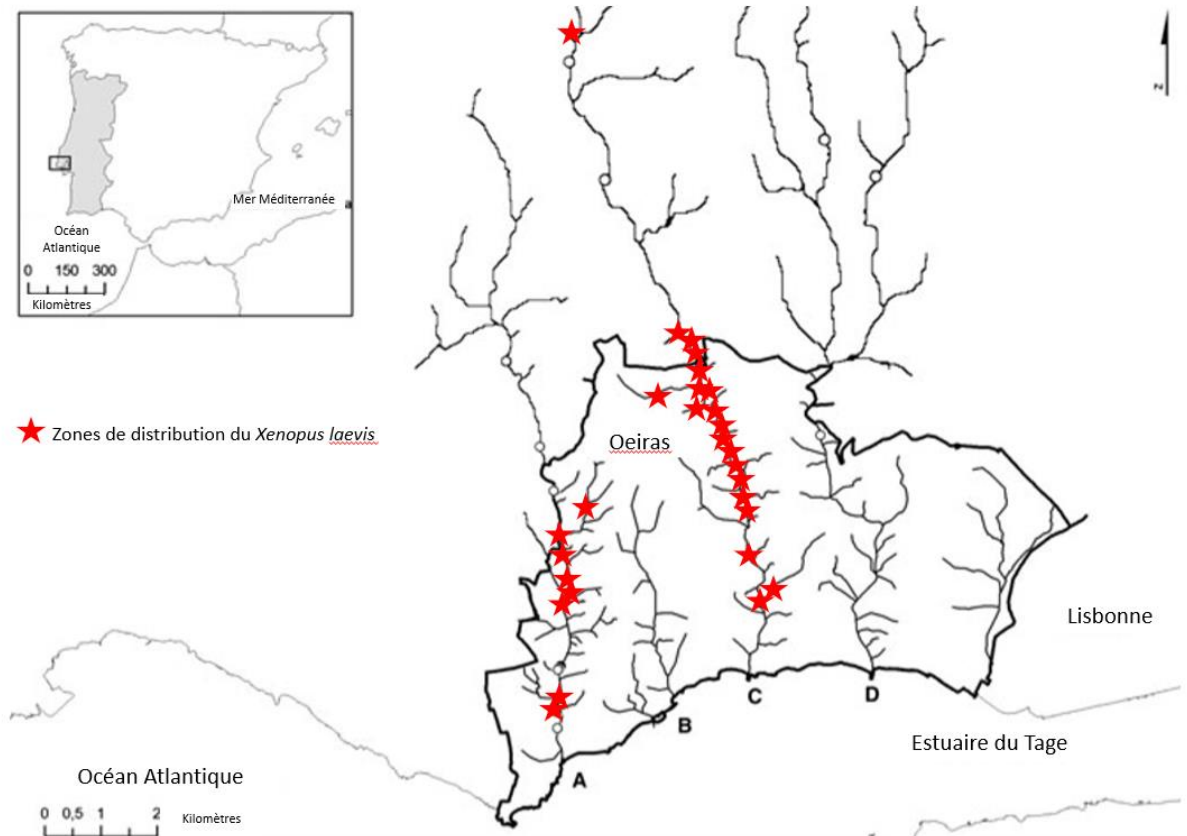


Figure 6 : Carte de la distribution du *Xenopus laevis* au Portugal ; Sources : Rebelo et al., 2009 et Julie Orpel

La région dans laquelle cet amphibien est présent est fortement urbanisée, ce qui contraint les individus à traverser les routes et la ville afin de rejoindre d'autres points d'eau. Néanmoins, cette urbanisation leur est aussi profitable puisque le Xénope lisse a su coloniser des milieux totalement artificialisés (bassins, fontaines...) en plus des milieux naturels comme le montre les figures 7 et 8.



Figure 7 : Photos de certains milieux naturels colonisés par le *Xenopus laevis* au Portugal ; Source : Julie Orpel



Figure 8 : Photos de certains milieux artificiels colonisés par le *Xenopus laevis* au Portugal ; Source : Julie Orpel

Une campagne d'éradication a été mise en place au Portugal depuis quelques années et il semblerait que celle-ci soit efficace. En effet, lors de la sortie sur le terrain en 2018 aucun individu n'a été recensé dans les milieux totalement envahis deux ans auparavant.

En somme, la mission qui m'a été attribuée consistait à effectuer les mesures morphologiques, à procéder à la dissection et à peser les différents organes et muscles de quarante individus provenant du Portugal. En récupérant les données d'un autre stagiaire effectuant la même mission en parallèle concernant des populations Françaises, il m'a été possible de réaliser des tests statistiques afin de répondre à la problématique posée : Existe-t-il des différences morphologiques traduisant des adaptations spécifiques au milieu de vie chez le *Xenopus laevis* au sein de deux populations vivant respectivement au Portugal et en France ?

Le contenu de ce rapport mettra donc en évidence les disparités existantes entre les populations de Xénope lisse de ces deux pays. Tout d'abord, l'organisme d'accueil sera présenté. S'en suivra, une explication des méthodes mises en œuvre et du matériel utilisé pour réaliser cette étude. Puis, les résultats seront exposés avec un regard critique. Pour finir, des interprétations possibles seront proposées avant de conclure sur l'ensemble de l'étude.

2 Présentation de la structure d'accueil

Créé en 1635, à l'origine jardin royal, cette institution est devenue Muséum d'Histoire Naturelle en 1793. Aujourd'hui, il répartit son activité sur douze sites en France, dont Paris où se trouve son cœur historique. Le MNHN exerce cinq missions (Figure 9 : Schéma de l'organisation du MNHN) : la recherche fondamentale et appliquée, la conservation et l'enrichissement des collections, l'enseignement, la diffusion des connaissances et l'expertise. Chacune de ces activités est structurée en départements et en directions transversales. La recherche quant à elle se compose d'unités rattachées exclusivement à l'établissement ainsi que d'unités mixtes de recherche (partenariat avec d'autres organismes, UMR) (*mnhn.fr*).

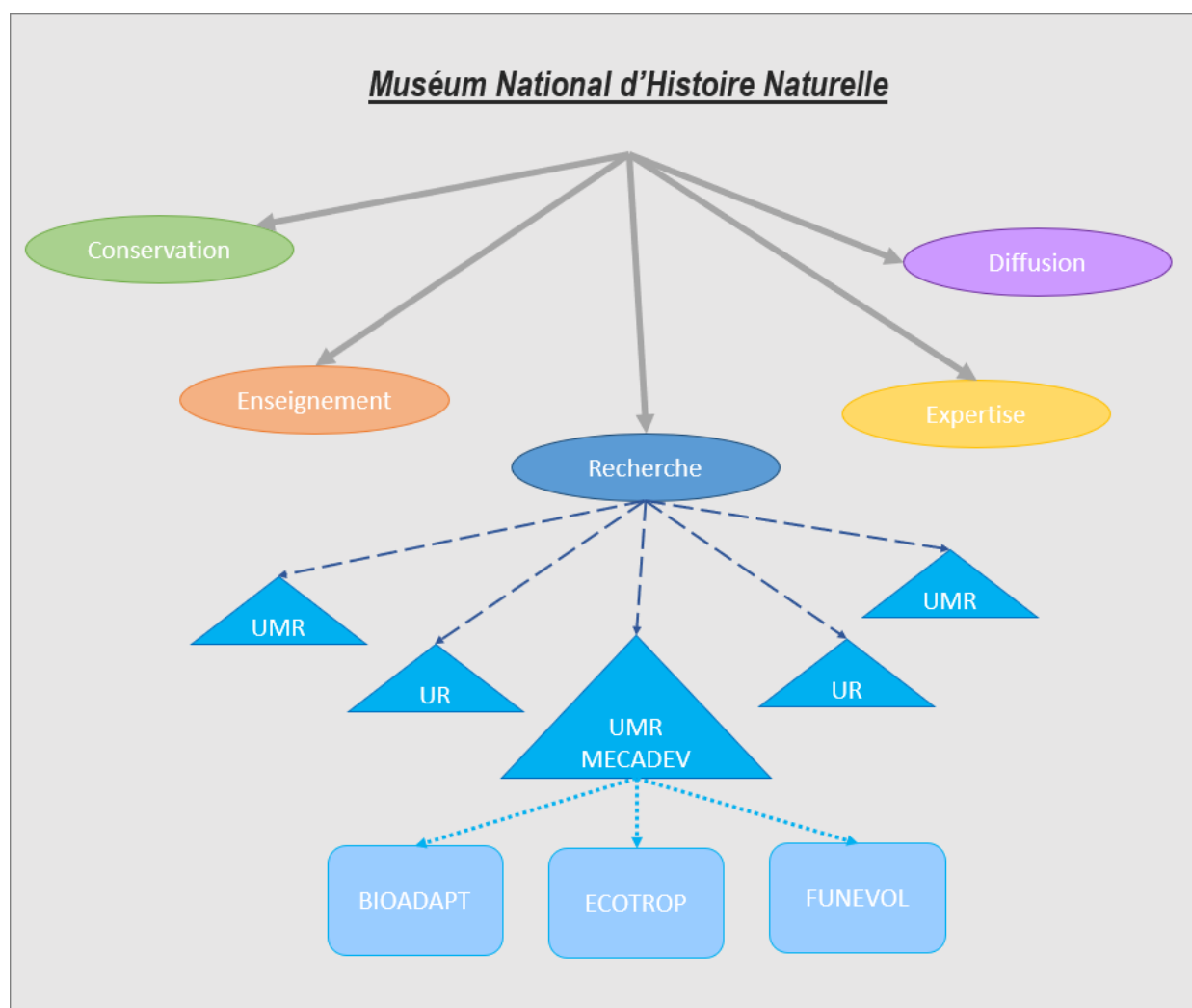


Figure 9 : Schéma de l'organisation du MNHN ; Source : Julie Orpel

Ce stage s'est déroulé au sein d'une des trois équipes de recherche de l'UMR 7179 MECADEV, l'équipe FUNEVOL. Cette équipe possède un programme de recherche axé sur la compréhension de l'origine et l'évolution des systèmes complexes et leurs mécanismes sous-jacents. En effet, à travers une approche comparative, elle étudie le fonctionnement et le contrôle de ces systèmes, les avantages en termes de performance dans le contexte écologique dans lequel ils s'inscrivent ainsi que le rôle de la sélection par rapport aux effets épigénétiques ou plastiques sur leur évolution (*mecadev.cnrs.fr*).

3 Matériel et méthodes

Afin d'obtenir des données représentant au mieux les caractéristiques de chaque population, il est indispensable que les échantillons soient les plus grands possibles. Ainsi 72 individus ont été utilisés pour cette étude. Deux échantillons ont donc été prélevés, le premier provenant du Portugal, se composant de 40 individus, et l'autre de France, composé de 32 individus. Les individus capturés en France proviennent exclusivement du site d'introduction d'origine ainsi que des zones périphériques colonisées par la suite (Figure 3 : Carte de la distribution du *Xenopus laevis* en France). Aucun individu n'est donc issu de la population récemment découverte à Montpellier. Concernant le Portugal, les individus sont issus de pêches réalisées au cours de la campagne d'éradication. Ils proviennent des différents sites de distribution énoncés précédemment (Figure 6 : Carte de la distribution du *Xenopus laevis* au Portugal).

Il est également important à noter qu'autant de mâles que de femelles dans chaque population doivent être utilisés. Pour pouvoir différencier les sexes plusieurs critères sont utilisables (Figure 10 : Critères de différenciation des sexes chez le *Xenopus laevis*). Les femelles sont souvent plus imposantes que les mâles et présentent des plis de peaux cloacaux très marqués. De plus, les mâles présentent à certaines périodes de l'année des callosités nuptiales noires sur la face interne de l'avant-bras.



Figure 10 : Critères de différenciation des sexes chez le *Xenopus laevis* ; Source : Julie Courant et Julie Orpel

La suite de cette section du rapport sera présentée selon l'ordre chronologique du protocole scientifique réalisé au cours de ce stage.

3.1 Récolte des données

3.1.1 La pêche électrique

Dans un souci de ne pas fragiliser les populations autochtones d'amphibiens et de poissons vivant dans les mêmes milieux que le Xénope lisse, la pêche électrique à 30 Hz a été employée pour capturer les individus au Portugal. La pêche électrique consiste à produire un champ électrique à l'aide d'un générateur, d'une anode et d'une cathode. Le courant va ainsi inhiber les voies motrices des individus soumis à celui-ci (Figure 11 ; Boisneau, 2018). Temporairement immobiles, ceux-ci sont alors aisément attrapés.

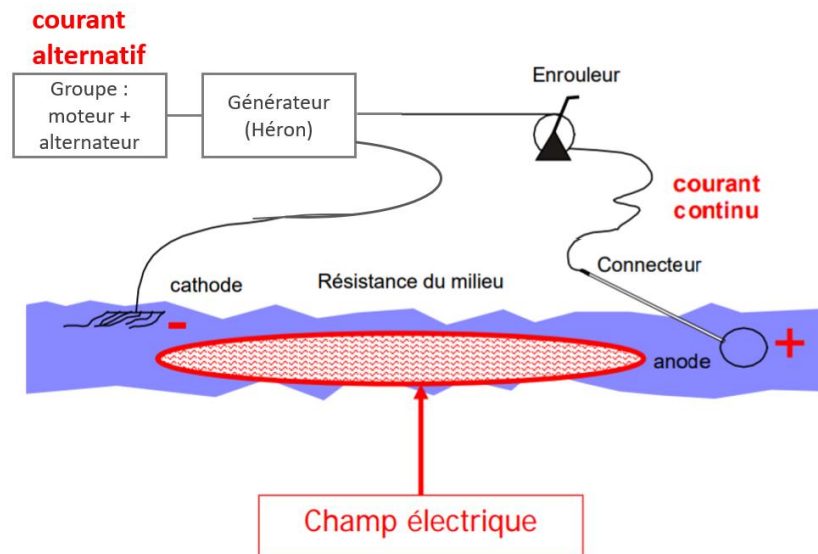


Figure 11 : Schéma du principe de la pêche électrique ; Source : Cours Madame Boisneau, 2018

Le temps de pêche dépend principalement de la surface du lieu d'échantillonnage. Par exemple, au Portugal (figure...), lors de la sortie sur le terrain, le temps de pêche était de cinq minutes par milieu échantillonné d'une surface d'approximativement 25m².



Figure 12 : Photo d'une pêche électrique réalisée sur un des sites colonisés au Portugal ; Source : Julie Orpel

3.1.2 Fixation

Les muscles présentant une grande fragilité lors de la dissection, il a été décidé de procéder à leur fixation. Pour cela, chaque individu a préalablement été lavé puis placé pendant vingt-quatre heures dans une solution de formol. Ensuite, ils ont été rincés et conservés dans de l'alcool à 70% (300 mL d'eau distillée mélangés à 700 mL d'alcool) jusqu'à leur dissection.

3.1.3 Mesures morphologiques

Dans un premier temps, chaque individu a été pesé à l'aide d'une balance de précision 10^{-4} g. (Figure 13a). Ensuite, quinze mesures morphologiques ont été réalisées grâce à un pied à coulis de précision 10^{-2} mm (Figure 13b).

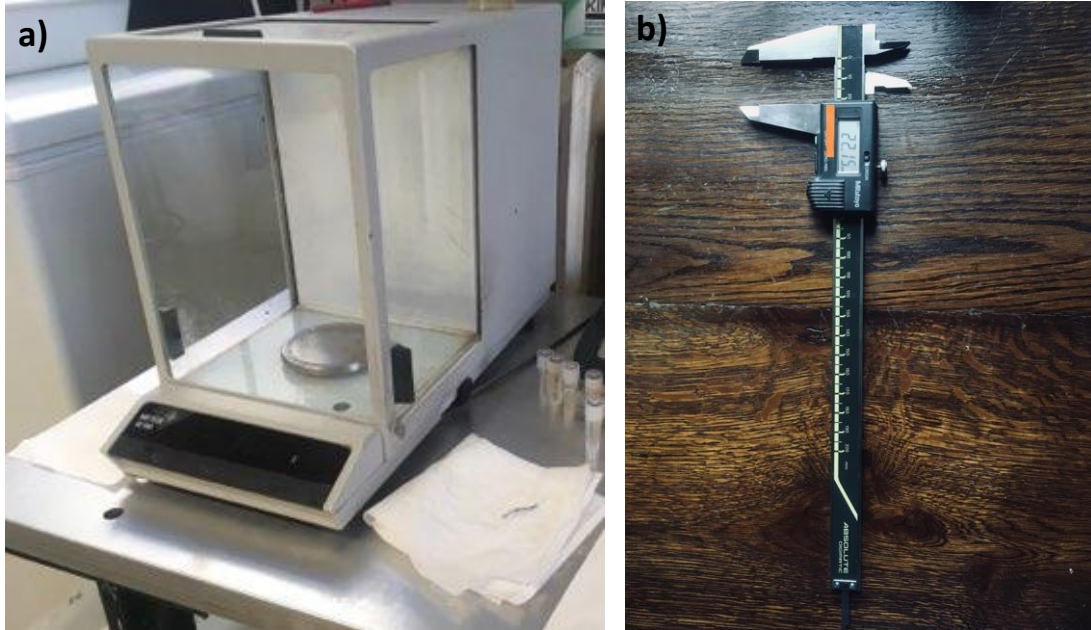


Figure 13 : Photos des outils utilisés, avec en a) la balance et en b) le pied à coulis ; Source : Julie Orpel

Les mesures correspondent à la longueur entre la tête et le cloaque (Snout-vent length), l'espace entre les deux ilions (Ilium width), la longueur de l'ilion (Ilium length), la longueur de la tête (Head length), la hauteur de la tête (Head height), la longueur de la mâchoire (Lower jaw length), la largeur de la tête (Head width), la longueur de l'humérus, celle du radius, de la main (Hand), du plus long doigt (Finger), du fémur, du tibia, du pied (Foot) et enfin du plus long orteil (Toe). Les points de délimitations des mesures sont représentés sur la Figure 14 ci-dessous.

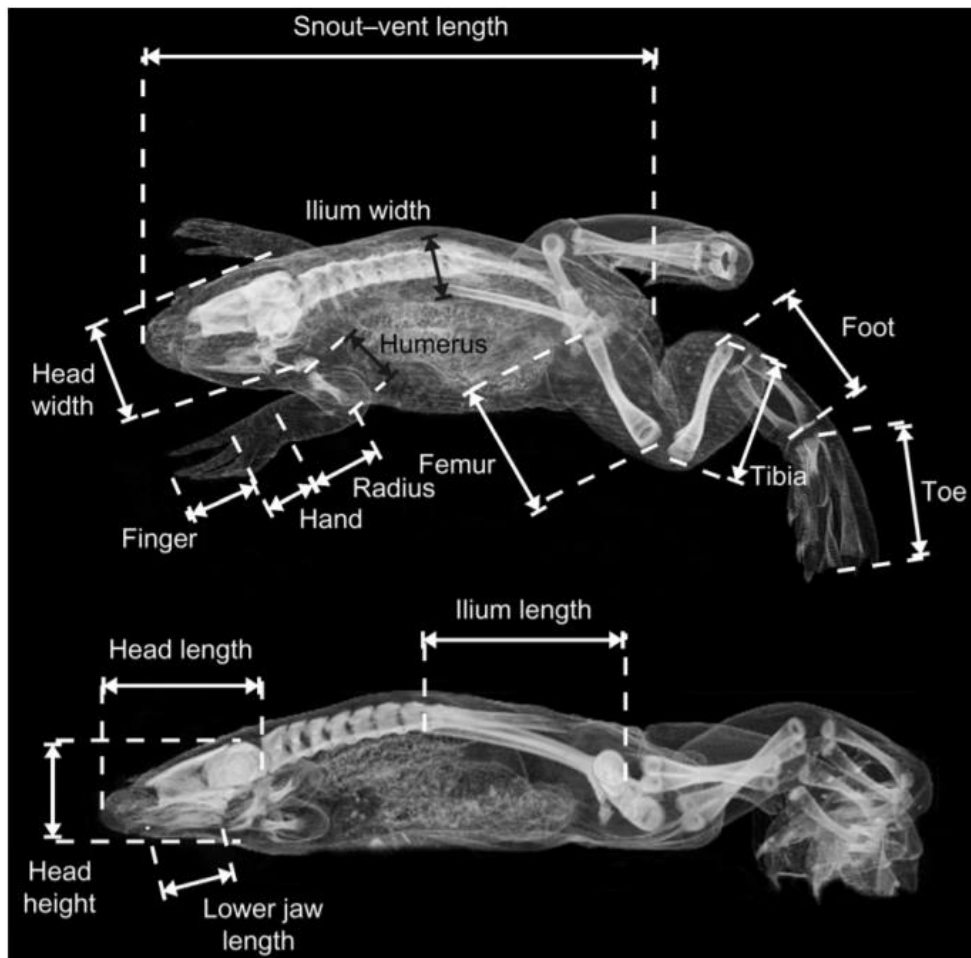


Figure 14 : Mesures morphologiques faites dans le cadre de cette étude ; Source : Herrel et al., 2012

En plus des données récoltées, d'autres mesures morphologiques réalisées au cours d'une autre étude en France ont pu être intégrées à cette analyse. En somme, pour les mesures morphologiques uniquement, l'échantillon de France se compose de 173 individus dont 75 femelles et 98 mâles.

3.1.4 Dissection des organes et des muscles

Dans l'optique de mettre en évidence les différences anatomiques, une dissection a été réalisée sur chacun des individus.

Tout d'abord, à l'aide d'un scalpel et d'une pince fine, la peau et les muscles de l'abdomen ont été retirés laissant ainsi libre accès aux organes. De cette façon, sept organes ont été prélevés chez la femelle (Figure 15) : le cœur, les reins, l'appareil digestif, les poumons, les ovaires, les oviductes et le foie ; et six chez le mâle, l'appareil reproductif se limitant aux testicules. De plus, pour pouvoir connaître leurs réserves énergétiques le gras a également été prélevé.

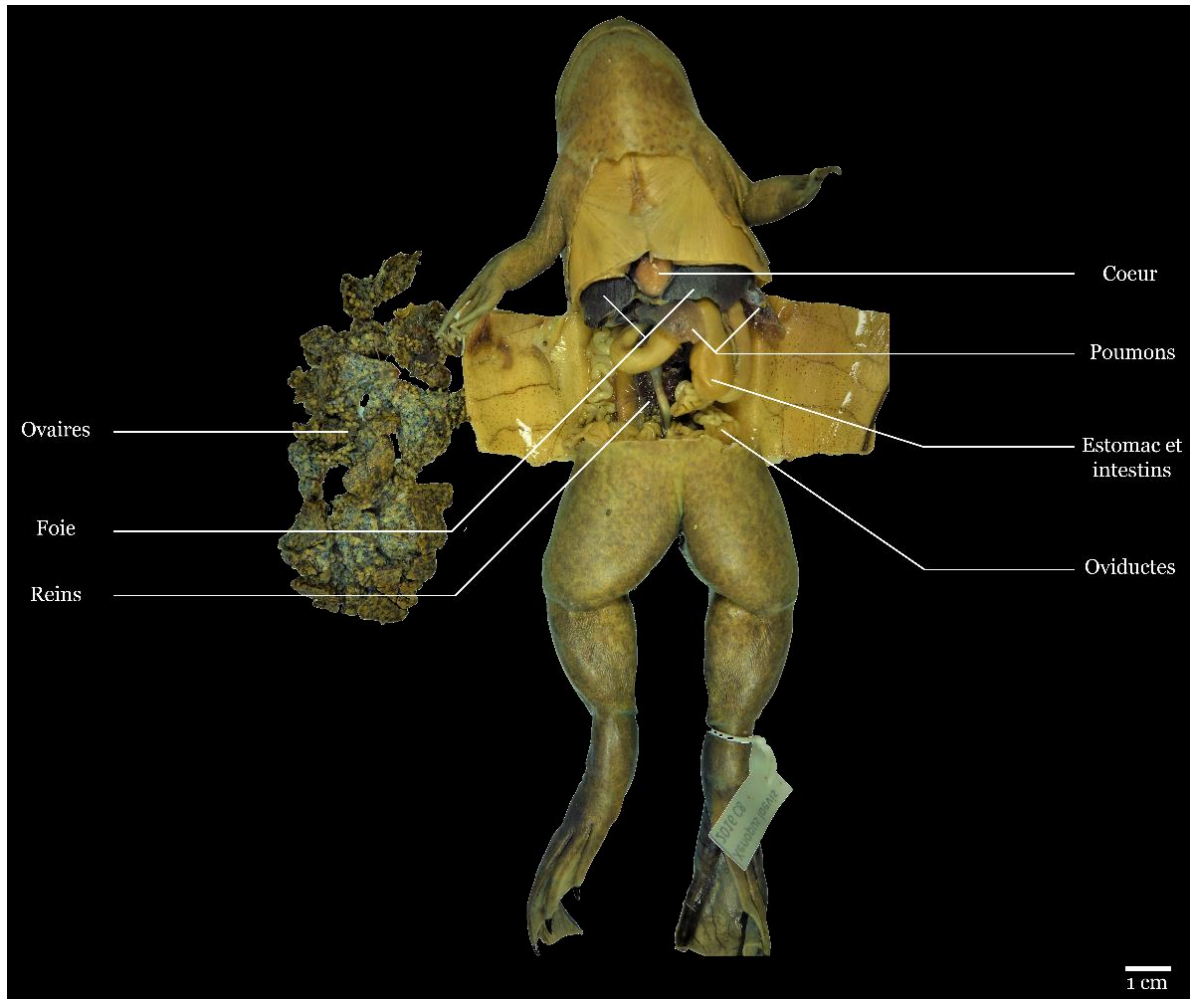
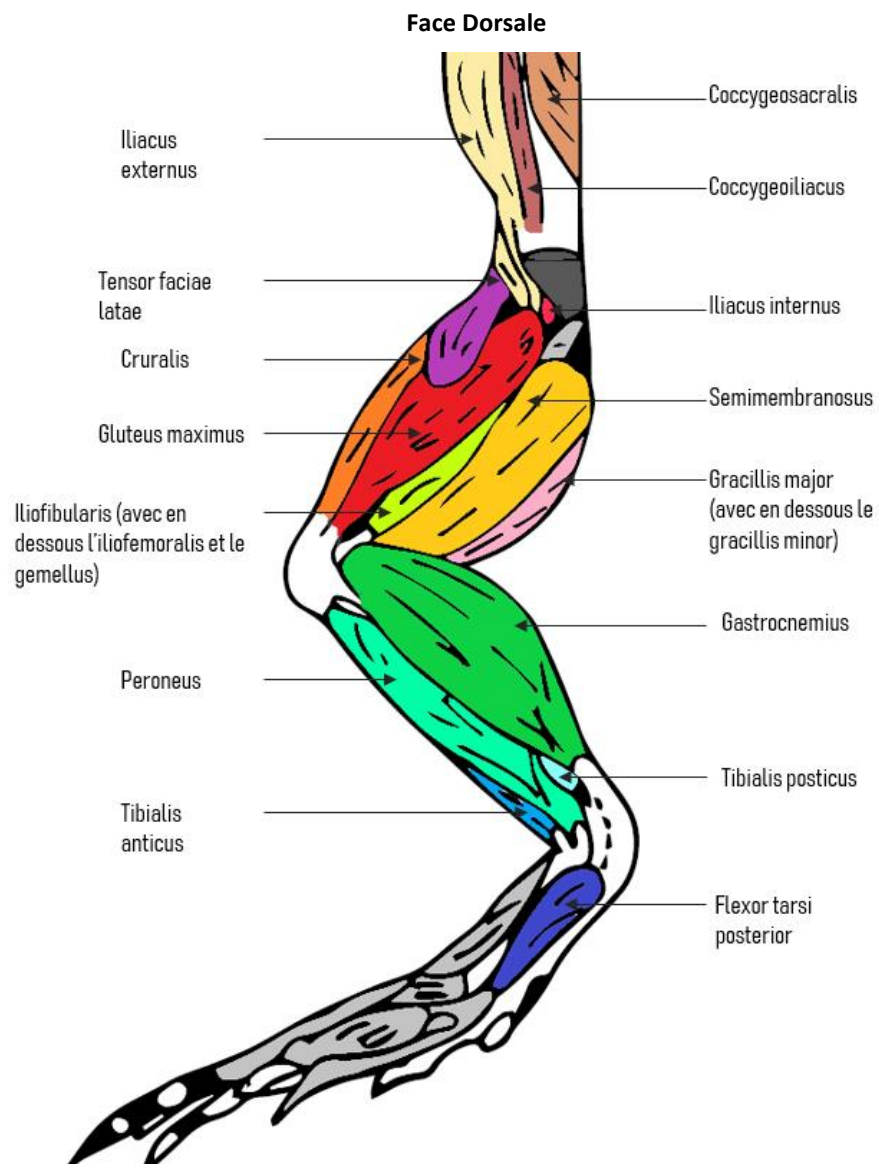


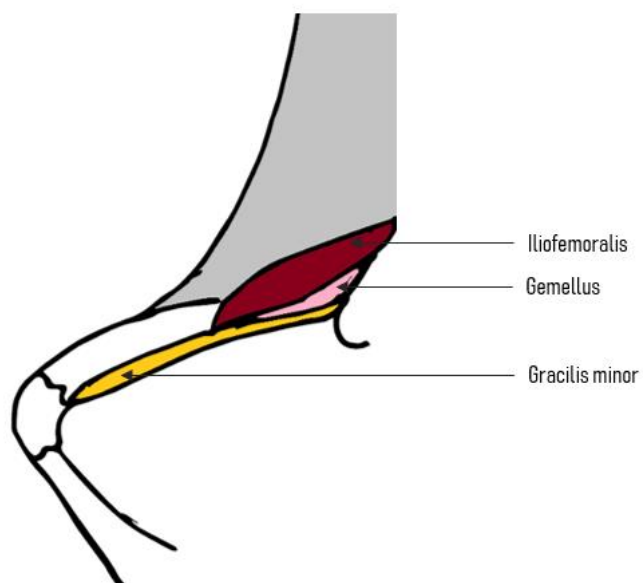
Figure 15 : Organes prélevés chez la femelle *Xenopus laevis* ; Source : Pablo Padilla

Après avoir été retiré, chaque organe est ensuite pesé après avoir soigneusement épongé l'alcool qu'il contenait, issu de la technique de conservation. Il est nécessaire de retirer un maximum d'alcool avant la pesée afin qu'il n'y ait pas d'influence sur la valeur obtenue.

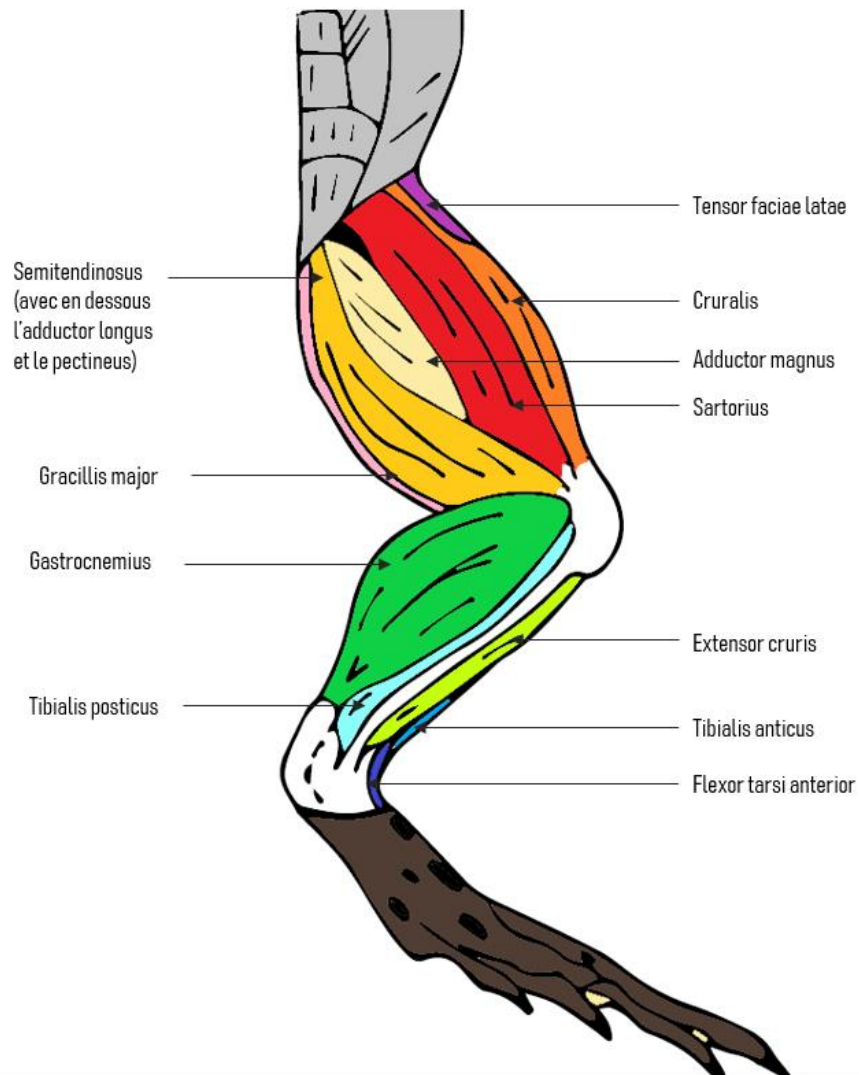
Par la suite, vingt-huit muscles ont été sélectionnés pour cette analyse comparative (Figure 16), chacun d'entre eux ayant une fonction essentielle dans le mouvement que cela soit pour la nage ou le saut.



Face Dorsale après avoir enlevé les muscles précédents



Face Ventrale



Face Ventrale après avoir enlevé les muscles précédents

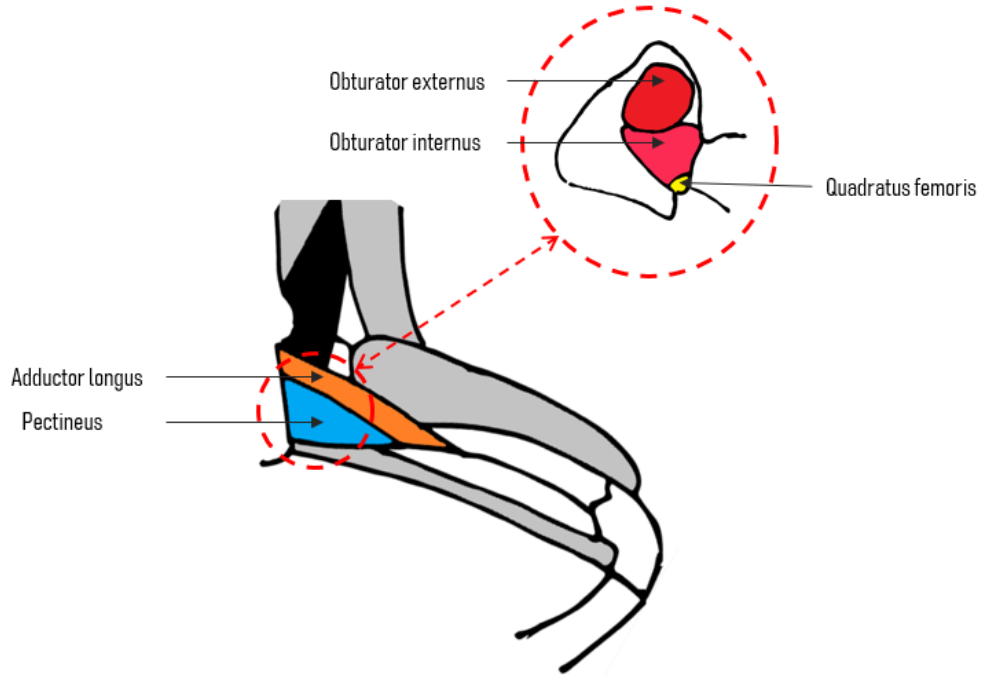


Figure 16 : Muscles disséqués au cours de cette étude ; Source : Julie Orpel

Enfin, comme pour les organes, ils ont ensuite été pesés après avoir été séché à l'aide d'un papier absorbant afin de retirer l'alcool.

3.2 Exploitation des données

Le logiciel IBM SPSS V25 a été utilisé tout au long de l'exploitation des données en tant qu'outil de réalisation des tests statistiques.

La plupart des tests statistiques nécessitent que les données suivent une distribution Gaussienne. Afin de s'assurer que celles obtenues suivent au mieux cette règle, il est possible de réduire les écarts entre les valeurs en leur appliquant le Log10. De plus, à partir de trente individus, la tendance des données est considérée comme normale, et dans le cas présent 72 individus ont été utilisés.

La MANCOVA (Analyse Multiple de Covariance) a été choisie pour cette étude. Cette méthode permet de comparer plusieurs variables pour plusieurs facteurs tout en prenant en compte une covariable. Dans ce cas présent, il est indispensable de définir la SLV (Snout-vent length) comme covariable. En effet, la taille influe nécessairement sur la morphologie et le développement des organes et des muscles. Un individu plus grand aura forcément des organes plus volumineux, de même pour ses muscles et sa morphologie. Ainsi, pour supprimer cette influence de la taille, la MANCOVA sera appliquée avec la SLV en covariable. Les facteurs de comparaison retenus pour cette étude sont le sexe, le pays et l'interaction des deux.

Deux hypothèses sont alors définies :

- H0, qui est définie par un résultat non significatif et donc une absence de différence entre les données comparées.
- H1, qui est définie par un résultat significatif, et donc une présence de différence entre les jeux de données utilisés.

Le seuil de significativité est de 0,05 pour ce test. C'est-à-dire que si le résultat obtenu p est inférieur à cette valeur alors il s'agit de l'hypothèse H1 qui est validée à 95% et inversement.

Enfin, le logiciel permet d'obtenir les moyennes marginales concernant chaque donnée. De cette façon, il est possible de faire une comparaison au sein de chaque facteur.

4 Résultats

4.1 Les mesures morphologiques

Dans le cas des mesure morphologiques, l'exploitation des données à l'aide du logiciel SPSS a montré qu'avec la SVL en cofacteur, le sexe (Lambda de Wilks = 0,644 ; $F_{14\ 195} = 7,709$; $P < 0,01$) et le pays (Lambda de Wilks = 0,163 ; $F_{14\ 195} = 71,511$; $P < 0,01$) ont un effet sur les résultats obtenus mais pas leur interaction (Lambda de Wilks = 0,943 ; $F_{14\ 195} = 0,834$; $P = 0,631$).

4.1.1 Les différences entre les sexes

Tout d'abord, des différences sont observables entre les individus de chaque sexe. En effet, selon le tableau 1 présenté ci-dessous, six mesures morphologiques obtiennent un résultat étant inférieur au seuil de significativité : la largeur de la tête, la longueur de la mâchoire, l'orteil le plus long, le radius, la taille de la main ainsi que le plus long doigt.

Tableau 1 : Résultats concernant la significativité des différences morphologiques entre les sexes

Mesure	Ddl	Erreur ddl	F	p
Head length	1	209	1,859	0,174
Head width	1	209	13,476	<0,01
Head height	1	209	0,935	0,335
Lower jaw length	1	209	6,228	0,013
Femur	1	209	3,793	0,053
Tibia	1	209	0,205	0,651
Foot	1	209	2,265	0,134
Toe	1	209	13,038	<0,01
Humerus	1	209	0,331	0,566
Radius	1	209	61,573	<0,01
Hand	1	209	11,359	<0,01
Finger	1	209	41,81	<0,01
Ilium width	1	209	0,246	0,621
Ilium length	1	209	0,492	0,484

Pour connaître pour quel sexe ces mesures sont les plus grandes, il est nécessaire de comparer les moyennes marginales des deux sexes des mesures morphologiques présentant un résultat significatif (Tableau 2 : Moyennes marginales des différences morphologiques significatives entre les sexes). Ces moyennes montrent que l'ensemble des valeurs obtenues à partir des mesures faites sur les membres antérieurs, sont plus importantes chez les mâles. C'est-à-dire que les mâles présentent des membres antérieurs plus longs dans l'ensemble que les femelles. De même, la longueur et la largeur de la mâchoire ainsi que le plus long orteil semblent plus longs chez le mâle que chez la femelle.

Tableau 2 : Moyennes marginales des différences morphologiques significatives entre les sexes

Mesure	Sexe	Moyenne marginale
Head width	Femelle	1,318
	Mâle	1,342
Lower jaw length	Femelle	1,148
	Mâle	1,175
Toe	Femelle	1,406
	Mâle	1,433
Radius	Femelle	1,028
	Mâle	1,107
Hand	Femelle	0,603
	Mâle	0,648
Finger	Femelle	1,004
	Mâle	1,06

4.1.2 Les différences entre les pays

Il est également possible d'observer des différences entre les individus provenant de pays différents. Effectivement, le tableau 3 montre des disparités pour plusieurs mesures morphologiques : la longueur et la largeur de la tête, la longueur de la mâchoire, le fémur, le tibia, le plus long orteil, la taille de la main, ainsi que la longueur des ilions et l'espace qui les sépare.

Tableau 3 : Résultats concernant la significativité des différences morphologiques entre les pays

Mesure	ddl	Erreur ddl	F	p
Head length	1	209	52,461	<0,01
Head width	1	209	4,097	0,044
Head height	1	209	0,377	0,54
Lower jaw length	1	209	514,274	<0,01
Femur	1	209	60,665	<0,01
Tibia	1	209	10,832	<0,01
Foot	1	209	0,847	0,359
Toe	1	209	127,408	<0,01
Humerus	1	209	0,881	0,349
Radius	1	209	2,684	0,103
Hand	1	209	13,086	<0,01
Finger	1	209	0,076	0,783
Ilium width	1	209	18,58	<0,01
Ilium length	1	209	148,348	<0,01

En regardant les résultats concernant les moyennes marginales (Tableau 4 : Moyennes marginales des différences morphologiques significatives entre le Portugal et la France), il semblerait que les individus provenant de France possèdent une tête plus large, un fémur plus long, une main plus grande ainsi que des orteils plus longs. Par contre, les individus vivant au Portugal ont une tête plus longue tout comme leur mâchoire, un tibia plus grand, des ilions de taille plus importante et plus espacés.

Tableau 4 : Moyennes marginales des différences morphologiques significatives entre le Portugal et la France

Mesure	Sexe	Moyenne marginale
Head length	Portugal	1,319
	France	1,271
Head width	Portugal	1,324
	France	1,337
Lower jaw length	Portugal	1,278
	France	1,045
Femur	Portugal	1,408
	France	1,459
Tibia	Portugal	1,444
	France	1,399
Toe	Portugal	1,38
	France	1,459
Hand	Portugal	0,602
	France	0,648
Ilium width	Portugal	1,218
	France	1,186
Ilium length	Portugal	1,564
	France	1,426

4.2 Les organes

4.2.1 Les différences entre les sexes

En s'intéressant aux organes, il est possible de constater que le sexe a une influence sur leur masse (Lambda de Wilks = 0,193 ; $F_{7,61} = 36,367$; $P < 0,01$). Comme le montre le tableau 5, les gamètes, les intestins et les poumons sont plus ou moins développés selon le sexe observé.

Tableau 5 : Résultats à propos de la significativité des différences concernant le poids des organes entre les sexes

Organe	ddl	Erreur ddl	F	p
Cœur	1	67	1,964	0,166
Gamètes	1	67	203,265	<0,01
Gras	1	67	2,057	0,156
Foie	1	67	3,567	0,063
Intestins	1	67	9,677	<0,01
Poumons	1	67	6,772	0,011
Reins	1	67	0,603	0,44

D'après le tableau 6, les gamètes sont plus volumineux chez la femelle. De plus, elle possède également des intestins de masse plus importante. Concernant les mâles, ce sont les poumons qui, selon les résultats, sont plus développés.

Tableau 6 : Moyennes marginales des différences significatives concernant le poids des organes entre les sexes

Organe	Sexe	Moyenne marginale
Gamètes	Femelle	0,314
	Mâle	-0,928
Intestins	Femelle	0,297
	Mâle	0,142
Poumons	Femelle	-0,504
	Mâle	-0,378

4.2.2 Les différences entre les pays

Néanmoins, des différences ne s'observent pas uniquement entre les individus de sexe différent mais également entre les individus issus de populations différentes (Lambda de Wilks = 0,538 ; $F_{7,61} = 7,474$; $P < 0,01$). Comme l'illustre le tableau 7 ci-dessous, le pays d'origine influence le développement de plusieurs organes tels que les intestins et les reins. Les poumons sont eux à la limite de la significativité, il est fort probable qu'avec des échantillons plus grands, leur résultat devienne réellement significatif. Ils seront donc considérés comme indicatifs des différences possibles entre les pays. De plus, lors de la dissection, une différence a été observée : chez les individus de France, le poumon droit semblait bien moins développé que le poumons gauche, différence non observable chez les xénopes du Portugal.

Tableau 7 : Résultats à propos de la significativité des différences concernant le poids des organes entre les pays

Organe	ddl	Erreur ddl	F	p
Cœur	1	67	0,71	0,79
Gamètes	1	67	0,173	0,679
Gras	1	67	0,412	0,523
Foie	1	67	2,222	0,141
Intestins	1	67	36,139	<0,01
Poumons	1	67	3,737	0,057
Reins	1	67	5,162	0,026

Les moyennes marginales (Tableau 8 : Moyennes marginales des différences significatives concernant le poids des organes entre les pays) mettent en avant que les poumons et les intestins sont plus développés au sein de la population provenant du Portugal. Tandis qu'en France, ce sont les reins qui montrent un développement plus important pour les individus.

Tableau 8 : Moyennes marginales des différences significatives concernant le poids des organes entre les pays

Organe	Pays	Moyenne marginale
Intestins	Portugal	0,343
	France	0,096
Poumons	Portugal	-0,402
	France	-0,479
Reins	Portugal	-0,503
	France	-0,417

4.2.3 Les différences liées à l'interaction entre les deux facteurs

Les résultats ont également mis en évidence l'effet de l'interaction entre le pays et le sexe sur les masses des organes (Lambda de Wilks = 0,743 ; $F_{7,61} = 3,017$; $P < 0,01$). En observant les valeurs des p obtenus (Tableau 9 : Résultats à propos de la significativité des différences concernant le poids des organes liées à l'interaction entre le sexe et le pays), il semblerait que cette interaction de facteurs a un effet sur les reins. Les poumons étant à la limite de la significativité, comme précédemment, ils sont considérés comme montrant une tendance.

Tableau 9 : Résultats à propos de la significativité des différences concernant le poids des organes liées à l'interaction entre le sexe et le pays

Organe	ddl	Erreur ddl	F	p
Cœur	1	67	0,229	0,634
Gamètes	1	67	0,2	0,656
Gras	1	67	0	0,993
Foie	1	67	0,264	0,609
Intestins	1	67	0,216	0,644
Poumons	1	67	3,727	0,058
Reins	1	67	4,663	0,034

En cherchant l'origine de ces différences, il est possible de remarquer que les moyennes marginales (Tableau 10 : Moyennes marginales des différences significatives concernant le poids des organes liées à l'interaction entre le sexe et le pays) présentent un véritable écart entre leurs valeurs pour un sexe en particulier. En outre, ce sont les mâles qui possèdent des masses différentes pour ces organes selon le pays, les valeurs concernant les femelles étant quasiment identiques. Ainsi, les poumons sont bien plus développés au sein de la population portugaise ; alors que les reins le sont pour la population française.

Tableau 10 : Moyennes marginales des différences significatives concernant le poids des organes liées à l'interaction entre le sexe et le pays

Organe	Sexe	Pays	Moyenne marginale
Poumons	Femelle	Portugal	-0,503
		France	-0,504
	Mâle	Portugal	-0,301
		France	-0,455
Reins	Femelle	Portugal	-0,445
		France	-0,44
	Mâle	Portugal	-0,561
		France	-0,394

4.3 Les muscles

Au cours de l'analyse statistique, les résultats ont démontré que seul le pays (Lambda de Wilks = 0,29 ; $F_{28,40} = 3,501$; $P < 0,01$) avait un véritable effet sur la masse musculaire. Le sexe (Lambda de Wilks = 0,608 ; $F_{28,40} = 0,92$; $P = 0,585$) ainsi que l'interaction des deux facteurs (Lambda de Wilks = 0,589

; $F_{28,40} = 0,996$; $P = 0,496$) ne présentent pas d'influence sur les valeurs obtenues. Le test statistique a donc été réalisé à nouveau en ne prenant en compte qu'un seul facteur : le pays, afin d'augmenter sa puissance. Cette analyse a alors fait ressortir des différences existantes entre les deux populations (Tableau 11 : Résultats à propos de la significativité des différences concernant le poids des muscles entre les pays), notamment pour l'adductor longus, le pectineus, le quadratus femoris, le semimembranosus, le semitendinosus ainsi que le tibialis anticus.

Tableau 11 : Résultats à propos de la significativité des différences concernant le poids des muscles entre les pays

Muscle	ddl	Erreur ddl	F	p
Coccygeosacralis	1	67	0,442	0,508
Coccygeoiliacus	1	67	0,649	0,423
Iliacus externus	1	67	0,208	0,65
Tensor fasciae latae	1	67	3,457	0,067
Iliacus internus	1	67	0	0,995
Cruralis	1	67	0,977	0,326
Gluteus maximus	1	67	3,088	0,83
Iliofemoralis	1	67	1,217	0,274
Adductor longus	1	67	4,559	0,036
Pectineus	1	67	11,618	<0,01
Adductor magnus	1	67	1,989	0,163
Obturator externus	1	67	1,127	0,292
Obturator internus	1	67	0,02	0,887
Quadratus femoris	1	67	12,13	<0,01
Gemellus	1	67	0,085	0,772
Semimembranosus	1	67	4,108	0,047
Semitendinosus	1	67	7,12	<0,01
Gracilis major	1	67	0,033	0,857
Gracilis minor	1	67	0,668	0,417
Iliofibularis	1	67	0,279	0,599
Sartorius	1	67	0,333	0,566
Gastrocnemius	1	67	3,358	0,071
Extensor cruris	1	67	1,402	0,24
Tibialis anticus	1	67	4,127	0,046
Tibialis posticus	1	67	0,986	0,324
Peroneus	1	67	1,323	0,254
Flexor tarsi anterior	1	67	0,591	0,445
Flexor tarsi posterior	1	67	1,19	0,279

La comparaison des moyennes marginales (Tableau 12 : Moyennes marginales des différences significatives concernant le poids des muscles entre les pays), a, elle, montré qu'en France, les individus possèdent des adducteurs longus, des quadratus femoris, des semimembranosus, des semitendinosus et des tibialis anticus de masse plus importante. Seul les pectineus semblent plus développés chez les individus capturés au Portugal.

Tableau 12 : Moyennes marginales des différences significatives concernant le poids des muscles entre les pays

Muscle	Pays	Moyenne marginale
Adductor longus	Portugal	0,059
	France	0,069
Pectineus	Portugal	0,042
	France	0,03
Quadratus femoris	Portugal	0,008
	France	0,012
Semimembranosus	Portugal	0,271
	France	0,312
Semitendinosus	Portugal	0,452
	France	0,539
Tibialis anticus	Portugal	0,213
	France	0,24

4.4 Discussion sur la validité

Les résultats obtenus précédemment sont néanmoins discutables. En effet, les méthodes de conservations des individus dans chaque pays sont différentes. En France, les individus sont directement fixés par le formol puis placés dans l'alcool ; tandis qu'au Portugal les individus sont congelés après avoir été capturés. Cette congélation rend les muscles très fragiles lors de la dissection. En effet, si la congélation est de longue durée, celle-ci participe à la déshydratation des spécimens. Pour les premiers individus certains muscles ont été abîmés, ce qui pose la question de la précision de la dissection, ce qui pourrait avoir influencé le poids des muscles en question. Après quelques dissections, le choix de fixer les individus pour faciliter celles-ci a été pris.

De plus, au Portugal, la date de récolte des Xénopes n'était pas toujours indiquée. Certaines femelles ont pu être attrapées après avoir relâché leurs œufs, alors qu'en France elles ont été récupérées en pleine période de reproduction ; ce qui pourrait remettre en question les résultats concernant les gamètes.

La question de la précision de la dissection peut être également abordée particulièrement pour un muscle : le coccygeosacralis. La délimitation de la dissection de ce muscle a été définie par Monsieur HERREL. Cependant, sans délimitation visuelle l'endroit exact de la coupe peut varier d'un manipulateur à l'autre et donc influencer la pesée. De même, pour certaines mesures morphologiques, les délimitations ne sont pas évidentes. Ainsi, les points de mesures ne sont pas forcément exactement les mêmes entre les individus et selon le manipulateur. Il peut donc y avoir un effet opérateur sur les résultats obtenus. Celui-ci peut néanmoins s'estomper avec des échantillons conséquents.

Enfin, plusieurs facteurs peuvent influencer sur l'exactitude des pesées. Tout d'abord, l'alcool contenu dans les muscles suite à sa conservation peut légèrement influencer sur leur poids. De plus, il s'agit d'un liquide s'évaporant facilement, de ce fait, le poids indiqué par la balance a du mal à se stabiliser. Ensuite, les balances utilisées n'étaient pas les mêmes pour les deux pays, leur précision n'est donc probablement pas exactement la même. Il est important de souligner que l'une des balances au Portugal a cessé de fonctionner au cours de l'étude, affichant des valeurs absurdes. Ainsi, il est possible de remettre en question les pesées réalisées à l'aide de celle-ci.

5 Conclusion

5.1 Interprétations

5.1.1 Les mesures morphologiques

5.1.1.1 Les différences entre les sexes

Dans la partie précédente, les analyses statistiques ont révélé une différence morphologique entre les mâles et les femelles chez le *Xenopus laevis*. En effet, il se trouve que les membres antérieurs sont plus longs chez les mâles que chez la femelle. Cette disparité pourrait s'expliquer par le mode de reproduction de l'espèce. Au cours de cet acte, le mâle grimpe sur la femelle et s'y accroche (Measay et Tinsley, 1997 ; Ringeis et al., 2017 ; Figure 17). Il paraît donc logique que la sélection ait favorisé des mâles avec des membres antérieurs plus longs afin de pouvoir aisément s'accrocher à la femelle et empêcher les autres mâles de les faire lâcher prise.

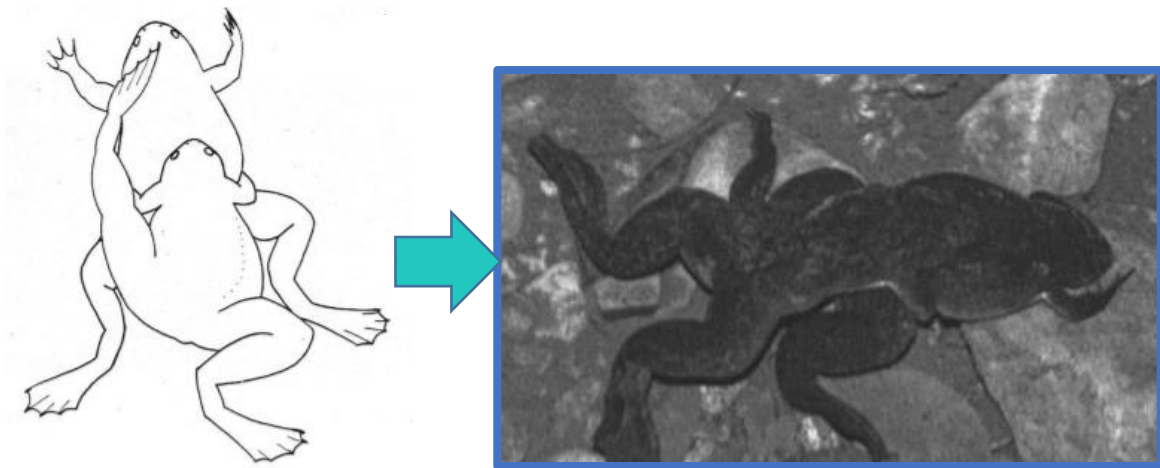


Figure 17 : Représentation de l'accouplement chez le *Xenopus laevis* ; Source : Ringeis et al., 2017

En second temps, les mesures morphologiques concernant la mâchoire se sont révélées plus grandes pour les individus mâles. Il faut savoir qu'au cours de la période de reproduction les mâles se mettent à chanter (Ringeis et al., 2017). Il se pourrait que cette action typique des mâles soit en lien avec les valeurs obtenues. Il est probable que la cavité buccale soit plus volumineuse chez les mâles pour favoriser la résonance.

Enfin, la dernière différence morphologique observée entre les sexes est la longueur des orteils. En observant les valeurs obtenues pour le fémur, une tendance peut être observée. Celle-ci suggère que les mâles possèdent des membres postérieurs plus longs, comme en France et pour d'autres espèces de Xénopes comme *X. tropicalis* (Herrel et al., 2012). Il se peut que cette particularité des mâles soit liée à leur mode de vie. En outre, les mâles se déplacent de points d'eau en points d'eau à la recherche de partenaires pour l'accouplement. Tandis que les femelles sont, elles, bien plus sédentaires. Différence bien moins marquée au Portugal sans doute due au milieu. Vivant dans des eaux courantes, les femelles de la population portugaise nagent plus avec un effort plus important que celles issues de France. Il est fort probable qu'elles aient donc développé des membres plus longs pour augmenter leurs performances durant la nage. Cependant, d'autres analyses sont nécessaires afin de comprendre clairement cette différence. Il se pourrait également qu'il s'agisse tout simplement d'un

effet de l'opérateur. Les délimitations des mesures n'étant pas évidentes il se peut que des méthodes différentes ait été utilisées selon le manipulateur et qu'elles aient impacté les résultats.

5.1.1.2 Les différences entre les pays

Les tests statistiques ont révélé des différences entre les individus des deux populations. Tout d'abord, le tibia, les ilions et l'espace qui les séparent sont plus grands pour les xénopes provenant du Portugal mais ceux-ci possèdent également des orteils plus courts. Il faut savoir que chacun de ces éléments sont importants pour la nage. Les ilions jouent un rôle majeur dans le mécanisme de propulsion (*Videler et Jorna, 1985*). De plus, il a été montré au cours d'une étude que les individus présentant un plus grand tibia, des ilions plus longs ainsi que des orteils plus courts produisent une plus grande force (*Herrel et al., 2014*). Il est également à noter que le tibia est la zone d'insertion des muscles liés à la propulsion chez cette espèce ; la longueur de celui-ci suggère que ces muscles seraient plus longs au Portugal. Une mesure de leurs fibres est nécessaire pour confirmer cette hypothèse. Si les fibres sont effectivement plus longues pour le Portugal, cela implique que les contractions musculaires se font plus rapidement. Ainsi le mécanisme de propulsion est optimisé, ce qui peut être sélectionné dans les eaux courantes.

Ensuite, le fémur semble plus long chez les individus retrouvés en France. Il se pourrait que cela soit en rapport avec les mécanismes impliqués dans le saut. En effet, les muscles impliqués dans le saut s'insèrent sur le fémur tels que par exemple le semitendinosus et le semimembranosus (*Prikryl et al., 2009*) ; et la population française passe plus de temps sur la terre ferme comparé aux individus du Portugal puisque les milieux sont séparés par des étendues agricoles. Ils passent donc plus de temps à se déplacer par le saut que les xénopes provenant du Portugal, d'où le développement probablement plus marqué de cet os.

5.1.2 Les organes

5.1.2.1 Les différences entre les sexes

L'étude a mis en évidence trois différences entre les sexes concernant les organes. Premièrement, les gamètes femelles sont plus volumineux que pour les mâles. Ce qui n'est pas surprenant puisque les femelles produisent une très grande quantité d'œufs. Elles sont capables de relâcher plus de 1 000 œufs par ponte. De plus, la production de ces gamètes demande une quantité d'énergie plus importante et donc l'absorption d'une plus grande quantité de nutriments. Ce qui expliquerait la deuxième différence retrouvée : le poids des intestins. En effet, les femelles semblent présenter des intestins plus volumineux. Or, plus les intestins sont longs, plus la capacité d'absorption des nutriments par l'organisme est importante (*E. Brugger, 1990*).

Enfin, les analyses ont montré que les poumons sont plus volumineux chez les mâles. Les mâles parcourant plus de distance pour trouver des partenaires, contrairement aux femelles qui ont tendance à avoir un mode de vie plutôt sédentaire (*Ringeis et al., 2017*), ont besoin d'un système cardio-vasculaire plus développé. Des poumons plus grands engendrent une surface d'échange plus importante avec l'atmosphère. De cette façon, les mâles seraient en capacité d'absorber plus d'oxygène que les femelles pour leur permettre de réaliser plus d'efforts avec probablement une meilleure performance ainsi qu'une meilleure endurance lors des déplacements entre les différents milieux.

5.1.2.2 Les différences entre les pays

Au cours des dissections, une asymétrie du développement des poumons chez les individus français a été remarquée ; asymétrie non observée dans la seconde population sélectionnée. Cette anomalie du développement a été appuyée par les résultats obtenus suite aux analyses statistiques. En effet, il semblerait que les individus provenant du Portugal ont tendance à posséder des poumons plus volumineux. Vivant dans des eaux courantes, l'effort fournit pour la nage est bien plus important que pour la population française évoluant dans des eaux stagnantes. Comme expliqué précédemment, les individus fournissant plus d'efforts présentent un système cardiovasculaire plus développé, notamment les poumons dans le cas présent. De cette façon, ils optimisent les échanges gazeux et alimentent plus leurs muscles en oxygène. Néanmoins, ceci explique la différence entre les masses des poumons des deux populations mais en aucun cas l'asymétrie du développement observé en France. Il se peut que cette anomalie soit issue d'une mutation aléatoire. Cette mutation n'ayant pas d'impact négatif sur les xénopes en France, elle a pu être transmise jusqu'à atteindre désormais l'ensemble de la population. Cependant, si elle fût présente au Portugal, elle a certainement dû être contre-sélectionnée. Les individus originaires du Portugal devant pratiquer une nage plus intense, ne peuvent évoluer facilement dans leur milieu avec un poumon n'étant pas développé correctement. De plus, il ne faut pas oublier que ces populations ont, à l'origine, été importées d'Afrique pour servir comme sujets d'expériences en laboratoires. Les individus relâchés étaient probablement génétiquement modifiés.

En second temps, l'étude a montré que les intestins du xénope lisse étaient plus volumineux au Portugal. Comme cité précédemment, les intestins plus longs permettent d'optimiser la quantité de nutriments absorbés au cours de la digestion. Il se pourrait donc que les milieux du Portugal soient moins riches que ceux de France. Effectivement, contrairement à la France, le Portugal présente très peu de zooplancton dans ses eaux (*Courant, 2017*). Ainsi, pour palier à cela les individus issus de ces milieux se seraient adaptés en développant la longueur de leurs intestins.

5.1.2.3 Les différences liées à l'interaction des deux facteurs

Une tendance entre les poumons a pu être observée après réalisation des tests statistiques. Sans surprise, cette disparité est plus marquée entre les mâles avec un meilleur développement de ces organes pour les xénopes attrapés au Portugal. Comme vu précédemment, les mâles se déplacent plus et dans des eaux courantes au Portugal. Ils ont donc besoin d'un apport en oxygène plus important au vu des efforts qu'ils fournissent ; ce qui explique cette inégalité dans le développement entre les deux pays et particulièrement marquée chez les mâles puisque les femelles sont plutôt sédentaires.

La dernière différence mise en évidence pour les organes, concerne les reins. Ils sembleraient qu'ils soient plus développés chez les mâles de la population française. Il est possible que cela soit dû à la qualité des milieux en France. Les points d'eaux étant entourés par des étendues agricoles, les mâles à la recherche de partenaire pour l'accouplement passent nécessairement par des zones possiblement polluées et ont donc besoin d'un système de filtration du sang accru. Les femelles, étant sédentaires, sélectionnent probablement le meilleur environnement pour pondre leurs œufs et optimiser leurs chances d'atteindre l'âge adulte. Il serait intéressant de comparer la qualité des milieux des deux pays, notamment par des mesures des concentrations en nitrates et en produits phytosanitaires, afin de vérifier ou non ces hypothèses.

5.1.3 Les muscles

Pour terminer, quelques contrastes entre les individus de chaque pays, concernant le poids de certains muscles, ont pu être mis en avant à travers cette étude. Pour les individus provenant du Portugal, seul le pectineus semble montrer un développement plus avancé. Celui-ci a pour utilité de fixer le fémur sur la hanche (*Prikryl et al., 2009*). Il est possible que ce muscle soit particulièrement sollicité au cours de la nage afin de stabiliser le fémur et la hanche.

En France, par contre, plusieurs muscles se sont révélés plus volumineux : le quadratus femoris, l'adductor longus, le semitendinosus, le semimembranosus et le tibialis anticus. L'utilité du quadratus femoris n'est à ce jour pas clairement défini. Cependant les autres sont fortement impliqués dans le mécanisme du saut. En effet, l'adductor longus sert à l'adduction et la protraction du fémur. Le semitendinosus et le semimembranosus sont impliqués dans la flexion du genou. Enfin le tibialis anticus lui sert à la flexion de la cheville. Les individus de France se déplaçant plus par la voie terrestre pour rejoindre les différents points d'eau contrairement aux individus vivant au Portugal, cela pourrait expliquer cet écart dans le développement de ces muscles.

5.2 Synthèse

En somme, au cours de cette étude, des différences anatomiques ont pu être mises en évidence entre les deux populations mais également entre les sexes. Ces différences pourraient témoigner d'une adaptation spécifique des individus à leur mode de vie respectif. En effet, la plupart des résultats peuvent sembler logiques au vu des conditions de vie de chaque population et des différences comportementales entre mâles et femelles.

Cependant concernant les muscles, la masse n'est pas suffisante pour affirmer que les différences observées suite à cette étude sont les seules qui existent entre les deux populations, concernant le développement musculaire. Il est nécessaire d'approfondir les recherches en étudiant l'architecture musculaire à travers une mesure des fibres par exemple. De plus, l'analyse des fibres pourrait réfuter ou non l'hypothèse faite sur les différences de longueur des tibias entre les populations des deux pays.

Il serait également intéressant d'approfondir l'étude en étudiant le développement du *Xenopus laevis* dans des qualités d'eau différentes (oxygène, nutriments, polluants agricoles...). En effet, cela permettrait de vérifier l'exactitude des interprétations énoncées précédemment quant aux différences liées au développement des organes.

En conclusion, la diversité des habitats colonisés par le Xénope Lisse est le reflet de sa grande capacité d'adaptation en fonction des contraintes auxquelles il est soumis. Cette étude a permis d'en savoir plus sur son caractère invasif en mettant en avant ses adaptations sur le plan anatomique. Néanmoins, elle doit être complétée par d'autres travaux pour connaître l'écologie de cette espèce dans son intégralité et espérer mettre au point une méthode de gestion efficace de ces populations.

5.3 Bilan des compétences acquises

Ce stage m'a permis d'acquérir une certaine autonomie. En effet, que cela soit au sein du Museum ou à l'Université de Lisbonne, j'ai personnellement géré mon travail. Monsieur HERREL ainsi que Monsieur REBELO m'ont laissé agir en toute liberté tout en étant présents pour répondre à mes interrogations quand j'en ressentais le besoin ; ce que j'ai trouvé très valorisant. Se voir acquérir des

responsabilités, gérer son temps et faire face aux imprévus permet de se placer dans la peau d'un vrai professionnel et d'adopter la bonne attitude avant d'intégrer le monde du travail.

De plus, la dimension de la collaboration a vraiment été mise en avant à travers cette expérience. En outre, j'ai pu échanger avec différents chercheurs de différentes origines, d'autres stagiaires ainsi qu'un ancien doctorant, qui m'ont tous activement aidé dans la réalisation de cette étude.

Ma mission au Portugal m'a permis de progresser en anglais et surtout de m'ouvrir sur une autre culture et une autre organisation du travail ; ce qui a renforcé ma capacité d'adaptation.

Les imprévus qui se sont présentés au cours de mon séjour à Lisbonne ont ralenti ma progression ; ce qui m'a poussé à faire face et trouver des solutions pour perfectionner ma méthode de dissection et la rendre plus rapide.

Enfin mon stage était un stage orienté vers la recherche, donc j'ai dû mobiliser mes connaissances en termes de biologie et de statistiques. Connaissances qu'il m'a fallu approfondir à l'aide de nombreuses recherches bibliographiques et au travers des discussions que j'ai pu avoir avec les chercheurs m'encadrant. J'ai, de cette façon, acquis une véritable démarche scientifique ainsi qu'une analyse critique de mes travaux.

5.4 Objectifs professionnels

J'ai fait le choix de réaliser un stage ayant une orientation vers la recherche afin de décider si oui ou non, je souhaitais poursuivre mes études à la suite de l'obtention de mon diplôme. La réponse, je ne l'ai pas complètement aujourd'hui. En effet, j'ai grandement apprécié mon travail au sein du Muséum et notamment le travail en laboratoire. Néanmoins, j'ai pris conscience de la réalité de l'emploi dans ce domaine, et pas uniquement en France. Ainsi, je pense d'abord acquérir une expérience professionnelle une fois mon diplôme obtenu et par la suite réaliser une thèse si cela m'intéresse toujours.

Même si les sorties sur le terrain furent peu nombreuses, je les ai véritablement appréciées. Grâce à Monsieur HERREL, j'ai pu avoir des contacts avec des professionnels effectuant un travail sur le terrain pour la majeure partie de leur temps. De cette façon, j'espère obtenir un stage de cinquième année me permettant d'acquérir plus de connaissances en termes d'indentifications des espèces, notamment concernant les reptiles et les amphibiens. Mon objectif étant d'intégrer un poste de chargé d'étude en faune à la fin de mon cursus ou de faire partie de programmes LIFE

Bibliographie

Audebaud B et Koch G (2013), *Le Xénope lisse (Xenopus laevis) plan d'actions*, Rapport technique – Retour d'expérience, Agglomération du Bocage Bressuirais et communauté de communes de l'Argentonnais, 23 p.

Bálint M, Domisch S, Engelhardt CHM, et al (2011) *Cryptic biodiversity loss linked to global climate change*. Nat Clim Chang 1:313–318. doi: 10.1038/nclimate1191

Barker JR, Tingley DT (1992) *Air pollution effects on biodiversity*. Springer Science & Business Media, New-York

Bellard C, Bertelsmeier C, Leadley P, et al (2012) *Impacts of climate change on the future of biodiversity*. Ecol Lett 15:365–377. doi: 10.1111/j.1461-0248.2011.01736.x

Brugger KE (1991) *Anatomical Adaptation of the Gut to Diet in Red-Winged Blackbirds (Agelaius phoeniceus)*, The Auk, Vol. 108, No. 3, pp. 562-567

Butchart SHM, Walpole M, Collen B, et al (2010) *Global biodiversity: indicators of recent declines*. Science (80-) 328:1164–1168. doi: 10.1126/science.1187512

Clavero M, Brotons L, Pons P, Sol D (2009) *Prominent role of invasive species in avian biodiversity loss*. Biol Conserv 142:2043–2049. doi: 10.1016/j.biocon.2009.03.034

Courant J (2017) *Invasive biologie of Xenopus laevis in Europe : ecological effects and physiological adaptations*, Thèse de doctorat en écologie. Paris, Museum national d'Histoire naturelle, Ecole Doctorale Sciences de la Nature et de l'Homme – ED 227, 329 p.

Courant J, Thirion J, Guillon M, et al (2014) *Le régime alimentaire de Xenopus laevis (Daudin, 1802) (Anura: Pipidae) introduit en France*. Bull la Société Herpétologique Fr 150:1–7.

Courant J, Vogt S, Marques R et al (2017) *Are invasive populations characterized by a broader diet than native populations ?* PeerJ 5:e3250, doi : 10.7717/peerj.3250

Early R, Bradley BA, Dukes JS, et al (2016) *Global threats from invasive alien species in the twenty-first century and national response capacities*. Nat Commun 7:12485. doi: 10.1038/ncomms12485

Essl F, Dullinger S, Rabitsch W, et al (2015) *Delayed biodiversity change: No time to waste*. Trends Ecol Evol 30:375–378. doi: 10.1016/j.tree.2015.05.002

Fahrig L (2010) *Effects of habitat fragmentation on biodiversity*. Rev Lit Arts Am 34:487–515. doi: 10.1146/132419

Galiana N, Lurgi M, Montoya JM, López BC (2014) *Invasions cause biodiversity loss and community simplification in vertebrate food webs*. Oikos 123:721–728. doi: 10.1111/j.1600-0706.2013.00859.x

- Herrel A, Gonwouo LN, Fokam EB, et al (2012) *Intersexual differences in body shape and locomotor performance in the aquatic frog, Xenopus tropicalis*. J Zool 287:311–316. doi: 10.1111/j.1469-7998.2012.00919.x
- Herrel A, Valsilopoulou-Kampitsi M et Bonneaud C (2014) *Jumping performance in the highly aquatic frog, Xenopus tropicalis : sex-specific relationship between morphology and performance*. PeerJ 2 :e661 ; doi : 10.7717/peerj.661
- Ihlow F, Courant J, Secondi J, et al (2016) *Impacts of climate change on the global invasion potential of the African clawed frog Xenopus laevis*. PLoS One 11:e0154869. doi: 10.1371/journal.pone.0154869
- Katsanevakis S, Wallentinus I, Zenetos A, et al (2014) *Impacts of invasive alien marine species on ecosystem services and biodiversity: a pan-European review*. Aquat Invasions 9:391–423. doi: 10.3391/ai.2014.9.4.01
- Krauss J, Bommarco R, Guardiola M, et al (2010) *Habitat fragmentation causes immediate and time-delayed biodiversity loss at different trophic levels*. Ecol Lett 13:597–605. doi: 10.1111/j.1461-0248.2010.01457.x
- Lee JC (1986) *Is the large-male mating advantage in anurans an epiphenomenon ?*, Berlin, Oecologia 69 :207-212
- Lescure J et Massary de J.-C. (coords), (2012) *Atlas des Amphibiens et Reptiles de France*. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection inventaires et biodiversité), 272 p.
- Maiti S, Chowdhury A (2013) *Effects of anthropogenic pollution on mangrove biodiversity: a review*. J Environ Prot (Irvine, Calif) 2013:1428–1434. doi: 10.4236/jep.2013.412163
- McMullin RT, Bennett LL, Bjorgan OJ, et al (2016) *Relationships between air pollution, population density, and lichen biodiversity in the Niagara Escarpment World Biosphere Reserve*. Lichenol 48:593–605. doi: 10.1017/S0024282916000402
- Measey GJ et Tinsley RC (1997) *Mating behavior of Xenopus wittei (Anura : Pipidae)*, Copeia, Vol. 1997, No. 3, pp 601-609
- MECADEV, *Thématique de l'équipe FUNEVOL* [en ligne], (17/02/2014) Disponible sur : <http://mecadev.cnrs.fr/index.php?category/FUNEVOL> (consulté le 11/06/2018)
- Miaud C et Muratet J (2004) *Les amphibiens de France, Guide d'identification des œufs et des larves*. Quae, Versailles, 225 p.
- Munir T, Hussain M, Naseem S (2016) *Water pollution - A menace of freshwater biodiversity: a review*. J Entomol Zool Stud 4:578–580.
- Museum National d'Histoire Naturelle, *Présentation* [en ligne] (2018) Disponible sur : <https://www.mnhn.fr/fr/propos-museum/presentation> (consulte le 12/06/2018)
- Pimm SL, Raven P (2000) *Biodiversity. Extinction by numbers*. Nature 403:843–845. doi: 10.1038/35002708

Presse Océan Nantes, Saint-Aignan-de-Grandlieu : Les invasions biologiques en questions [en ligne] (24/01/2017) Disponible sur : <http://www.presseocean.fr/actualite/saint-aignan-de-grandlieu-les-invasions-biologiques-en-questions-24-01-2017-216769> (consulté le 30/05/2018)

Prikryl T, Aerts P, Havelkova P et al (2009) *Pelvis and thigh musculature in frogs (Anura) and origin of anuran jumping locomotion*. J.Anat. 214, pp100-139, doi : 10.1111/j.1469-7580.2008.01006.x

Rebello R, Amaral P, Bernardes M, et al (2010) *Xenopus laevis* (Daudin, 1802), a new exotic amphibian in Portugal. Biol Invasions 12:3383–3387. doi: 10.1007/s10530-010-9757-0

Ringeis A, Krumscheid B, Bishop P et al (2017) Acoustic communication and reproductive behaviour in the aquatic frog *Xenopus laevis* (Pipidae), a field study, African Journal of Herpetology, 66:2, 122-146, DOI: 10.1080/21564574.2017.1381649

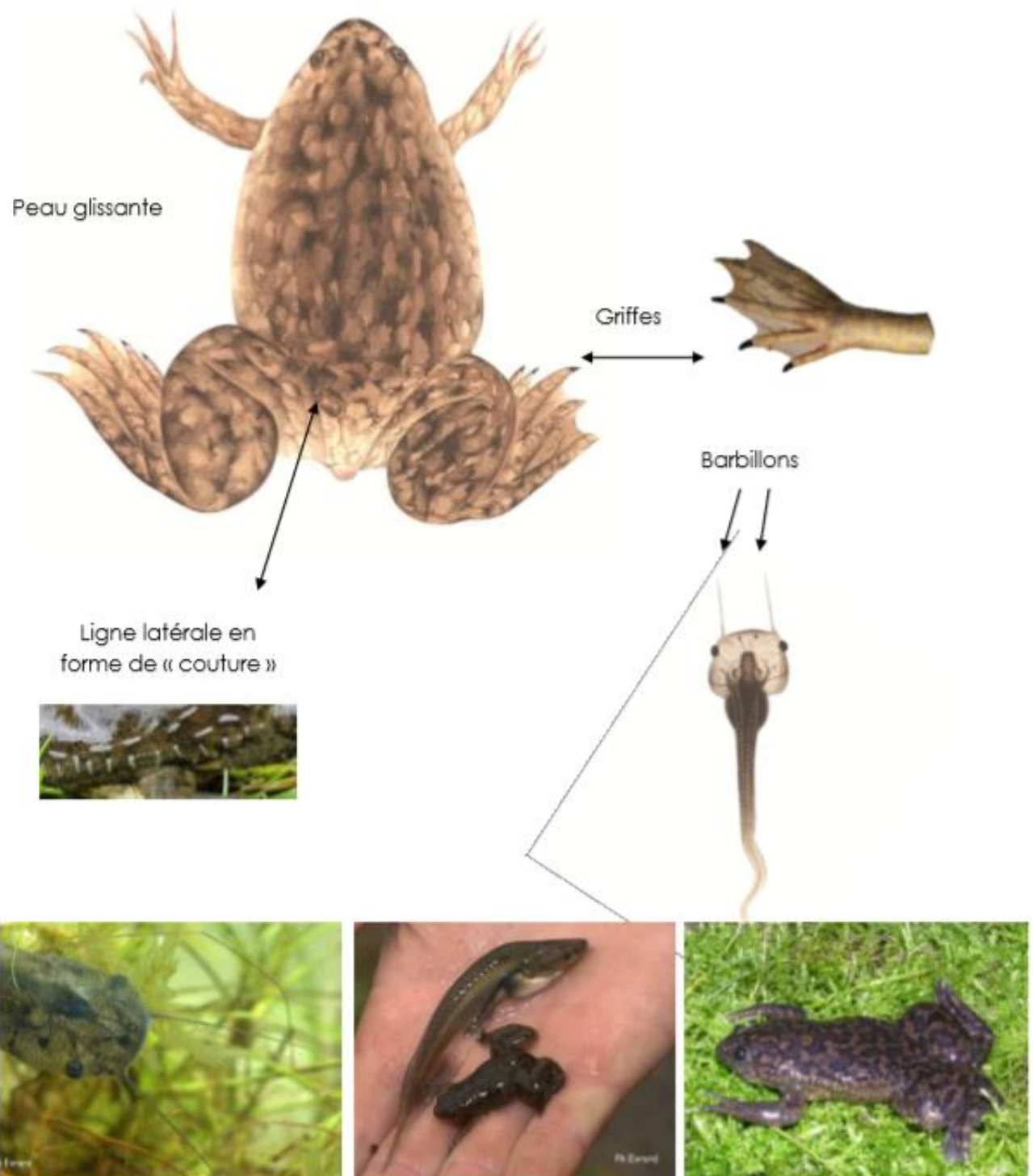
Sousa M, Mauricio A et Rebello R (pas encore publié) Chapter 6 : *The Xenopus laevis invasion in Portugal : an improbable connection of science, mediterranean climate and river neglect*. Queiroz AI et Pooley S (pas encore publié) *Histories of bioinvasions in the mediterranean environmental history 8*, pp 133-148, ISBN : 978-3-319-74985-3

Thomas CD, Cameron A, Green RE, et al (2004) *Extinction risk from climate change*. Nature 427:145–148.

Videler JJ, Jorna JT (1985) *Functions of the sliding pelvis in Xenopus laevis*. Copeia 1985:251–254

Annexes

Annexe 1 : Critères de détermination du Xénope lisse ; Source : Audebaud B. et Koch G., (2013)



De gauche à droite : détail sur les moustaches d'un têtard de Xénope ; un têtard et un jeune Xénope ; un Xénope adulte

Annexe 2 : Données brutes obtenues pour les mesures morphologiques, avec les valeurs en millimètres, 0 correspondant au Portugal et 1 à la France pour le pays et 0 correspondant aux femelles et 1 aux mâles pour le sexe.

N°	Sexe	Pays	SVL	Head length	Head width	Head height	Lower jaw length	Humerus	Radius	Hand	Finger	Ilium width	Ilium length
1	1	0	66,68	22,42	20,78	9,62	22,44	11,11	12,64	4,85	9,55	14,46	36,76
2	0	0	80,5	24,98	22,54	15,27	25,52	9,92	12,23	4,44	11,26	18,42	41,01
3	1	0	65,12	21,08	20,39	9,39	19,09	10,26	10,36	4,32	9,89	13,54	30,58
4	0	0	83,76	26,85	25,30	16,77	22,10	12,46	13,74	6,39	10,88	17,35	48,28
5	1	0	66,29	22,99	24,41	15,86	20,89	10,39	13,05	4,63	10,88	17,56	41,34
6	0	0	71,66	20,32	19,62	10,50	18,56	9,58	11,46	4,34	9,18	16,80	35,40
7	0	0	79,96	27,24	27,51	15,70	21,76	15,71	13,74	6,78	14,35	18,04	43,41
8	1	0	69,56	23,93	22,46	14,93	20,96	11,81	12,37	4,67	12,95	18,82	41,38
9	0	0	90,47	30,59	26,78	17,78	21,68	12,85	12,11	4,35	13,43	19,70	50,28
10	0	0	76,07	25,68	22,18	13,08	18,65	10,78	10,84	3,85	10,66	18,34	40,04
11	1	0	68,35	22,83	23,91	12,52	20,08	13,13	12,93	3,93	13,66	17,66	36,06
12	0	0	91,91	27,19	26,89	17,61	24,64	12,80	12,29	4,41	12,32	19,32	46,36
13	1	0	65,94	18,03	21,88	12,09	18,15	10,63	11,41	4,18	11,19	17,70	30,66
14	1	0	80,07	20,07	25,42	11,87	21,28	9,72	12,74	4,97	11,85	19,05	43,50
15	0	0	74,05	20,91	20,45	9,44	18,29	9,90	10,64	3,51	10,30	17,27	37,84
16	0	0	87,44	24,00	24,93	15,53	21,38	15,43	11,96	4,40	11,25	21,84	46,44
17	1	0	72,96	20,50	22,73	12,50	22,49	10,05	12,84	5,26	12,98	18,70	35,90
18	0	0	75,96	20,10	21,83	11,60	18,27	10,45	12,74	4,51	12,05	19,09	37,35
19	0	0	87,48	25,81	26,26	14,23	22,45	13,56	13,33	4,80	12,30	20,00	47,86
20	1	0	74,06	20,40	22,83	8,79	21,84	13,11	14,08	5,45	12,42	18,17	39,59
21	1	0	66,28	19,35	20,19	12,33	19,50	13,41	12,99	4,27	10,20	18,00	36,68
22	0	0	64,5	19,24	17,75	10,65	16,62	10,51	11,84	4,17	9,43	15,02	33,86
23	0	0	67,75	19,41	20,12	10,68	19,70	11,64	11,21	3,89	9,75	15,34	34,03
24	0	0	85,38	24,09	27,92	10,96	22,93	14,11	13,86	5,22	11,13	21,56	47,36
25	0	0	63,91	19,07	17,17	8,63	16,31	11,27	10,15	2,54	10,60	14,23	30,07
26	1	0	55,2	19,92	17,63	9,45	17,10	10,25	11,64	2,38	9,58	13,35	29,12
27	0	0	56,94	17,50	17,38	9,47	16,61	9,72	10,23	2,08	8,45	13,96	31,26
28	0	0	77,79	22,30	24,20	12,15	20,14	11,15	13,61	4,48	11,65	17,79	41,61
29	1	0	66,69	18,98	20,50	10,32	19,33	12,80	12,88	3,94	11,47	15,06	33,67
30	1	0	62,49	19,71	17,51	11,11	17,25	11,56	12,82	4,27	10,47	13,93	31,77
31	1	0	79,57	21,99	25,26	14,40	22,18	15,94	14,81	4,90	13,85	18,61	44,20
32	1	0	66,18	22,68	24,44	12,52	18,86	13,21	14,56	3,84	11,53	16,93	37,43
33	0	0	93,87	27,26	24,14	14,00	22,79	15,76	16,30	4,94	13,30	24,82	53,02
34	1	0	54,22	17,36	16,95	8,66	15,23	9,35	10,22	2,92	9,15	13,59	27,73
35	1	0	72,03	21,35	21,30	10,02	17,50	13,73	14,30	4,20	12,20	14,77	37,21
36	1	0	73,73	20,18	22,31	10,27	18,68	13,05	14,05	4,04	13,60	16,07	38,36
37	1	0	60,38	17,78	18,92	9,50	16,52	10,40	10,65	3,37	9,77	17,45	31,30
38	0	0	97,03	24,88	29,20	13,66	24,88	15,34	15,94	4,58	14,02	21,59	51,73
39	0	0	73,37	19,88	21,64	10,28	19,73	11,48	12,26	4,01	11,34	17,58	38,32
40	1	0	54,41	16,80	17,23	9,20	15,47	11,37	10,50	2,93	10,24	12,17	27,78

41	1	1	61,03	17,96	22,10	11,56	9,08	8,71	9,72	3,66	10,36	14,29	26,75
42	1	1	58,88	16,96	20,73	8,96	11,42	9,61	8,91	3,49	10,32	14,41	28,56
43	1	1	59,39	16,62	21,77	9,12	9,32	9,12	9,80	3,52	10,10	13,47	26,02
44	1	1	64,69	18,02	23,49	9,95	10,92	13,16	11,45	4,31	9,57	14,78	26,52
45	1	1	58,87	18,39	20,97	11,22	11,34	12,72	10,22	4,82	9,78	15,04	24,81
46	1	1	59,86	17,59	19,39	10,62	11,01	11,27	9,23	4,35	7,77	15,19	24,41
47	1	1	59,74	20,31	19,59	11,35	13,01	13,19	11,70	4,08	8,75	15,15	23,76
48	1	1	51,63	15,08	17,47	10,05	12,18	10,40	11,16	3,85	8,30	13,60	21,35
49	1	1	55,25	15,38	16,81	9,16	11,09	9,53	8,13	3,17	7,39	14,89	21,98
50	1	1	62,16	18,22	20,50	9,35	11,30	11,21	10,77	4,23	10,15	15,03	29,19
51	1	1	66,94	21,30	23,19	11,09	12,71	12,41	12,65	4,61	9,16	15,17	22,73
52	1	1	63,7	18,82	20,59	10,08	13,57	13,71	11,14	4,71	10,09	16,95	24,78
53	1	1	71,58	19,27	26,24	11,88	14,30	16,42	13,11	4,72	11,87	16,30	25,60
54	1	1	60,95	17,94	19,48	9,63	11,11	11,31	10,37	3,26	8,82	16,97	22,86
55	1	1	69,09	21,04	23,09	12,64	13,65	14,40	13,06	4,53	11,19	17,63	25,37
56	1	1	62,21	18,81	19,42	10,06	10,63	12,90	12,06	3,68	8,93	15,07	23,05
57	1	1	74,31	22,71	26,27	12,78	12,58	15,69	14,55	5,44	10,27	18,09	23,73
58	1	1	55,3	17,00	18,59	9,27	10,66	13,04	10,61	3,95	8,53	13,70	21,87
59	1	1	56,97	16,98	18,18	9,63	9,35	10,89	10,36	3,56	9,34	13,08	21,88
60	1	1	58,52	15,16	18,61	9,35	10,50	11,50	11,16	3,79	7,59	14,90	21,74
61	1	1	56,21	18,18	20,18	10,10	12,60	13,08	11,67	3,66	9,68	13,52	25,29
62	1	1	56,42	17,91	18,79	10,50	11,43	11,58	11,34	3,64	9,21	14,18	23,83
63	1	1	62,11	17,72	18,92	10,31	12,34	12,17	11,04	3,80	9,10	14,93	19,98
64	1	1	55,82	13,11	21,46	9,93	8,59	12,08	10,36	4,13	8,81	13,76	26,38
65	1	1	61,82	15,84	19,87	8,83	8,55	10,03	7,20	2,45	8,34	13,87	29,74
66	1	1	57,37	17,19	20,60	9,11	10,49	11,11	9,13	4,24	9,78	15,17	23,73
67	1	1	58,21	17,53	21,09	8,55	9,73	10,41	9,99	4,17	8,60	13,17	26,48
68	1	1	51,59	15,68	17,23	8,12	8,84	11,57	8,35	3,28	7,77	13,22	23,43
69	1	1	58,67	18,00	20,61	9,41	9,65	11,37	9,05	3,84	9,03	14,04	23,92
70	1	1	59,7	15,21	21,53	8,94	10,89	14,24	10,95	4,85	8,78	15,05	26,13
71	1	1	57,96	16,33	19,98	8,25	10,35	10,11	8,38	4,67	10,29	12,24	25,25
72	1	1	57,17	15,07	19,85	8,47	11,20	11,66	10,47	3,72	9,54	13,57	21,86
73	1	1	54,93	16,14	19,45	10,11	11,13	11,11	9,67	4,27	9,62	13,54	25,01
74	1	1	72,55	21,62	22,84	12,76	14,95	12,44	15,16	5,88	11,44	16,04	26,62
75	1	1	71,12	18,65	22,06	11,25	10,06	15,00	11,31	4,13	9,76	15,60	26,88
76	1	1	72,7	15,98	23,57	11,98	12,75	16,38	10,82	3,69	10,97	13,67	29,57
77	1	1	72,63	17,85	24,92	12,42	12,29	13,54	11,72	4,80	11,76	16,84	27,01
78	1	1	68,27	16,23	23,54	11,19	11,25	15,96	13,28	4,17	12,79	14,38	26,64
79	1	1	71,2	20,19	23,06	12,19	11,00	13,59	12,55	4,74	11,12	16,17	28,22
80	1	1	64,35	16,78	23,79	10,44	13,35	12,43	9,06	3,98	9,86	15,73	29,90
81	1	1	68,58	19,82	22,75	9,07	13,04	14,56	12,79	3,76	12,89	15,98	29,20
82	1	1	73,3	20,03	23,86	10,46	11,07	14,16	11,73	5,46	11,74	14,42	30,93
83	1	1	66,99	18,32	21,69	9,36	7,58	15,11	15,73	4,82	11,92	15,04	25,67
84	1	1	67,41	16,15	21,86	10,81	7,56	10,51	10,99	4,80	10,60	16,41	27,16
85	1	1	71,66	22,35	25,92	10,82	11,49	14,19	14,41	4,24	12,83	16,48	25,47
86	1	1	66,06	18,08	22,18	11,80	13,13	14,82	13,89	5,72	11,70	13,17	28,80

87	1	1	77,23	20,72	23,27	10,95	11,36	14,49	15,14	4,18	11,45	20,33	33,54
88	0	1	58,6	17,52	22,43	7,88	8,13	9,75	8,39	3,38	8,67	13,31	27,86
89	0	1	68,77	19,27	22,15	8,50	10,33	9,82	8,70	3,01	10,79	15,33	28,98
90	0	1	105,71	27,78	33,92	15,04	19,90	18,63	18,77	5,44	14,45	20,73	40,26
91	0	1	92,82	25,12	31,39	14,86	16,87	17,69	14,58	5,87	13,91	22,48	35,61
92	0	1	57,73	16,14	19,80	8,89	11,34	11,72	9,95	4,20	7,35	16,06	26,04
93	0	1	56,78	16,03	20,72	9,84	11,39	12,95	9,12	4,11	7,16	16,71	25,26
94	0	1	56,78	16,35	20,36	9,93	11,95	11,73	10,04	3,65	7,43	16,14	25,58
95	0	1	54,84	15,08	17,75	8,57	10,09	12,25	8,20	4,30	8,40	14,50	22,95
96	0	1	64,76	17,52	21,58	9,05	13,25	12,12	9,57	4,97	9,68	16,01	25,36
97	0	1	108,57	30,89	35,95	15,36	20,13	19,46	14,61	7,15	15,92	24,21	39,71
98	0	1	64,03	16,08	20,16	10,02	12,61	12,83	9,27	3,89	9,22	16,89	27,09
99	0	1	67,01	19,00	24,53	11,44	11,28	11,83	7,84	4,57	8,86	16,94	27,41
100	0	1	57,73	16,91	20,59	10,11	8,12	8,62	7,56	3,80	7,16	14,33	24,63
101	0	1	71,7	18,98	23,40	11,64	12,47	11,73	10,79	4,16	9,80	16,25	26,49
102	0	1	45,76	14,25	15,07	8,16	7,67	7,72	6,81	3,59	7,18	12,41	18,82
103	0	1	57,64	16,37	20,26	9,41	7,26	10,59	8,17	3,98	7,71	15,70	28,28
104	0	1	56,09	17,83	19,50	9,49	11,29	7,94	6,49	3,34	7,01	14,34	24,09
105	0	1	68,18	17,72	23,98	10,84	9,76	11,43	8,81	4,84	9,45	17,26	29,08
106	0	1	55,68	17,20	20,91	10,74	9,43	9,71	8,27	3,40	8,27	12,95	24,41
107	0	1	64,86	19,10	21,14	11,47	10,42	8,27	7,67	3,85	8,02	15,09	25,88
108	0	1	98,57	19,40	25,20	16,72	15,53	13,55	15,76	4,73	12,83	21,92	32,95
109	0	1	88,67	22,50	27,77	12,36	15,02	14,13	13,65	4,83	14,61	17,75	32,91
110	0	1	68,74	16,50	22,86	11,97	12,28	13,06	12,13	4,90	12,46	15,62	26,02
111	0	1	88,47	24,61	30,53	14,33	14,01	18,43	14,83	6,18	13,13	24,00	36,52
112	0	1	71,36	21,99	22,96	13,67	9,59	12,24	12,56	3,67	12,44	16,66	28,68
113	0	1	85,48	21,55	28,03	15,31	16,50	13,06	12,24	5,02	13,45	19,85	29,52
114	0	1	82,85	20,77	26,00	12,49	14,30	14,61	11,88	5,37	11,84	21,08	32,98
115	0	1	81,24	18,21	27,17	12,97	11,53	12,03	11,25	5,56	10,56	18,46	34,68
116	0	1	88,7	18,33	27,34	13,75	11,27	11,07	10,04	4,08	11,86	19,02	28,71
117	0	1	82,22	19,60	24,44	11,86	12,70	12,99	10,88	4,11	11,51	15,73	29,08
118	0	1	78,04	19,77	22,99	13,07	11,27	12,40	11,66	4,41	10,61	18,06	29,34
119	0	1	93,37	22,90	27,09	13,65	13,96	14,47	11,20	6,64	13,51	18,61	35,28
120	0	1	96,22	23,73	29,34	15,54	16,64	13,04	10,25	6,19	14,60	22,71	35,81
121	0	1	86,64	20,21	25,31	12,96	11,84	15,11	15,64	4,05	13,24	19,24	34,04
122	0	1	81,63	18,47	23,47	13,20	11,91	13,74	10,32	3,64	10,73	15,49	32,25
123	0	1	91,52	21,16	27,80	14,24	17,02	14,01	18,33	5,05	13,17	21,00	40,64
124	0	1	76,83	19,72	25,97	12,84	13,39	10,90	10,72	3,58	12,23	18,60	30,93
125	0	1	61,33	19,20	19,38	11,90	13,36	7,09	7,88	3,35	8,44	12,75	28,62
126	0	1	83,93	18,25	24,70	12,76	16,33	16,22	13,76	5,10	12,56	17,86	37,24
127	0	1	92,08	22,30	26,38	14,55	17,38	11,52	14,63	6,01	11,32	22,15	38,43
128	0	1	110,02	29,55	31,60	18,25	14,42	15,94	12,20	5,55	17,65	24,00	43,00
129	1	1	66,64	20,74	22,46	14,43	9,70	10,34	12,22	4,52	10,80	15,38	33,93
130	0	1	77,3	21,46	23,90	13,70	9,48	11,36	12,60	3,70	12,90	14,34	32,24
131	1	1	70,84	20,14	23,72	11,55	10,34	10,55	10,22	3,82	10,74	15,30	32,50
132	1	1	61,74	19,48	21,90	12,00	9,90	12,00	11,18	4,55	11,64	13,20	24,24

133	1	1	72,64	22,97	24,14	13,85	13,36	10,38	12,85	4,65	12,15	16,30	26,96
134	1	1	72,62	21,72	27,24	15,20	9,98	9,74	13,98	5,18	12,06	15,68	32,78
135	0	1	107,98	25,12	30,72	18,08	18,34	17,22	17,14	5,44	15,78	20,34	41,38
136	0	1	64,5	19,66	20,53	11,86	9,74	11,88	12,13	4,70	10,12	14,92	26,82
137	1	1	79,22	20,98	22,42	14,90	10,44	12,50	12,00	5,14	19,60	17,60	34,93
138	1	1	73,66	18,90	24,48	14,86	10,12	11,80	12,70	4,68	12,85	13,98	28,50
139	0	1	78,89	20,00	24,62	13,32	10,74	12,85	12,07	4,60	13,66	14,80	31,34
140	1	1	72,3	21,42	22,87	13,36	9,56	15,57	14,62	5,29	15,10	15,07	5,75
141	0	1	89,2	23,45	26,37	13,90	12,58	11,64	13,98	5,18	12,05	16,30	31,16
142	0	1	72,16	20,46	23,52	12,30	11,95	12,00	11,98	5,17	11,02	16,22	31,26
143	0	1	69,88	20,32	21,20	11,65	11,19	10,15	10,95	4,89	10,14	15,10	27,85
144	0	1	98,24	24,09	25,50	13,54	11,32	13,00	14,78	5,20	10,00	15,89	34,30
145	1	1	76,98	21,52	21,61	12,85	11,73	12,90	15,04	5,17	11,90	13,75	26,18
146	1	1	74,12	21,10	22,94	12,45	11,62	10,20	13,92	4,18	13,10	14,30	26,18
147	1	1	65,23	17,65	20,00	10,70	9,54	8,35	12,80	4,87	11,36	12,40	26,70
148	0	1	83,12	22,40	22,57	13,77	11,90	10,44	14,24	4,36	12,65	16,87	28,72
149	0	1	93,48	22,65	29,80	14,58	12,55	12,07	19,20	6,00	15,22	19,61	30,68
150	0	1	102,6	22,68	28,26	13,88	14,74	11,38	15,50	5,08	16,21	17,40	31,90
151	0	1	92,3	20,78	26,08	13,35	11,50	11,86	13,87	6,24	12,75	17,45	27,12
152	1	1	66,55	18,27	22,11	11,54	12,30	11,58	12,81	5,38	12,36	13,14	39,01
153	0	1	116,21	26,16	29,51	17,00	15,46	16,50	18,52	6,62	19,16	20,10	36,57
154	1	1	73	20,18	22,88	12,46	10,94	13,42	13,06	5,70	13,67	15,40	23,88
155	1	1	63,17	17,06	17,68	10,30	10,08	10,70	11,48	4,93	9,66	12,78	24,80
156	1	1	69,11	20,97	21,12	12,50	11,50	11,95	15,23	5,04	12,10	14,20	24,32
157	1	1	75,04	21,51	25,50	14,16	12,18	13,60	16,34	4,63	12,66	16,79	29,82
158	0	1	66,48	18,32	20,36	10,98	10,16	10,60	10,42	4,62	11,56	15,06	25,60
159	1	1	68,42	19,80	21,82	12,40	10,89	13,10	13,84	5,35	11,35	13,80	25,35
160	1	1	69,46	19,02	22,76	11,80	10,71	13,10	13,44	4,20	10,58	19,62	25,50
161	1	1	70,42	18,48	21,04	11,52	11,20	12,58	13,68	5,44	12,02	13,94	26,80
162	1	1	62,87	11,94	20,93	12,34	10,77	11,71	12,51	4,22	11,66	14,77	25,62
163	1	1	77,89	20,98	22,29	11,74	12,03	12,50	16,08	4,89	9,06	15,48	32,62
164	1	1	77,9	23,23	26,84	12,99	13,53	13,81	15,44	16,47	12,50	17,02	26,98
165	1	1	77,38	20,38	22,33	13,10	11,39	13,18	14,99	5,18	13,42	13,97	27,20
166	1	1	63,75	17,66	19,88	12,28	11,72	11,70	12,90	5,10	12,16	14,31	26,68
167	1	1	62,6	18,40	19,12	11,37	11,00	10,15	11,34	4,49	10,10	11,70	23,99
168	1	1	67,94	19,92	21,60	13,79	11,70	11,04	12,78	4,91	11,94	13,84	25,73
169	1	1	59,57	16,12	18,78	10,13	9,58	10,98	10,80	4,65	10,04	10,92	26,10
170	1	1	64,47	18,02	19,51	11,98	10,93	10,27	10,32	3,90	10,35	13,98	25,92
171	1	1	67,08	19,48	21,58	12,10	11,17	11,70	12,25	5,12	10,65	13,72	24,18
172	1	1	64,54	19,49	20,69	11,98	12,03	10,70	14,32	3,88	11,52	14,20	24,54
173	1	1	73,35	19,19	20,95	11,65	13,40	11,50	11,72	5,01	10,79	16,70	29,28
174	0	1	91,58	24,10	29,24	14,58	14,83	16,18	14,99	5,99	14,36	19,98	33,21
175	0	1	79,2	21,28	23,24	13,19	11,02	10,41	12,85	4,25	10,60	16,05	31,68
176	1	1	66,38	19,07	24,64	13,85	13,63	12,57	16,08	5,22	13,20	15,58	28,85
177	1	1	67,21	18,91	22,22	11,32	11,93	12,95	14,16	4,80	11,28	16,60	21,71
178	0	1	95,68	22,06	26,38	13,53	14,64	16,40	16,85	5,16	13,59	17,55	30,76

179	0	1	73,55	19,57	20,73	11,75	11,68	12,92	11,31	5,07	10,80	13,50	28,14
180	0	1	84,97	22,15	24,12	11,74	14,15	12,65	12,65	4,98	12,50	15,55	30,50
181	1	1	62,4	16,98	20,54	9,98	9,19	12,55	12,30	4,54	9,82	12,70	25,08
182	1	1	71,35	19,95	21,50	11,52	11,61	15,45	16,49	4,76	12,30	16,74	29,84
183	1	1	57,84	15,78	17,74	10,14	9,15	10,44	11,60	3,53	10,30	13,62	22,34
184	0	1	90,12	22,05	26,15	13,22	13,00	14,05	15,02	5,73	12,01	18,45	32,54
185	1	1	71,13	19,43	19,81	12,65	11,10	13,80	13,81	4,72	14,16	17,28	24,14
186	0	1	85,33	21,80	23,50	13,32	12,58	12,11	13,37	4,92	12,89	16,38	33,53
187	1	1	77,42	21,30	24,50	14,08	11,08	14,20	15,89	5,71	13,20	16,15	26,31
188	0	1	77,05	20,45	20,90	33,18	12,08	12,14	12,95	4,64	11,63	17,20	30,11
189	0	1	116,97	29,54	28,87	17,90	14,10	14,10	12,01	6,36	16,86	22,86	35,15
190	1	1	61,48	16,68	17,25	9,10	9,72	10,60	10,96	5,22	11,20	12,40	22,38
191	0	1	64,26	16,22	17,93	10,78	9,12	10,44	10,47	4,32	11,03	13,16	23,43
192	0	1	95,97	25,15	28,58	14,86	13,69	15,40	15,28	5,50	14,47	17,42	29,75
193	0	1	65,75	17,06	18,90	11,20	9,55	10,70	9,96	4,42	9,48	14,70	23,22
194	0	1	75,42	19,60	20,50	12,27	10,80	11,83	13,50	3,05	10,28	16,40	27,64
195	1	1	62,64	18,26	18,68	10,55	8,72	13,04	13,00	4,59	11,98	13,40	22,74
196	0	1	50,02	15,18	15,16	8,80	7,84	9,64	8,34	3,32	8,25	11,60	18,35
197	1	1	67,77	17,65	19,93	10,90	10,47	12,70	13,24	5,18	12,20	13,74	22,34
198	1	1	54,06	15,50	16,59	8,81	7,20	11,40	10,56	4,28	9,28	12,20	20,94
199	1	1	64	16,96	18,59	18,44	9,58	10,70	12,22	3,92	9,82	13,03	20,73
200	0	1	75,48	18,75	21,62	13,30	9,83	11,70	12,58	3,77	12,58	15,88	25,58
201	1	1	65,15	16,85	20,24	11,05	8,42	10,40	12,85	5,50	12,58	13,56	23,00
202	1	1	60,52	16,80	19,33	11,25	9,53	10,56	12,42	5,00	10,56	14,55	25,70
203	1	1	51,67	14,90	15,40	9,56	9,60	11,05	10,92	3,74	9,03	12,42	21,73
204	0	1	42,43	12,92	12,50	7,62	6,55	7,20	7,15	2,70	6,60	9,65	15,42
205	0	1	55,92	15,30	16,30	9,99	7,72	9,20	9,18	3,77	7,57	13,77	24,10
206	1	1	61,38	18,05	18,04	10,54	9,13	12,04	11,46	4,85	12,20	12,33	25,15
207	1	1	42,08	11,18	12,28	6,78	5,81	7,50	7,05	3,29	8,02	9,40	16,79
208	0	1	45,94	12,45	13,36	7,92	6,85	8,05	6,85	3,14	8,28	10,81	17,23
209	0	1	43,12	11,24	12,00	8,48	5,72	7,18	6,12	3,84	7,70	9,71	16,25
210	0	1	38,95	10,89	11,35	6,44	5,70	7,50	6,48	2,90	7,25	8,92	13,86
211	1	1	36	10,90	10,75	6,28	5,30	6,90	6,94	2,72	5,82	8,30	13,27
212	1	1	33,5	11,16	9,72	5,50	5,01	5,16	5,82	2,15	5,76	7,19	12,50
213	1	1	27,82	6,83	7,93	4,48	4,20	4,15	4,13	1,77	5,50	7,28	10,71

N°	Femur	Tibia	Foot	Toe
1	27,73	25,63	15,51	18,25
2	26,68	32,02	18,78	23,98
3	21,66	23,67	12,11	19,10
4	29,45	33,17	19,91	25,60
5	22,33	28,90	16,51	24,18
6	23,11	28,40	13,01	21,56
7	28,80	36,30	23,82	26,82
8	25,47	30,45	16,71	27,17
9	30,08	36,56	19,42	29,16

10	26,77	25,47	15,94	26,72
11	30,20	29,08	16,07	24,54
12	29,10	35,39	18,93	26,19
13	24,59	26,76	12,85	27,20
14	31,12	31,79	16,10	26,87
15	25,62	25,85	16,77	23,22
16	29,31	31,45	17,23	29,00
17	28,16	30,20	18,44	29,93
18	28,17	27,58	16,46	23,59
19	30,84	35,17	15,84	32,22
20	30,96	33,62	17,66	29,02
21	29,16	27,52	16,64	25,79
22	21,27	27,02	15,89	20,88
23	23,16	27,25	15,80	21,24
24	31,16	31,08	16,61	25,74
25	23,47	24,22	11,00	21,70
26	22,45	23,02	11,38	23,60
27	19,64	22,06	12,74	19,64
28	30,88	31,31	16,49	26,49
29	22,59	27,52	16,78	23,85
30	24,03	26,33	15,97	24,56
31	30,69	33,46	20,35	27,00
32	24,43	28,15	17,85	27,07
33	38,79	38,16	24,58	35,65
34	19,82	23,90	14,49	20,30
35	27,81	29,24	18,18	20,49
36	31,30	27,56	16,94	25,21
37	22,80	24,14	13,17	21,02
38	32,45	35,86	19,11	33,66
39	27,52	30,10	17,25	28,01
40	21,97	21,13	11,34	20,25
41	26,64	21,92	15,09	28,09
42	24,18	22,03	13,69	27,33
43	28,16	21,43	14,02	25,62
44	29,01	26,73	19,49	27,49
45	27,85	25,10	16,75	29,10
46	28,80	22,59	15,94	23,66
47	27,34	25,19	16,87	28,19
48	25,01	21,44	15,43	23,52
49	23,64	23,15	14,48	22,87
50	27,96	25,04	16,23	26,96
51	29,60	25,22	18,22	26,77
52	30,09	27,17	17,16	27,11
53	34,78	32,00	20,61	27,41
54	28,79	25,70	18,07	24,33
55	31,52	28,04	19,55	29,06

56	26,84	24,34	16,44	24,20
57	35,67	32,57	21,95	32,32
58	23,86	20,60	16,29	23,65
59	27,00	22,45	16,29	24,60
60	24,94	22,78	17,73	24,00
61	25,90	23,52	17,18	27,63
62	28,35	24,54	16,39	25,57
63	27,00	25,26	17,40	26,25
64	24,11	22,41	15,15	26,67
65	26,37	21,12	14,92	24,50
66	24,83	22,26	15,76	27,69
67	26,35	22,86	16,01	26,39
68	22,24	19,77	15,23	24,66
69	26,10	25,37	14,27	27,76
70	25,98	16,64	13,52	29,01
71	24,92	21,61	14,46	25,61
72	25,54	22,75	16,45	24,90
73	23,92	21,52	14,50	27,61
74	30,18	29,69	19,78	30,40
75	28,07	27,39	19,36	31,10
76	32,83	27,31	18,39	30,78
77	33,85	29,20	20,33	29,75
78	31,04	28,90	16,60	31,06
79	28,08	25,64	17,22	25,55
80	28,60	25,04	17,11	28,80
81	34,10	27,87	19,16	31,67
82	30,27	27,11	19,71	28,71
83	33,71	30,76	19,79	28,73
84	28,27	27,93	19,36	28,61
85	31,67	31,24	20,96	28,99
86	28,67	28,81	19,77	29,41
87	33,27	31,81	22,67	33,56
88	24,12	22,19	13,87	24,59
89	28,56	24,50	15,86	26,75
90	43,91	40,02	26,53	34,72
91	41,55	38,13	24,80	33,79
92	26,78	24,28	16,52	26,82
93	28,33	25,52	18,49	23,85
94	25,52	24,36	17,45	21,99
95	22,44	21,28	16,20	23,27
96	26,50	27,26	18,56	25,64
97	50,16	41,60	29,43	33,20
98	31,58	26,66	18,66	26,18
99	27,24	23,57	16,51	28,83
100	21,90	21,11	14,45	27,23
101	29,48	26,39	17,02	26,43

102	20,24	18,67	12,50	19,58
103	25,34	21,67	14,60	26,96
104	22,13	20,95	14,06	23,78
105	26,63	24,33	16,66	26,23
106	24,52	22,75	14,02	21,15
107	25,98	22,93	16,64	26,61
108	38,17	33,05	20,93	28,84
109	37,74	32,78	21,38	31,50
110	31,95	28,88	18,42	31,56
111	34,66	32,93	23,47	28,72
112	30,78	28,01	18,02	28,59
113	38,20	35,23	21,93	28,26
114	35,71	30,84	20,80	34,59
115	35,46	28,43	20,37	35,51
116	35,57	29,73	19,07	30,71
117	32,66	28,75	16,14	26,71
118	34,27	28,12	17,26	32,41
119	37,04	30,81	21,24	37,78
120	36,05	35,94	22,75	34,41
121	37,66	29,47	19,02	33,85
122	30,50	30,13	18,65	34,07
123	37,49	40,43	22,00	28,26
124	30,02	31,82	18,02	26,19
125	24,03	15,55	10,88	21,87
126	38,80	31,72	21,53	26,48
127	34,79	25,93	15,51	25,84
128	40,72	35,40	16,60	43,52
129	26,18	24,44	12,63	31,98
130	30,73	29,20	13,62	27,00
131	26,30	24,36	13,64	24,48
132	26,95	21,72	12,36	25,72
133	28,60	23,86	14,78	30,48
134	30,70	23,88	17,65	28,53
135	42,22	33,70	17,03	42,50
136	26,82	27,50	13,89	32,02
137	33,14	28,99	19,80	37,60
138	32,00	30,76	17,50	35,14
139	30,70	26,52	19,18	34,82
140	29,97	29,95	17,35	31,83
141	34,70	27,36	18,00	36,60
142	26,82	27,38	16,82	29,32
143	27,85	22,64	13,68	24,00
144	31,92	25,72	16,35	35,74
145	27,50	26,01	13,29	33,72
146	24,77	20,84	14,72	33,86
147	23,26	20,28	13,10	25,52

148	28,00	21,35	14,72	32,90
149	32,40	31,16	20,20	39,99
150	33,90	29,18	18,60	37,17
151	32,42	28,53	17,10	33,47
152	23,82	23,22	13,70	30,44
153	36,34	32,87	20,68	38,37
154	26,12	22,94	15,62	29,22
155	19,83	19,56	12,06	24,56
156	26,24	21,92	13,80	32,04
157	27,06	24,72	14,42	31,99
158	25,08	21,08	14,11	30,70
159	24,48	24,52	14,16	31,26
160	23,90	23,26	15,74	30,82
161	25,79	25,39	17,20	27,87
162	22,34	22,36	13,38	28,22
163	30,26	27,00	15,31	32,60
164	32,77	29,00	17,00	34,50
165	33,30	26,81	17,63	37,42
166	27,53	23,92	12,35	29,89
167	25,08	22,50	13,70	30,18
168	27,41	24,74	13,88	30,04
169	22,32	21,82	13,70	25,70
170	24,27	23,04	14,40	27,58
171	25,58	24,40	15,20	31,79
172	27,02	26,08	19,18	28,51
173	28,18	23,21	14,98	30,73
174	34,98	31,20	20,48	36,22
175	32,98	26,38	16,06	31,30
176	30,10	25,38	16,68	32,04
177	28,84	26,10	14,55	30,60
178	36,60	31,34	18,80	36,46
179	28,55	25,52	15,77	29,32
180	31,70	30,50	17,89	34,21
181	25,62	22,20	13,17	28,05
182	31,95	28,28	16,09	33,90
183	25,30	23,68	12,17	28,16
184	33,42	30,57	18,44	35,55
185	31,70	30,72	16,52	31,93
186	35,68	28,18	16,59	35,30
187	33,33	27,76	16,56	35,40
188	33,47	28,42	16,88	32,44
189	43,27	35,86	20,74	43,92
190	27,39	22,26	12,76	27,57
191	30,40	23,20	13,21	29,99
192	38,85	32,12	18,27	38,92
193	28,24	23,12	13,10	30,18

194	31,52	27,07	13,65	30,67
195	28,62	2,86	13,30	30,32
196	24,00	19,84	12,03	22,94
197	29,12	25,08	14,30	27,67
198	24,69	22,10	11,21	24,76
199	29,44	23,68	13,98	30,22
200	30,80	22,06	15,78	32,60
201	28,80	25,08	13,40	29,98
202	27,15	23,20	13,50	28,42
203	22,95	19,32	11,50	22,95
204	20,00	17,10	9,90	19,48
205	25,32	21,20	11,83	27,03
206	27,60	22,52	11,63	29,82
207	19,70	17,00	10,01	20,21
208	22,15	18,80	10,68	22,75
209	20,65	15,98	9,66	17,28
210	19,96	17,27	9,50	20,22
211	17,60	14,61	7,75	17,65
212	16,60	13,22	7,46	16,12
213	13,28	11,62	6,42	14,48

Annexe 3 : Données brutes obtenues pour la masse des organes, avec les valeurs en grammes, 0 correspondant au Portugal et 1 à la France pour le pays et 0 correspondant aux femelles et 1 aux mâles pour le sexe.

Numéro	Sexe	Pays	SVL	Cœur	Gamètes	Gras	Foie	Intestins	Poumons	Reins
1	1	0	66,68	0,3406	0,0863	3,2005	1,8273	1,4891	0,3368	0,2472
2	0	0	80,50	0,5345	9,1136	1,2796	2,4273	1,6250	0,3372	0,5577
3	1	0	65,12	0,3278	0,0556	1,2070	1,3564	1,0813	0,1762	0,0783
4	0	0	83,76	1,5685	5,5796	1,1890	2,0877	8,5975	0,3782	0,9073
5	1	0	66,29	1,1541	0,1177	3,7179	2,2159	2,0849	0,5433	0,3264
6	0	0	71,66	0,3897	1,8564	0,7056	0,9944	2,4274	0,2064	0,2492
7	0	0	79,96	0,5095	0,7421	0,0000	0,6022	9,4866	0,4109	0,2600
8	1	0	69,56	1,0600	0,1065	0,4155	1,4144	1,7040	0,5840	0,3371
9	0	0	90,47	0,7361	4,4866	0,0000	2,0496	10,7733	1,0672	0,6133
10	0	0	76,07	0,7094	1,9522	0,0000	0,9549	1,8131	0,3844	0,4719
11	1	0	68,35	0,4249	0,2014	0,0723	2,3067	1,6868	0,4339	0,3152
12	0	0	91,91	0,7336	23,4489	0,7294	1,2652	1,9505	0,3767	0,5142
13	1	0	65,94	0,5114	0,0569	1,0427	1,2980	1,1422	0,2550	0,2050
14	1	0	80,07	1,5211	0,1523	4,5023	2,4482	1,4699	0,8770	0,7784
15	0	0	74,05	0,7980	12,1315	1,0184	2,1150	3,1146	0,5943	0,9046
16	0	0	87,44	0,9265	3,1594	1,2032	2,0729	4,3616	0,3496	0,4714
17	1	0	72,96	1,1507	0,0967	3,5279	2,0355	1,0400	0,5812	0,5253
18	0	0	75,96	0,9488	5,2714	0,5448	1,7405	7,4925	0,3087	0,5098
19	0	0	87,48	0,6918	10,0170	1,9751	4,7080	4,3525	0,5680	0,6155
20	1	0	74,06	0,9707	0,1520	0,2680	1,4073	1,6250	0,6205	0,3364
21	1	0	66,28	0,6433	0,0870	2,9493	1,9611	1,2277	0,5514	0,3694
22	0	0	64,50	0,6012	2,2438	0,8730	1,0348	0,8220	0,2463	0,2030
23	0	0	67,75	0,4315	0,5352	0,7141	0,7584	2,0541	0,1833	0,3448
24	0	0	85,38	1,0121	7,0065	1,2900	3,1986	2,3869	0,5344	0,5133
25	0	0	63,91	0,3916	0,3579	0,0716	0,9847	1,8743	0,2034	0,1870
26	1	0	55,20	0,3169	0,0459	0,9545	0,5630	1,0750	0,2918	0,1035
27	0	0	56,94	0,3142	0,2466	0,7676	0,7996	1,7566	0,1269	0,2015
28	0	0	77,79	0,6393	0,5904	0,0000	1,2240	2,5263	0,3056	0,2909
29	1	0	66,69	0,3000	0,0640	0,0000	0,7633	2,0587	0,2288	0,1111
30	1	0	62,49	0,4432	0,0497	0,6462	1,0158	1,9980	0,5198	0,2273
31	1	0	79,57	1,2446	0,1098	4,0223	2,9621	1,9447	0,6519	0,4280
32	1	0	66,18	0,4168	0,0760	0,6311	0,8014	1,6724	0,4288	0,2193
33	0	0	93,87	1,1812	7,3269	0,0000	1,6533	3,6505	0,4757	0,6400
34	1	0	54,22	0,2448	0,0070	0,3388	0,5218	1,4986	0,1483	0,0795
35	1	0	72,03	0,5065	0,0644	0,2955	0,8829	1,6202	0,4330	0,0959
36	1	0	73,73	0,3495	0,1142	0,7821	1,0960	1,6100	0,2824	0,2295
37	1	0	60,38	0,2762	0,0297	0,3769	0,6269	1,5523	0,3005	0,0848
38	0	0	97,03	0,9906	1,7150	0,0000	3,1082	5,7885	0,7100	0,5343
39	0	0	73,37	0,7203	1,2484	0,2455	1,0852	1,4952	0,6403	0,3246
40	1	0	54,41	0,2422	0,0299	0,1302	0,5301	0,4496	0,1416	0,1090
P1	0	1	91,58	1,8000	13,0000	6,0000	3,0000	2,0000	0,8500	0,8000
P18	0	1	64,26	0,3600	1,0000	0,6000	0,8500	0,7000	0,2500	0,2700

P11	0	1	90,12	1,2200	8,0000	0,0000	2,0000	2,0000	0,9000	0,6000
P15	0	1	77,05	0,9700	7,0000	1,8500	2,6100	1,9000	0,7100	0,5700
P16	0	1	116,97	3,3600	36,0000	9,0000	6,2500	4,0000	1,6800	1,1100
C46	0	1	73,35	0,6300	0,5000	1,3000	2,3100	1,7700	0,4500	0,4100
C23	0	1	102,60	1,3100	12,0000	0,2600	5,0000	3,0000	0,7200	0,7800
C14	0	1	89,20	0,8300	2,1500	0,5800	2,4300	3,7300	0,4400	0,6300
C8	0	1	107,98	1,1500	13,0000	0,0000	3,8800	3,8000	1,2300	0,9500
C9	0	1	65,00	0,4800	0,5800	1,3500	1,7800	1,1500	0,3300	0,3200
P9	1	1	71,35	0,6500	0,1100	0,1900	1,3700	1,2900	0,5500	0,4100
P8	1	1	62,40	0,3900	0,0800	0,5300	0,5700	0,5400	0,1700	0,2500
P12	1	1	71,13	0,7400	0,0900	2,2700	1,1200	0,9000	0,4100	0,3600
P14	1	1	77,42	1,0500	0,1500	0,9800	2,3400	1,1200	0,3500	0,6100
P25	1	1	54,06	0,2900	0,0400	0,7600	0,4800	0,4400	0,2200	0,1800
C11	1	1	73,66	0,5800	0,0900	1,5900	2,3800	1,2000	0,3100	0,4800
C27	1	1	73,00	0,7200	0,0400	1,9000	7,9700	0,6800	0,3000	0,3700
C29	1	1	69,11	0,6700	0,1200	2,0000	2,7400	0,9300	0,3700	0,4000
C44	1	1	67,08	0,5000	0,0300	1,2300	1,1300	1,2100	0,3500	0,3200
C45	1	1	64,54	0,6300	0,0500	1,6000	1,7100	1,2000	0,4700	0,3800
P2	0	1	79,20	0,6951	3,6357	0,9278	1,6411	1,5811	0,2882	0,5540
C38	1	1	77,38	0,6828	0,1303	1,8230	2,1121	1,2600	0,4045	0,3886
P17	1	1	61,48	0,3004	0,0742	1,1140	0,5703	0,6690	0,1170	0,1630
P29	1	1	60,52	0,2760	0,0510	0,2446	0,9247	0,8570	0,1632	0,2830
C26	0	1	116,21	1,1123	13,6320	0,3914	4,0010	3,2310	0,5790	0,6412
P27	0	1	75,48	0,5696	4,1700	2,2061	1,2782	1,1586	0,2347	0,2692
C15	0	1	72,16	0,5569	2,2790	0,6908	1,8280	2,0080	0,2365	0,3820
C6	1	1	72,64	0,5295	0,0757	0,8562	1,6005	0,7879	0,3074	0,2765
C12	0	1	78,89	0,6290	3,6015	0,5850	1,9025	1,6120	0,1725	0,4223
C13	1	1	72,30	0,6300	0,1070	1,3200	2,2180	1,1813	0,2513	0,3360
P7	0	1	84,97	0,8903	10,0920	0,6817	2,1010	2,1240	0,2864	0,4866
P10	1	1	57,84	0,2118	0,0720	0,7690	0,5810	0,5025	0,0905	0,2000

Annexe 4 : : Données brutes obtenues pour la masse des muscles, avec les valeurs en grammes, 0 correspondant au Portugal et 1 à la France pour le pays et 0 correspondant aux femelles et 1 aux mâles pour le sexe.

Numéro	Sexe	Pays	SVL	Coccygeosacralis	Coccygeoiliacus	Iliacus externus	Tensor fasciae latae	Iliacus internus	Cruralis	Glutaeus maximus
1	1	0	66,68	0,0636	0,0957	0,4026	0,0402	0,0324	0,4100	0,2186
2	0	0	80,5	0,0597	0,1297	0,5814	0,0354	0,0358	0,4056	0,2699
3	1	0	65,12	0,0413	0,0633	0,3230	0,0326	0,0242	0,3416	0,2051
4	0	0	83,76	0,1098	0,1827	0,0101	0,0720	0,0650	0,6502	0,3979
5	1	0	66,29	0,1207	0,1228	0,8817	0,0745	0,0734	0,6848	0,4350
6	0	0	71,66	0,0968	0,1125	0,6091	0,0470	0,0436	0,4085	0,2483
7	0	0	79,96	0,1040	0,1591	0,5758	0,0652	0,0462	0,5167	0,2794
8	1	0	69,56	0,1352	0,1837	0,9207	0,1000	0,1500	0,7615	0,4609
9	0	0	90,47	0,4166	0,3503	1,5106	0,0850	0,1175	1,1657	0,7220
10	0	0	76,07	0,1753	0,2682	0,9031	0,0570	0,0567	0,7492	0,4196
11	1	0	68,35	0,0663	0,1425	0,8952	0,0607	0,0566	0,8045	0,4834
12	0	0	91,91	0,2590	0,3180	1,1232	0,0662	0,0847	0,9000	0,4557
13	1	0	65,94	0,1080	0,1978	0,8713	0,0580	0,0502	0,6038	0,3536
14	1	0	80,07	0,1480	0,2190	1,0967	0,1093	0,0961	0,9194	0,5407
15	0	0	74,05	0,2114	0,2362	1,0848	0,0698	0,0594	0,9700	0,4670
16	0	0	87,44	0,1444	0,1762	0,9410	0,0591	0,0570	0,6363	0,3870
17	1	0	72,96	0,1580	0,2092	1,0088	0,0957	0,0679	0,7400	0,3981
18	0	0	75,96	0,1824	0,1611	0,8520	0,0587	0,0404	0,6218	0,3494
19	0	0	87,48	0,2933	0,3267	1,4212	0,1173	0,1057	1,0923	0,6130
20	1	0	74,06	0,1010	0,2000	0,8497	0,0786	0,0650	0,7663	0,2280
21	1	0	66,28	0,1398	0,1592	0,7092	0,0960	0,0758	0,6990	0,3490
22	0	0	64,5	0,1000	0,1268	0,5256	0,0454	0,0434	0,5303	0,2936
23	0	0	67,75	0,0932	0,1130	0,5446	0,0584	0,0374	0,5338	0,2716
24	0	0	85,38	0,2694	0,2317	1,0213	0,0827	0,0763	0,8810	0,4697
25	0	0	63,91	0,0814	0,1195	0,3735	0,0381	0,0255	0,4249	0,1890
26	1	0	55,2	0,0805	0,0752	0,3810	0,0348	0,0329	0,3316	0,1890
27	0	0	56,94	0,0700	0,0790	0,3567	0,0240	0,0263	0,2992	0,1700
28	0	0	77,79	0,1525	0,2029	0,8620	0,0514	0,0497	0,7677	0,3760
29	1	0	66,69	0,1057	0,0985	0,4904	0,0265	0,0247	0,4700	0,2396
30	1	0	62,49	0,1000	0,1099	0,5990	0,0476	0,0360	0,4856	0,2376
31	1	0	79,57	0,2215	0,2352	1,0308	0,0737	0,0562	0,7494	0,4634
32	1	0	66,18	0,1212	0,1614	0,6022	0,0525	0,0443	0,4933	0,2968
33	0	0	93,87	0,2000	0,3333	1,4030	0,0974	0,0777	1,0802	0,5144
34	1	0	54,22	0,0644	0,0564	0,3292	0,0322	0,0243	0,3159	0,1856
35	1	0	72,03	0,0858	0,1499	0,5793	0,0682	0,0377	0,5374	0,2735
36	1	0	73,73	0,1400	0,1940	0,6800	0,0622	0,0370	0,6121	0,3070
37	1	0	60,38	0,0858	0,1135	0,4610	0,0557	0,0245	0,3618	0,2273
38	0	0	97,03	0,2268	0,3130	1,2383	0,1178	0,0874	1,1388	0,5544
39	0	0	73,37	0,1062	0,1520	0,7146	0,0569	0,0553	0,5720	0,2785
40	1	0	54,41	0,0485	0,0821	0,3330	0,0279	0,0242	0,2490	0,1286

P1	0	1	91,58	0,1640	0,3200	1,4970	0,1180	0,1270	1,0600	0,7250
P18	0	1	64,26	0,0830	0,1350	0,5680	0,0420	0,0200	0,4550	0,2860
P11	0	1	90,12	0,1800	0,2330	0,9870	0,0720	0,0610	0,7580	0,4300
P15	0	1	77,05	0,1790	0,2130	0,8450	0,0490	0,0490	0,7260	0,4620
P16	0	1	116,97	0,3080	0,3910	2,0800	0,1430	0,1760	1,6760	0,9700
C46	0	1	73,35	0,1200	0,1700	0,6710	0,0420	0,0540	0,4020	0,3050
C23	0	1	102,6	0,2860	0,3930	1,4240	0,0840	0,0970	1,1000	0,6990
C14	0	1	89,2	0,1750	0,2420	0,9670	0,0720	0,0650	0,7760	0,4510
C8	0	1	107,98	0,2950	0,4510	1,6600	0,1080	0,0970	1,4240	0,8520
C9	0	1	65	0,0880	0,1440	0,5190	0,0300	0,0330	0,3950	0,2630
P9	1	1	71,35	0,1310	0,1770	0,8450	0,0590	0,0730	0,6300	0,4370
P8	1	1	62,4	0,0640	0,0700	0,4980	0,0420	0,0330	0,3930	0,2460
P12	1	1	71,13	0,1200	0,1960	0,8600	0,0500	0,0670	0,6500	0,4110
P14	1	1	77,42	0,1860	0,2090	0,8790	0,0740	0,0620	0,7080	0,4970
P25	1	1	54,06	0,0640	0,0670	0,3740	0,0320	0,0290	0,2730	0,1740
C11	1	1	73,66	0,1360	0,1370	0,6980	0,0430	0,0430	0,5860	0,3320
C27	1	1	73	0,1110	0,1490	0,7300	0,0480	0,0380	0,5630	0,3720
C29	1	1	69,11	0,1260	0,1470	0,6580	0,0560	0,0390	0,4850	0,3140
C44	1	1	67,08	0,0830	0,1270	0,5170	0,0420	0,0270	0,4050	0,2800
C45	1	1	64,54	0,1300	0,1380	0,5270	0,0480	0,0380	0,4600	0,3100
P2	0	1	79,2	0,1400	0,1784	0,9540	0,0811	0,0710	0,7780	0,4992
C38	1	1	77,38	0,0650	0,1057	0,5277	0,0435	0,0374	0,4254	0,2563
P17	1	1	61,48	0,1170	0,2160	1,0930	0,0916	0,0882	0,8670	0,5095
P29	1	1	60,52	0,1458	0,1390	0,5760	0,0475	0,0459	0,4570	0,2970
C26	0	1	116,21	0,3010	0,5370	1,6980	0,0920	0,1230	1,2700	0,7480
P27	0	1	75,48	0,1900	0,2619	0,8267	0,0565	0,0643	0,5614	0,3772
C15	0	1	72,16	0,1692	0,2130	0,8328	0,0508	0,0629	0,5801	0,3674
C6	1	1	72,64	0,0880	0,1707	0,6134	0,0359	0,0532	0,4793	0,3290
C12	0	1	78,89	0,1207	0,2020	0,7615	0,0525	0,0562	0,5730	0,3820
C13	1	1	72,3	0,0867	0,1532	0,6174	0,0500	0,0583	0,5418	0,3460
P7	0	1	84,97	0,1300	0,2055	0,7706	0,0336	0,0535	0,6168	0,3760
P10	1	1	57,84	0,6300	0,0987	0,4860	0,0373	0,0347	0,4455	0,2996

Numéro	Iliofemoralis	Adductor longus	Pectineus	Adductor magnus	Obturator externus	Obturator internus	Quadratus femoris	Gemellus
1	0,0084	0,0303	0,0214	0,1367	0,0031	0,0026	0,0111	0,0081
2	0,0102	0,0260	0,0120	0,1394	0,0079	0,0041	0,0102	0,0055
3	0,0085	0,0282	0,0202	0,1038	0,0066	0,0041	0,0048	0,0038
4	0,0219	0,0568	0,0398	0,2641	0,0184	0,0123	0,0079	0,0101
5	0,0202	0,0435	0,0136	0,2695	0,0173	0,0078	0,0076	0,0149
6	0,0112	0,0300	0,0283	0,1776	0,0111	0,0082	0,0067	0,0062
7	0,0268	0,0682	0,0410	0,1872	0,0252	0,0153	0,0087	0,0172
8	0,0268	0,0668	0,0342	0,3025	0,0217	0,0053	0,0070	0,0105
9	0,0385	0,1119	0,0686	0,4619	0,0290	0,0321	0,0110	0,0215
10	0,0152	0,0715	0,0420	0,3298	0,0166	0,0139	0,0160	0,0171
11	0,0205	0,0668	0,0607	0,2922	0,0187	0,0120	0,0113	0,0103

12	0,0325	0,0667	0,0558	0,3052	0,0212	0,0160	0,0094	0,0193
13	0,0211	0,0762	0,0370	0,2078	0,0139	0,0168	0,0045	0,0124
14	0,5407	0,0357	0,0943	0,0661	0,3452	0,0194	0,0135	0,0097
15	0,4670	0,0245	0,0526	0,0476	0,3281	0,0239	0,0189	0,0043
16	0,0179	0,0381	0,0384	0,2504	0,0145	0,0120	0,0060	0,0087
17	0,0218	0,0727	0,0545	0,2667	0,0156	0,0113	0,0068	0,0106
18	0,0191	0,0548	0,0321	0,2042	0,0140	0,0100	0,0066	0,0078
19	0,0415	0,1248	0,0718	0,3895	0,0260	0,0184	0,0102	0,0246
20	0,0243	0,0727	0,0481	0,3963	0,0190	0,0113	0,0129	0,0138
21	0,0186	0,0800	0,0448	0,2280	0,0155	0,0136	0,0065	0,0168
22	0,0094	0,0447	0,0286	0,1708	0,0094	0,0090	0,0050	0,0072
23	0,0119	0,0422	0,0269	0,1770	0,0116	0,0083	0,0062	0,0070
24	0,0215	0,0740	0,0524	0,3104	0,0191	0,0117	0,0090	0,0182
25	0,0091	0,0352	0,0213	0,1554	0,0096	0,0064	0,0044	0,0048
26	0,0073	0,0209	0,0250	0,1106	0,0044	0,0046	0,0035	0,0060
27	0,0083	0,0240	0,0160	0,1152	0,0062	0,0040	0,0020	0,0024
28	0,0055	0,0774	0,0348	0,2819	0,0219	0,0113	0,0070	0,0070
29	0,0057	0,0341	0,0317	0,1449	0,0140	0,0089	0,0036	0,0052
30	0,0157	0,0432	0,0302	0,1472	0,0105	0,0089	0,0049	0,0067
31	0,0192	0,0964	0,0466	0,2372	0,0183	0,0151	0,0067	0,0136
32	0,0181	0,0692	0,0372	0,1853	0,0100	0,0062	0,0084	0,0105
33	0,0300	0,0898	0,0829	0,3615	0,0254	0,0203	0,0114	0,0231
34	0,0055	0,0277	0,0093	0,1242	0,0057	0,0028	0,0018	0,0017
35	0,0141	0,0346	0,0398	0,2248	0,0155	0,0102	0,0048	0,0063
36	0,0166	0,0640	0,0354	0,1849	0,0108	0,0095	0,0074	0,0075
37	0,0099	0,0280	0,0237	0,1463	0,0089	0,0047	0,0061	0,0042
38	0,0356	0,1117	0,1098	0,3794	0,0439	0,0211	0,0116	0,0301
39	0,0187	0,0567	0,0537	0,2288	0,0136	0,0109	0,0073	0,0149
40	0,0025	0,0260	0,0153	0,0948	0,0064	0,0047	0,0032	0,0055
P1	0,0420	0,1250	0,0600	0,3750	0,0370	0,0220	0,0120	0,0060
P18	0,0550	0,0560	0,0140	0,1610	0,0070	0,0047	0,0010	0,0047
P11	0,0260	0,0920	0,0250	0,3320	0,0270	0,0150	0,0290	0,0110
P15	0,0130	0,0750	0,0400	0,2990	0,0090	0,0060	0,0130	0,0110
P16	0,1330	0,1450	0,0300	0,6730	0,0250	0,0120	0,0300	0,0500
C46	0,0130	0,0490	0,0200	0,1860	0,0060	0,0080	0,0130	0,0060
C23	0,0430	0,1500	0,0370	0,4040	0,0210	0,0180	0,0180	0,0220
C14	0,0200	0,0730	0,0300	0,2740	0,0170	0,0160	0,0220	0,0130
C8	0,0270	0,1420	0,0800	0,5390	0,0247	0,0160	0,0210	0,0180
C9	0,0120	0,0440	0,0139	0,1700	0,0060	0,0050	0,0050	0,0050
P9	0,0200	0,0630	0,0270	0,2720	0,0110	0,0200	0,0160	0,0100
P8	0,0130	0,0410	0,0290	0,1540	0,0080	0,0020	0,0100	0,0080
P12	0,0220	0,0700	0,0210	0,2670	0,0120	0,0130	0,0150	0,0130
P14	0,0300	0,0820	0,0340	0,2570	0,0190	0,0140	0,0120	0,0130
P25	0,0050	0,0320	0,0110	0,1160	0,0010	0,0050	0,0060	0,0030
C11	0,0150	0,0640	0,0300	0,2240	0,0070	0,0120	0,0150	0,0090
C27	0,0150	0,0570	0,0200	0,2020	0,0120	0,0120	0,0100	0,0100

C29	0,0170	0,0500	0,0310	0,2100	0,0090	0,0040	0,0120	0,0050
C44	0,0090	0,0280	0,0190	0,1690	0,0060	0,0120	0,0100	0,0050
C45	0,0138	0,0500	0,0120	0,1990	0,0090	0,0090	0,0100	0,0060
P2	0,0167	0,0682	0,0471	0,2890	0,0061	0,0165	0,0138	0,0117
C38	0,0678	0,0423	0,0274	0,1604	0,0067	0,0350	0,0008	0,0720
P17	0,0260	0,0743	0,0523	0,3397	0,0146	0,0060	0,0160	0,0130
P29	0,0035	0,0571	0,0233	0,1878	0,0139	0,0030	0,0126	0,0102
C26	0,0380	0,1743	0,0747	0,4890	0,0710	0,0710	0,0230	0,0160
P27	0,0198	0,0972	0,0424	0,2527	0,0085	0,0047	0,0095	0,0124
C15	0,0163	0,0595	0,0365	0,2528	0,1450	0,0096	0,0048	0,0079
C6	0,0128	0,0590	0,0275	0,2041	0,0161	0,0080	0,0065	0,0070
C12	0,0148	0,0558	0,0292	0,2471	0,0780	0,0086	0,0075	0,0067
C13	0,0180	0,0747	0,0328	0,2180	0,0060	0,0136	0,0086	0,0124
P7	0,0143	0,0656	0,0453	0,2648	0,0027	0,0152	0,0063	0,0121
P10	0,0083	0,0332	0,0171	0,1773	0,0040	0,0056	0,0052	0,0060

Numéro	Semimembranosus	Semitendinosus	Gracilis major	Gracilis minor	Iliofibularis	Sartorius	Gastrocnemius
1	0,1523	0,3189	0,0827	0,0231	0,0503	0,2643	0,7941
2	0,2081	0,2480	0,0296	0,0387	0,0422	0,2814	0,7229
3	0,1228	0,2083	0,0305	0,0227	0,0343	0,1826	0,5249
4	0,4809	0,3961	0,1738	0,0521	0,1013	0,4963	1,1530
5	0,3243	0,5346	0,1664	0,0482	0,0939	0,4714	1,1563
6	0,2869	0,3316	0,0938	0,0344	0,0538	0,3348	0,6079
7	0,2133	0,4160	0,1309	0,0373	0,0668	0,3668	0,8115
8	0,3442	0,6310	0,1327	0,0830	0,1115	0,5090	1,3251
9	0,5243	0,9434	0,2716	0,1041	0,1412	0,8287	1,7887
10	0,4399	0,6248	0,1240	0,0500	0,1105	0,5481	1,0663
11	0,3411	0,5720	0,1445	0,0595	0,0818	0,6353	1,3387
12	0,3585	0,5893	0,1887	0,0661	0,0855	0,6355	1,2260
13	0,2224	0,4429	0,1920	0,0397	0,0773	0,3577	1,1446
14	0,0202	0,3818	0,6588	0,1732	0,0884	0,1131	0,6270
15	0,0158	0,3449	0,6856	0,2064	0,0770	0,1119	0,6353
16	0,2843	0,4590	0,1280	0,0390	0,0653	0,4388	0,9707
17	0,2864	0,5918	0,1723	0,0503	0,0933	0,5313	1,2170
18	0,2600	0,4255	0,1074	0,0446	0,0490	0,4302	0,8312
19	0,4373	0,7660	0,2370	0,0870	0,1067	0,6829	1,5618
20	0,2663	0,5065	0,2009	0,0505	0,0792	0,5438	1,1450
21	0,2600	0,4542	0,1466	0,0488	0,0730	0,4314	0,9807
22	0,2031	0,3925	0,0915	0,0310	0,0426	0,2949	0,7497
23	0,2460	0,3195	0,1043	0,0290	0,0579	0,2940	0,7664
24	0,2986	0,6110	0,2512	0,0737	0,0774	0,6740	1,2960
25	0,1632	0,2596	0,0880	0,0235	0,0423	0,2255	0,5277
26	0,1367	0,2337	0,0907	0,0212	0,0453	0,2063	0,5160
27	0,1302	0,2432	0,0570	0,0153	0,0354	0,1788	0,4232
28	0,3577	0,5368	0,1318	0,0310	0,0696	0,5053	1,1306
29	0,1828	0,3660	0,1042	0,0170	0,0517	0,2987	0,7795

30	0,1893	0,3136	0,0838	0,0316	0,0620	0,2865	0,6787
31	0,4149	0,5122	0,1095	0,0530	0,1037	0,5732	1,1429
32	0,1948	0,3469	0,1529	0,0437	0,0630	0,3227	0,7538
33	0,3813	0,2794	0,3120	0,0854	0,1082	1,1377	1,5285
34	0,1360	0,1786	0,0496	0,0132	0,0321	0,1862	0,3960
35	0,2194	0,4296	0,1240	0,0729	0,0266	0,3938	0,7790
36	0,2232	0,4183	0,1391	0,0385	0,0707	0,3884	0,9934
37	0,1915	0,2807	0,0633	0,0237	0,0486	0,2425	0,5864
38	0,4704	0,7302	0,2357	0,0835	0,1273	0,8384	1,6955
39	0,2879	0,4626	0,0966	0,0436	0,0684	0,4410	0,9326
40	0,1071	0,1711	0,0612	0,0236	0,0327	0,1426	0,4129
P1	0,5970	0,9730	1,0500	0,1120	0,1250	0,4250	1,7900
P18	0,1990	0,4030	0,0920	0,0550	0,1330	0,2210	0,7360
P11	0,3240	0,5820	0,2140	0,0650	0,0870	0,5640	1,4840
P15	0,3410	0,5110	0,1630	0,0600	0,0800	0,5730	1,1600
P16	0,6020	1,2750	0,3700	0,0600	0,1926	1,1120	3,1500
C46	0,2220	0,4570	0,1010	0,0350	0,0510	0,4180	0,7162
C23	0,4990	0,8580	0,3030	0,0930	0,1350	0,9080	2,0250
C14	0,3580	0,6910	0,1950	0,0580	0,0760	0,6080	1,1660
C8	0,5690	1,1400	0,4750	0,0980	0,1360	0,9480	2,3000
C9	0,1890	0,3600	0,0740	0,0180	0,0400	0,2910	0,6750
P9	0,3530	0,5460	0,1400	0,0430	0,1030	0,4970	1,1600
P8	0,2080	0,2800	0,0870	0,0400	0,0480	0,2730	0,6960
P12	0,3670	0,5130	0,1580	0,0560	0,0640	0,4580	1,1200
P14	0,3780	0,7190	0,2170	0,0680	0,0970	0,6060	1,3970
P25	0,1580	0,2130	0,0580	0,0220	0,0360	0,1890	0,4970
C11	0,2760	0,5100	0,1630	0,0360	0,0600	0,4370	1,0105
C27	0,2550	0,4680	0,1450	0,0440	0,0750	0,3830	0,9290
C29	0,2460	0,5000	0,1220	0,0040	0,0620	0,4010	0,8960
C44	0,2080	0,3830	0,1210	0,0260	0,0490	0,3480	0,7180
C45	0,2310	0,4060	0,1030	0,0270	0,0580	0,3060	0,8080
P2	0,3923	0,5832	0,1468	0,0784	0,1131	0,5645	1,2917
C38	0,2156	0,3138	0,0825	0,0370	0,0080	0,3280	0,6550
P17	0,4160	0,7394	0,2060	0,0813	0,1160	0,5618	1,5546
P29	0,2565	0,3839	0,1249	0,0630	0,0672	0,3156	0,8110
C26	0,6160	0,9710	0,2640	0,0992	0,1400	0,9680	2,0800
P27	0,2839	0,4982	0,1375	0,0524	0,0800	0,4750	1,0194
C15	0,2958	0,4927	0,1343	0,0420	0,0520	0,4590	0,9845
C6	0,2492	0,3860	0,0901	0,0295	0,0487	0,3640	0,8390
C12	0,3990	0,5262	0,0824	0,0388	0,0652	0,4670	1,0395
C13	0,2295	0,4960	0,1552	0,0383	0,0646	0,4040	1,0370
P7	0,3456	0,4615	0,1375	0,0702	0,0698	0,4519	1,0645
P10	0,1860	0,3940	0,1328	0,0253	0,0526	0,3275	0,7112

Numéro	Extensor cruris	Tibialis anticus	Tibialis posticus	Peroneus	Flexor tarsi anterior	Flexor tarsi posterior
1	0,1523	0,1439	0,0366	0,0951	0,0049	0,0484
2	0,1030	0,1502	0,0366	0,0925	0,0071	0,0461
3	0,0929	0,0886	0,0254	0,0566	0,0061	0,0294
4	0,2466	0,2316	0,0766	0,1504	0,0115	0,0950
5	0,1991	0,2484	0,0771	0,1426	0,0022	0,0743
6	0,1216	0,1478	0,0510	0,0958	0,0049	0,0614
7	0,2439	0,2034	0,0700	0,1214	0,0091	0,0669
8	0,2677	0,3218	0,1031	0,1823	0,0153	0,1426
9	0,3725	0,4530	0,1441	0,2530	0,0134	0,1796
10	0,2130	0,2449	0,1054	0,1574	0,0026	0,0802
11	0,2293	0,2444	0,0789	0,1641	0,0087	0,1149
12	0,2471	0,2245	0,0802	0,1472	0,0081	0,1078
13	0,1640	0,2066	0,0907	0,1300	0,0108	0,0870
14	1,4388	0,2747	0,3960	0,0869	0,2096	0,1526
15	1,2710	0,2797	0,2658	0,0953	0,2070	0,1388
16	0,2368	0,1906	0,0676	0,1556	0,0092	0,0827
17	0,2040	0,2424	0,0746	0,1784	0,0076	0,1045
18	0,2088	0,2010	0,0635	0,1200	0,0078	0,0746
19	0,2236	0,3396	0,1105	0,3165	0,0132	0,1085
20	0,1497	0,2222	0,0660	0,2310	0,0107	0,0907
21	0,1600	0,1987	0,0743	0,1876	0,0065	0,0950
22	0,1467	0,1488	0,0470	0,1000	0,0016	0,0565
23	0,1508	0,1461	0,0650	0,1209	0,0050	0,0592
24	0,2603	0,2942	0,0970	0,1978	0,0144	0,1034
25	0,1170	0,1114	0,0404	0,0811	0,0041	0,0436
26	0,1111	0,1158	0,0404	0,0836	0,0040	0,0434
27	0,1010	0,0966	0,0260	0,0725	0,0035	0,0499
28	0,1688	0,2017	0,0943	0,2160	0,0072	0,0966
29	0,1292	0,1302	0,0579	0,1515	0,0029	0,0650
30	0,1496	0,1412	0,0426	0,0958	0,0062	0,0536
31	0,1919	0,2317	0,0530	0,1600	0,0047	0,0832
32	0,1616	0,1763	0,0532	0,1097	0,0063	0,0893
33	0,3300	0,2815	0,1120	0,2500	0,0093	0,1190
34	0,0733	0,0784	0,0300	0,0616	0,0019	0,0232
35	0,1608	0,1932	0,0747	0,1295	0,0060	0,0724
36	0,1732	0,2062	0,0767	0,1474	0,0092	0,0728
37	0,1305	0,1358	0,0458	0,1094	0,0039	0,0562
38	0,3422	0,3253	0,1471	0,2482	0,0154	0,1114
39	0,2070	0,1742	0,0631	0,1394	0,0059	0,0741
40	0,0702	0,0888	0,0241	0,0554	0,0032	0,0278
P1	0,1060	0,4400	0,2950	0,2480	0,0120	0,1890
P18	0,1340	0,1640	0,0500	0,1170	0,0030	0,0700
P11	0,2730	0,2390	0,0800	0,2410	0,0100	0,1110
P15	0,2010	0,2210	0,0600	0,1620	0,0060	0,1040
P16	0,5550	0,5810	0,1750	0,3820	0,0190	0,2340

C46	0,1330	0,1750	0,0440	0,1070	0,0080	0,0680
C23	0,3560	0,3980	0,1030	0,2780	0,0150	0,1524
C14	0,2390	0,3360	0,0780	0,1970	0,0080	0,1310
C8	0,4230	0,3990	0,1180	0,3180	0,0150	0,1435
C9	0,1360	0,1630	0,0400	0,1140	0,0060	0,0530
P9	0,2650	0,2770	0,0980	0,1930	0,0110	0,1150
P8	0,1240	0,1500	0,0430	0,1000	0,0040	0,0640
P12	0,2390	0,2240	0,0890	0,1270	0,0150	0,0940
P14	0,2520	0,3270	0,0800	0,2190	0,0140	0,1220
P25	0,0770	0,1120	0,0330	0,0720	0,0030	0,0440
C11	0,1750	0,2170	0,0680	0,1410	0,0060	0,0670
C27	0,1840	0,2270	0,0570	0,1330	0,0090	0,0750
C29	0,1780	0,2000	0,0610	0,1190	0,0050	0,0700
C44	0,1540	0,1670	0,0530	0,1040	0,0020	0,0600
C45	0,1590	0,1670	0,0470	0,1340	0,0060	0,0600
P2	0,2180	0,2567	0,0800	0,1844	0,0088	0,1049
C38	0,1290	0,1578	0,0390	0,1042	0,0052	0,0570
P17	0,2826	0,3411	0,1005	0,2091	0,0141	0,1218
P29	0,1049	0,1770	0,0614	0,1128	0,0391	0,0760
C26	0,3860	0,4540	0,1170	0,2880	0,0190	0,1710
P27	0,2030	0,2425	0,0702	0,1686	0,0830	0,0954
C15	0,2123	0,2034	0,0602	0,1520	0,0090	0,0745
C6	0,1527	0,2095	0,0517	0,1277	0,0060	0,0630
C12	0,1772	0,2303	0,0516	0,1451	0,0080	0,0935
C13	0,1930	0,2253	0,0680	0,1305	0,0082	0,0839
P7	0,1928	0,2023	0,0735	0,1417	0,0084	0,0833
P10	0,1194	0,1807	0,0426	0,1175	0,0038	0,0588



POLYTECH[®]
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Julie ORPEL
2017-2018

Analyse morphologique d'une espèce invasive, *Xenopus laevis* : Comparaison de populations ayant colonisé différents habitats

Résumé :

Les espèces invasives sont aujourd'hui au cœur des problématiques environnementales. Souvent à l'origine de la destruction d'une partie plus ou moins importante des écosystèmes qu'elles colonisent, elles font l'objet de programmes visant à limiter leur expansion. Le Xénope Lisse (*Xenopus laevis*) constitue une de ces espèces. Cet amphibien peut coloniser de nombreux milieux parfois même très différents les uns des autres.

Afin de mieux gérer les populations de Xénopes, le Museum National d'Histoire Naturelle, dans le cadre du projet ERANET invaxen, s'est attaché à comprendre leurs mécanismes d'adaptation. Des dissections ont donc été réalisées sur deux populations d'amphibiens : l'une en France où il vit dans des eaux stagnantes, et l'autre au Portugal où il colonise des eaux courantes ou des milieux complètement artificialisés ; dans le but de comparer l'anatomie des individus.

Dans ce rapport, il est donc question de présenter les données obtenues concernant les mesures morphologiques, la masse des organes et des muscles de chaque individu des deux populations, puis de les analyser. Cela a permis de mettre en évidence des différences entre les individus du Portugal et de la France ainsi qu'entre les sexes, différences anatomiques pour lesquelles des pistes d'explications ont été proposées.

Mots Clés :

Xenopus laevis, morphologie, organes, développement musculaire, espèce invasive

Museum National d'Histoire Naturelle
57 rue Cuvier, 75005 Paris

Tuteur entreprise :
Anthony HERREL
Directeur de recherche

Tuteur académique :
Sabine GREULICH