

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR
MARC LEVASSEUR

DÉMOGRAPHIE COMPARÉE
DES FORMES À DOS ROUGE ET À DOS DE PLOMB
DE LA SALAMANDRE RAYÉE (*PLETHODON CINEREUS*)

AVRIL 2003

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

RÉSUMÉ

Les deux principales formes de la salamandre rayée (*Plethodon cinereus*) sont rencontrées sur l'ensemble de son aire de distribution mais dans des proportions très variables. Les populations monomorphes de la forme à dos rouge semblent être continues dans toute l'aire de répartition tandis que les populations à fréquence élevée d'individus à dos de plomb sont plutôt disjointes. Les distributions très différentes de ces deux formes dans l'aire géographique de l'espèce pourraient être le résultat d'un niveau de tolérance très différent à la température et/ou à la sécheresse, la forme à dos rouge étant la plus tolérante aux basses températures et la plus généralement associée aux populations de hautes latitudes et altitudes. Selon Moreno (1989), le taux métabolique standard de la forme à dos de plomb serait significativement plus faible à 15°C que celui de la forme à dos rouge, ce qui lui permettrait de mieux supporter les températures élevées et expliquerait pourquoi elle est plus généralement rencontrée dans les populations de basses altitudes et latitudes. Sa tolérance à des températures élevées lui permettrait d'être plus active à ces températures et favoriserait une prise alimentaire accrue. Cet avantage devrait se refléter dans la croissance et/ou les caractéristiques de reproduction de cette forme. La forme à dos de plomb serait aussi moins tolérante aux basses températures, ce qui provoquerait son retrait plus hâtif sous le sol à l'automne. Les études indiquent que la salamandre rayée a une reproduction annuelle ou biennale selon les populations, cette dernière s'observant davantage plus au nord de l'aire de répartition. La durée de la saison de croissance aurait un impact sur la fréquence de l'oviposition.

Les objectifs de notre étude sont de préciser le cycle d'activité et l'abondance des deux formes de la salamandre rayée au nord de son aire de distribution, d'appliquer pour la première fois la squelettochronologie à une espèce du genre *Plethodon* afin de comparer les structures d'âge, la longévité et les courbes de croissance entre les diverses populations et formes de l'espèce et, enfin, de décrire et de comparer les caractéristiques de reproduction entre les formes et les diverses populations. Les populations de *P. cinereus* de notre étude proviennent de la réserve faunique de Mastigouche (RMAS; stations 1 à 4) où la forme à dos rouge est majoritairement présente et de l'île Perrot (IPER; station 5) où les deux formes sont présentes dans des proportions à peu près égales. Divers paramètres démographiques (structure d'âge, longévité, croissance) de ces populations ont été étudiés à l'aide de la méthode squelettochronologique de détermination de l'âge effectuée sur des coupes histologiques d'humérus de *P. cinereus*.

Dans la RMAS, les captures se sont déroulées entre mai et novembre 1997 mais très peu sont survenues entre juillet et août, la majorité des individus ayant été capturés en octobre. À l'île Perrot, l'échantillonnage s'est limité aux mois de mai, septembre, octobre et novembre 1998. Les longueurs museau-cloaque (LMC) maximales observées (54 et 55 mm, aux stations 1 et 2 respectivement) correspondent à ce qui est rapporté dans la littérature. Les distributions de fréquence de taille et les tailles moyennes diffèrent peu entre les sexes et entre les stations pour chacun des sexes (immatures et adultes confondus), à l'exception des mâles de la station 4 qui diffèrent significativement des stations 2 et 5 (forme à dos rouge). Les distributions de fréquence de taille et les tailles moyennes des jeunes de l'année de la RMAS

et de l'IPER sont nettement différentes (14.9 et 18.0 mm respectivement). La saison de croissance plus longue pourrait expliquer ce résultat. Nos observations indiquent que la forme à dos de plomb ne se retire pas plus tôt que la forme à dos rouge sous le sol à l'automne.

Bien que la méthode squelettochronologique soit plus difficile d'application chez les Pléthodontidés, nous avons déterminé l'âge de 542 salamandres rayées de la RMAS et de l'IPER. L'étude des coupes histologiques d'humérus de *P. cinereus* a démontré que les lignes d'arrêt de croissance (LAC) sont parfois pâles et se confondent avec l'os lamellaire du périoste ce qui rend l'estimation de l'âge quelquefois difficile. La résorption endostéale est très faible. Un individu de 9 ans (mâle) et deux de 8 ans (femelles) ont été observés et sont les spécimens les plus âgés de notre étude. La longévité de *P. cinereus* est plus généralement de 7 ans. Les LMC moyennes, les âges moyens et les structures d'âge diffèrent significativement entre les sexes à la faveur des mâles, à la station 5 (formes réunies). Cette situation s'explique par l'absence de plusieurs femelles ovigères à la surface du sol au moment de l'échantillonnage (printemps), ce qui sous-estime la taille et l'âge moyens de ce groupe à l'IPER. L'âge modal des mâles et des femelles de la station 4 se situent à 2 ans, tandis qu'il est à 3 ou 4 ans aux autres stations. La majorité des différences significatives observées de la structure d'âge et de l'âge moyen implique la station 4 qui possède les âges moyens les plus faibles (femelles et mâles) parmi l'ensemble des stations. Les courbes de croissance (von Bertalanffy) sont relativement semblables entre les sexes à toutes les stations, ce qui indique que le dimorphisme sexuel est peu marqué chez la salamandre rayée. Les modèles de croissance calculés pour chaque station ne suivent pas toujours bien les valeurs observées. Les femelles de la

station 4 ont un taux de croissance supérieur aux femelles des autres stations, au moins jusqu'à 3 ans. Nos résultats indiquent que les courbes de croissance des deux formes de la salamandre rayée sont très semblables.

L'analyse des caractéristiques de reproduction a démontré que la taille et l'âge à maturité ne diffèrent pas entre les populations chez les mâles. Des différences importantes ont cependant été observées chez les femelles. Celles de la station 5 déposent leurs œufs un an plus tôt (à 5 ou 6 ans) que les femelles de la station 2 (à 6 ou 7 ans). Cette différence pourrait être attribuable à la saison de croissance annuelle plus longue à l'IPER. Le nombre moyen de follicules matures chez les femelles de la station 4 est significativement plus élevé que ceux des autres stations mais la taille moyenne des follicules ne diffère pas significativement entre les stations. La capture d'une femelle ovigère de 3 ans à la station 4 est difficile à analyser, les autres femelles ovigères de la station étant âgées de 6 ou 7 ans comme à la station 2. Cependant, les résultats très différents obtenus à cette station (âge modal à 2 ans, longévité réduite, taux de croissance supérieur jusqu'à 3 ans, sexe-ratio nettement à la faveur des femelles) nous portent à croire que cette population pourrait atteindre la maturité sexuelle plus tôt que les autres populations étudiées. L'habitat qui abrite cette population diffère des autres stations étudiées par sa composition floristique ce qui pourrait être à l'origine de la structure démographique particulière observée à cet endroit. Ces différences peuvent être attribuées à certaines variations locales des facteurs biotiques et abiotiques qui affectent la croissance, la survie et le succès reproducteur. Enfin, nos résultats indiquent que la salamandre rayée a une reproduction biennale.

REMERCIEMENTS

Plusieurs personnes que je désire remercier ont contribué à mener à terme ce travail. J'aimerais d'abord remercier Mme Valérie Larose et M. Sébastien Bolté pour leur assistance technique sur le terrain et en laboratoire. Le Dr Antoine Aubin a fourni de précieux conseils lors de l'analyse des données. MM. Pierre Magnan et Alain Maire ont également apporté leurs soutiens technique et moral tout au long de mon cheminement universitaire de 2^{ème} cycle. Mes remerciements vont aussi au Dr Maria Helena Leclair pour son importante collaboration dans l'interprétation squelettochronologique des coupes histologiques et pour ses commentaires éclairés concernant les courbes de croissance. Enfin, j'aimerais remercier mon directeur de thèse, le Dr. Raymond Leclair Jr pour sa grande patience et son aide indispensable au cours de toutes les étapes de ce projet.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	i
REMERCIEMENTS	v
TABLE DES MATIÈRES	vi
Liste des tableaux	viii
Liste des figures	x
Liste des photographies	xvi
1.0 INTRODUCTION	1
2.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES	16
2.1 SITES D'ÉTUDE	16
2.1.1 Réserve Mastigouche	16
2.1.2 Île Perrot	17
2.2 ÉCHANTILLONNAGE	18
2.2.1 Réserve Mastigouche	19
2.2.2 Île Perrot	20
2.3 PRISE DE DONNÉES	21
2.4 SQUELETTOCHRONOLOGIE	23
2.5 TRAITEMENTS STATISTIQUES	25
3.0 RÉSULTATS	27
3.1 PÉRIODE D'ACTIVITÉ SAISONNIÈRE ET ABONDANCE	27
3.2 CARACTÉRISTIQUES DES ÉCHANTILLONS	29
3.2.1 Réserve Mastigouche	29
3.2.2 Île Perrot	31
3.2.3 Jeunes de l'année	33
3.2.4 Croissance	34

3.3 SQUELETTOCHRONOLOGIE	37
3.3.1 Histomorphologie	37
3.3.2 Structure d'âge	40
3.3.2.1 Réserve Mastigouche	40
3.3.2.2 Île Perrot	41
3.4 REPRODUCTION	44
3.4.1 Réserve Mastigouche	45
3.4.2 Île Perrot	50
3.4.3 Comparaisons intersexes et interstations	52
3.4.3.1 Longueur museau-cloaque	52
3.4.3.2 Structure d'âge	53
3.4.4 Sexe-ratio	55
3.4.5 Dimorphisme sexuel	55
4.0 DISCUSSION	56
4.1 PÉRIODE D'ACTIVITÉ ET ABONDANCE	56
4.2 APPLICABILITÉ DE LA MÉTHODE SQUELETTO- CHRONOLOGIQUE CHEZ <i>PLETHODON CINEREUS</i>	62
4.3 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES POPULATIONS	68
4.3.1 Tailles maximales et longévité	68
4.3.2 Caractéristiques de taille et d'âge	73
4.3.3 Courbes de croissance	76
4.4 REPRODUCTION	78
5.0 CONCLUSION	84
6.0 RÉFÉRENCES	86
ANNEXE I : TABLEAUX	96
ANNEXE II : FIGURES	113
ANNEXES III : PHOTOGRAPHIES	171

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Provenance et effectifs des salamandres rayées capturées dans la réserve Mastigouche et à l'Île Perrot	97
Tableau 2.	Données de la longueur museau-cloaque (LMC) mesurée chez les salamandres rayées capturées dans la réserve Mastigouche et à l'Île Perrot	98
Tableau 3.	Comparaisons intersexes et interstations de la longueur museau-cloaque (LMC) moyenne pour les salamandres rayées capturées dans la réserve Mastigouche et à l'Île Perrot	99
Tableau 4.	Résultats sommaires des tests de Chi-carré pour les distributions de fréquence des LMC des mâles, des femelles, entre les cinq stations et entre les sexes intrapopulations des cinq stations de capture de <i>P. cinereus</i>	100
Tableau 5.	Comparaisons entre les formes à dos rouge et à dos de plomb de la longueur museau-cloaque moyenne (LMC) et de l'âge moyen pour les salamandres rayées capturées à l'Île Perrot	101
Tableau 6.	Données sur l'âge des salamandres rayées capturées dans la réserve Mastigouche et à l'Île Perrot	102
Tableau 7.	Comparaisons intersexes et interstations de l'âge moyen pour les salamandres rayées capturées dans la réserve Mastigouche et à l'Île Perrot	103
Tableau 8.	Résultats sommaires des tests de Chi-carré pour les structures d'âge des mâles, des femelles, entre les cinq stations et entre les sexes intrapopulations des cinq stations de capture de <i>P. cinereus</i>	104
Tableau 9.	Caractéristiques de la croissance des salamandres rayées capturées dans la réserve Mastigouche (saison 1997) et à l'Île Perrot (printemps 1998), selon les paramètres du modèle de Bertalanffy	105

Tableau 10. Comparaisons intersexes et interstations de la longueur museau-cloaque (LMC) moyenne pour les salamandres rayées (immatures et adultes) capturées aux stations 2, 4 et 5	106
Tableau 11. Résultats sommaires des tests de Chi-carré pour les distributions de fréquence des LMC des mâles, des femelles et entre les sexes des immatures et des adultes pour les trois stations de capture de <i>P. cinereus</i> analysées pour les caractères de reproduction	106
Tableau 12. Comparaisons intersexes et interstations de l'âge moyen pour les salamandres rayées (immatures et adultes) capturées aux stations 2, 4 et 5	107
Tableau 13. Résultats sommaires des tests de Chi-carré pour les structures d'âge des mâles, des femelles et entre les sexes des immatures et des adultes pour les trois stations de capture de <i>P. cinereus</i> analysées pour les caractères de reproduction	107
Tableau 14. Sommaire de la taille et de l'âge à la maturité sexuelle (mâles) et au premier dépôt des œufs (femelles)	108
Tableau 15. Sommaire des caractéristiques de reproduction des salamandres rayées immatures et adultes des stations d'échantillonnage 2, 4 (réserve Mastigouche) et 5 (Île Perrot)	109
Tableau 16. Sommaire des caractéristiques de reproduction des salamandres rayées femelles matures ovigères des stations d'échantillonnage 2, 4 (réserve Mastigouche) et 5 (Île Perrot)	110
Tableau 17. Valeurs des sexes-ratios et des dimorphismes sexuels aux stations d'échantillonnage 2, 4 (réserve Mastigouche) et 5 (Île Perrot)	111
Tableau 18. Comparaison des longueurs museau-cloaque (LMC, en mm) de diverses populations de la salamandre rayée, <i>P. cinereus</i>	112

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Distribution de <i>Plethodon cinereus</i> en Amérique du Nord (Petranka, 1998)	114
Figure 2.	Localisation des sites d'étude; RMAS :réserve Mastigouche, IPER : Île Perrot	115
Figure 3.	Localisation des stations d'échantillonnage dans la réserve Mastigouche	116
Figure 4.	Distribution des captures de <i>Plethodon cinereus</i> à la station 1, dans la réserve Mastigouche (Québec), durant l'année 1997 (n = 200)	117
Figure 5.	Distribution des captures de <i>Plethodon cinereus</i> à la station 2, dans la réserve Mastigouche (Québec), durant l'année 1997 (n = 397)	118
Figure 6.	Distribution des captures de <i>Plethodon cinereus</i> à la station 3, dans la réserve Mastigouche (Québec), durant l'année 1997 (n = 71)	119
Figure 7.	Distribution des captures de <i>Plethodon cinereus</i> à la station 4, dans la réserve Mastigouche (Québec), durant l'année 1997 (n = 111)	120
Figure 8.	Température hebdomadaire du sol à l'automne 1998 au site de l'Île Perrot (A) et distribution de fréquence des captures de salamandres rayées (B)	121
Figure 9.	Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée provenant de la réserve Mastigouche (station 1), saison 1997	122
Figure 10.	Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée provenant de la réserve Mastigouche (station 2), saison 1997	123
Figure 11.	Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée provenant de la réserve Mastigouche (station 3), saison 1997	124

Figure 12. Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée provenant de la réserve Mastigouche (station 4), saison 1997	125
Figure 13. Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée (forme à dos rouge) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998	126
Figure 14. Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée (forme à dos de plomb) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998	127
Figure 15. Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée (formes à dos rouge et à dos de plomb regroupées selon le sexe) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998	128
Figure 16. Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée (femelles) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998	129
Figure 17. Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée (mâles) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998	130
Figure 18. Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée (mâles et femelles réunies) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998	131
Figure 19. Distribution des fréquences de taille des salamandres rayées juvéniles ($LMC \leq 25$ mm). A) Individus capturés dans la réserve Mastigouche à l'automne 1997 ; B) Individus capturés à l'Île Perrot à l'automne 1998	132
Figure 20. Structure d'âge des salamandres rayées provenant de la réserve Mastigouche (station 1), saison 1997	133
Figure 21. Structure d'âge des salamandres rayées provenant de la réserve Mastigouche (station 2), saison 1997	134
Figure 22. Structure d'âge des salamandres rayées provenant de la réserve Mastigouche (station 3), saison 1997	135

Figure 23. Structure d'âge des salamandres rayées provenant de la réserve Mastigouche (station 4), saison 1997	136
Figure 24. Structure d'âge des salamandres rayées (forme à dos rouge) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998	137
Figure 25. Structure d'âge des salamandres rayées (forme à dos de plomb) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998	138
Figure 26. Structure d'âge des salamandres rayées (forme à dos rouge et à dos de plomb regroupées selon le sexe) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998	139
Figure 27. Structure d'âge des salamandres rayées (femelles) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998	140
Figure 28. Structure d'âge des salamandres rayées (mâles) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998	141
Figure 29. Structure d'âge des salamandres rayées (mâles et femelles réunies) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998	142
Figure 30. Croissance en longueur (LMC) des salamandres rayées provenant de la station 1. Les courbes suivent le modèle de von Bertalanffy.	143
Figure 31. Croissance en longueur (LMC) des salamandres rayées provenant de la station 2. Les courbes suivent le modèle de von Bertalanffy	144
Figure 32. Croissance en longueur (LMC) des salamandres rayées provenant de la station 3. Les courbes suivent le modèle de von Bertalanffy	145
Figure 33. Croissance en longueur (LMC) des salamandres rayées provenant de la station 4. Les courbes suivent le modèle de von Bertalanffy	146
Figure 34. Croissance en longueur (LMC) des salamandres rayées (forme à dos rouge) provenant de l'Île Perrot (station 5). Les courbes suivent le modèle de von Bertalanffy	147

Figure 35. Croissance en longueur (LMC) des salamandres rayées (forme à dos de plomb) provenant de l'Île Perrot (station 5). Les courbes suivent le modèle de von Bertalanffy	148
Figure 36. Croissance en longueur (LMC) des salamandres rayées femelles à dos rouge et à dos de plomb provenant de l'Île Perrot (station 5). Les courbes suivent le modèle de von Bertalanffy	149
Figure 37. Croissance en longueur (LMC) des salamandres rayées mâles à dos rouge et à dos de plomb provenant de l'Île Perrot (station 5). Les courbes suivent le modèle de von Bertalanffy	150
Figure 38. Distribution de la taille des gonades selon la longueur museau-cloaque (LMC) des salamandres rayées mâles de la station 2 (réserve Mastigouche)	151
Figure 39. Distribution de la taille des gonades selon l'âge des salamandres rayées mâles de la station 2 (réserve Mastigouche)	152
Figure 40. Distribution de la taille des gonades selon la date de capture des salamandres rayées mâles de la station 2 (réserve Mastigouche)	153
Figure 41. Distribution de la taille des gonades selon la longueur museau-cloaque (LMC) des salamandres rayées mâles de la station 4 (réserve Mastigouche)	154
Figure 42. Distribution de la taille des gonades selon l'âge des salamandres rayées mâles de la station 4 (réserve Mastigouche)	155
Figure 43. Distribution de la taille des gonades selon la date de capture des salamandres rayées mâles de la station 4 (réserve Mastigouche)	156
Figure 44. Distribution des diamètres folliculaires selon la longueur museau-cloaque (LMC) des salamandres rayées femelles de la station 2 (réserve Mastigouche)	157

Figure 45. Distribution des diamètres folliculaires selon l'âge des salamandres rayées femelles de la station 2 (réserve Mastigouche)	158
Figure 46. Distribution des diamètres folliculaires selon la date de capture des salamandres rayées femelles de la station 2 (réserve Mastigouche)	159
Figure 47. Distribution des diamètres folliculaires selon la longueur museau-cloaque (LMC) des salamandres rayées femelles de la station 4 (réserve Mastigouche)	160
Figure 48. Distribution des diamètres folliculaires selon l'âge des salamandres rayées femelles de la station 4 (réserve Mastigouche)	161
Figure 49. Distribution des diamètres folliculaires selon la date de capture des salamandres rayées femelles de la station 4 (réserve Mastigouche)	162
Figure 50. Distribution de la taille des gonades selon la longueur museau-cloaque (LMC) des salamandres rayées mâles de la forme à dos rouge capturées à la station 5 (Île Perrot)	163
Figure 51. Distribution de la taille des gonades selon la longueur museau-cloaque (LMC) des salamandres rayées mâles de la forme à dos de plomb capturées à la station 5 (Île Perrot) ...	164
Figure 52. Distribution de la taille des gonades selon l'âge des salamandres rayées mâles de la forme à dos rouge capturées à la station 5 (Île Perrot)	165
Figure 53. Distribution de la taille des gonades selon l'âge des salamandres rayées mâles de la forme à dos de plomb capturées à la station 5 (Île Perrot)	166
Figure 54. Distribution de la taille des follicules selon la longueur museau-cloaque (LMC) des salamandres rayées femelles de la forme à dos rouge capturées à la station 5 (Île Perrot)	167
Figure 55. Distribution de la taille des follicules selon la longueur museau-cloaque (LMC) des salamandres rayées femelles de la forme à dos de plomb capturées à la station 5 (Île Perrot)	168

- Figure 56. Distribution de la taille des follicules selon l'âge des salamandres rayées femelles de la forme à dos rouge capturées à la station 5 (Île Perrot) 169
- Figure 57. Distribution de la taille des follicules selon l'âge des salamandres rayées femelles de la forme à dos de plomb capturées à la station 5 (Île Perrot) 170

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

- Photo 1. Coupe transversale diaphysaire d'humérus d'une salamandre rayée de l'année. Aucune LAC n'est présente. On remarque que la périphérie de l'os est ondulée, ce qui caractérise la future LAC 1 (flèche) 172
- Photo 2. Coupe transversale diaphysaire d'humérus d'une salamandre rayée âgée d'un an (réserve Mastigouche). La LAC 1 est située au centre de la corticale osseuse (flèche) 172
- Photo 3. Coupe transversale diaphysaire d'humérus d'une salamandre rayée âgée d'un an (Ile Perrot). La LAC 1 est située à la périphérie de la corticale osseuse (flèche) 173
- Photo 4. Coupe transversale diaphysaire d'humérus d'une salamandre rayée âgée de 2 ans. Flèche = ligne cimentante 173
- Photo 5. Coupe transversale diaphysaire d'humérus d'une salamandre rayée âgée de 2 ans. Flèche = LAC 1 de l'endoste. Plusieurs ostéocytes sont visibles dans l'endoste et le périoste 174
- Photo 6. Coupe transversale diaphysaire d'humérus d'une salamandre rayée âgée de 4 ans. Flèches = LAC 1 à 4. OE = os endostéal; OP = os périostique 174
- Photo 7. Coupe transversale diaphysaire d'humérus d'une salamandre rayée âgée de 6 ans. Les points indiquent la position des LAC 175
- Photo 8. Coupe transversale diaphysaire d'humérus d'une salamandre rayée âgée de 7 ans. Les points indiquent la position des LAC 175

1.0 INTRODUCTION

La famille des Pléthodontidés, à laquelle appartient la salamandre rayée *Plethodon cinereus*, représente environ 70% des urodèles connues dans le monde (Duellman et Trueb, 1986). Toutes les salamandres de cette famille sont dépourvues de poumons et dépendent de l'humidité de leur peau et de leur palais pour respirer. Une humidification constante de la peau permet une respiration cutanée efficace. Dans le genre *Plethodon*, on retrouve 26 espèces (Duellman et Trueb, 1986) dont une seule est présente au Québec. Les espèces de ce genre sont caractérisées par l'absence d'un stade larvaire (aquatique) et pondent leurs œufs sur la terre ferme. Les jeunes passent leur phase larvaire avec des branchies, entièrement dans l'œuf et éclosent en ayant déjà l'aspect de petits adultes (Cook, 1984). La salamandre rayée est le seul amphibien du Québec qui réalise l'ensemble de son cycle vital en milieu terrestre (Bider et Matte, 1994). L'aire de distribution de *P. cinereus* comprend le sud du Québec et de l'Ontario, les provinces maritimes (sauf Terre-Neuve) et s'étend, au sud, jusqu'en Caroline du Nord et, à l'ouest, jusqu'au Minnesota (Conant et Collins, 1998 ; figure 1). Les populations atteignent de fortes densités dans les forêts matures, mixtes ou de feuillus, au sol bien drainé et recouvertes d'une épaisse litière et de débris organiques qui jonchent le sol (Petranka, 1998). L'étude de Burton et Likens (1975), dans la forêt expérimentale de Hubbard Brook (New Hampshire), a démontré la place importante qu'occupe la salamandre rayée dans cet écosystème forestier (biomasse de 1.65 kg/ha).

Il existe trois formes (ou colorations) distinctes de la salamandre rayée. Les deux formes les plus communes feront l'objet de notre étude¹. La forme à dos rouge est la plus abondante. Elle possède une bande large qui s'étend de la bouche à la queue le long du dos. Cette bande est normalement rouge, mais peut-être brun rougeâtre, jaunâtre ou blanchâtre chez certains individus. Les cotés sont noir mat, gris ou couleur de plomb (Cook, 1984). La forme à dos de plomb a le dos et les cotés uniformément de la même couleur. Le ventre des deux variétés est tacheté à peu près également de foncé et de blanc. Au Canada, les variétés à dos rouge et celles à dos de plomb se retrouvent dans toute l'aire de répartition de l'espèce, mais leur nombre relatif est très variable (Cook, 1984). Plus au sud, la forme à dos rouge se retrouve à la grandeur de la Nouvelle-Angleterre et dans les régions de hautes altitude et latitude où elle constitue toute, ou presque, la population locale (Greer, 1973). La forme à dos rouge serait donc mieux adaptée au froid et à la dessiccation, ce qui expliquerait qu'on la retrouve davantage en haute altitude et à des fréquences plus élevées plus au nord (Test, 1955). La distribution de la forme à dos de plomb est plutôt fragmentée. Sa fréquence augmente dans les populations de basses altitude ou latitude ; cependant elle compte rarement pour plus de 68% de la population locale. Ces caractéristiques relatives aux deux formes soulèvent la possibilité qu'elles aient des préférences thermiques distinctes (Greer, 1973 ; Lotter et Scott, 1977, Regina et Underhill, 1973). Les deux principales formes de *P. cinereus* auraient aussi des tolérances différentes à la sécheresse, la forme à dos de plomb étant la moins tolérante (Test, 1955).

¹ La troisième forme, la plus rare des trois, est entièrement rouge sur le dos et les côtés (Cook, 1984). Seules quelques observations ont été rapportées au Canada (Gilhen, 1968; Rosen, 1971; Westell et Ross, 1974).

La combinaison de l'humidité et de la température ambiante peut grandement restreindre la distribution de certaines espèces. Les tolérances thermiques de certaines espèces de montagne sont assez étroites et, combinées aux besoins en humidité, sont probablement des facteurs qui restreignent les distributions de ces espèces à des microhabitats spécifiques à l'intérieur d'aires géographiques limitées (Duellman et Trueb, 1984). Par exemple, les distributions locales de deux espèces de salamandres dans les Appalaches semblent être le résultat de besoins différents en humidité : *P. cinereus* a besoin de l'humidité de sols profonds, tandis que *P. richmondi* peut tolérer les pentes plus sèches (Jaeger, 1971).

Dans leur travaux sur la distribution de *P. cinereus* dans cinq états de la Nouvelle-Angleterre, Lotter et Scott (1977) ont divisé l'aire d'étude en deux régions climatiques (selon notamment des critères relatifs à la date de première gelée à l'automne et de dernière gelée au printemps). Pour toutes les localités situées dans la région « chaude » (22 sur 50), la forme à dos de plomb occupait plus de 5% de la population (5-33%). Dans la région « froide » (28 localités), elle occupait moins de 4% de la population (0-4%). Lotter et Scott (1977) considèrent qu'une forme qui se retrouve dans une population à une fréquence inférieure à 5% n'est pas adaptée à l'environnement local. Inversement, une forme ayant une fréquence supérieure à 5% est adaptée à son environnement, au moins partiellement. Ils ont aussi remarqué que la forme à dos de plomb disparaissait plus rapidement sous le sol en novembre que la forme à dos rouge. Ces résultats indiquent que la forme à dos de plomb est moins adaptée aux basses températures.

Les proportions relatives observées de chacune des formes sont très variables selon les populations, celles composées en majorité d'individus à dos rouge étant les

plus fréquentes. Certaines populations ne comptent que des individus à dos rouge, d'autres ne comptent que des individus à dos de plomb (Lotter et Scott, 1977; Pfingsten et Walker, 1978 ; M. Levasseur : obs. pers.). Ces dernières sont cependant beaucoup moins fréquentes (Williams et al., 1968). À travers l'aire de distribution de *P. cinereus*, les populations monomorphes de la forme à dos rouge semblent être continues, tandis que les populations à fréquence élevée d'individus à dos de plomb sont plutôt disjointes (Pfingsten et Walker, 1978). Les travaux de Williams *et al.* (1968) ont porté sur des populations composées uniquement d'individus à dos de plomb sur l'île de Long Island (New-York). Selon les auteurs, deux «forces» auraient contribué à produire les conditions particulières rencontrées à Long Island : la sélection et l'isolation. L'origine de ces populations remonterait à la dernière glaciation. La sélection naturelle aurait effectué chez ces populations une reconstruction du génotype. Cette sélection aurait été particulièrement sévère pour les populations situées près de la limite sud des glaciers. L'isolation géographique aurait contribué à maintenir ces modifications génétiques dans les populations insulaires. En ce qui concerne la distribution des différentes formes et populations de l'espèce, Tilley *et al.* (1982) ont ainsi résumé nos connaissances : «Les facteurs qui génèrent de tels variations à l'intérieur et entre ces populations de salamandres rayées restent peu connus».

Selon la définition couramment admise de Ford (1975), le polymorphisme génétique est la coexistence dans une même localité de deux ou de plusieurs formes distinguables d'une même espèce, telle que la plus rare d'entre elles ne pourrait pas se maintenir seulement par le jeu des mutations. La fréquence de la forme la plus rare doit être supérieure à 1% qui est la borne généralement adoptée (Hoffman et Blouin, 2000; Legay et Debouzie, 1985). Les exemples de

polymorphismes abondent dans le règne animal et chez les végétaux. Bien que le suffixe « morphisme » fait penser que le phénomène est limité à des caractères structuraux, les polymorphismes sont en réalité variés; ils peuvent être morphologiques, de type comportemental, biochimiques ou chromosomiques (Legay et Debouzie, 1985). Les polymorphismes morphologiques sont en général mal décrits et ils ne constituent que la partie visible de variations plus générales dont l'origine et la cohérence profondes seraient alors plutôt physiologiques ou même comportementales. Dans ce cas, les critères morphologiques n'apparaissent pas nécessairement comme les meilleurs descripteurs du polymorphisme (Legay et Debouzie, 1985).

On admet généralement qu'il existe deux types principaux de polymorphisme dans les populations naturelles : le polymorphisme transitoire et le polymorphisme équilibré ou balancé. Ces deux catégories sont d'ailleurs assez artificielles, car tel polymorphisme qui est équilibré dans telles conditions ou à telle époque peut très bien ne plus l'être si les conditions changent (Dubois, 1980). Les biologistes reconnaissent volontiers que le polymorphisme balancé est « adaptatif » en ce qu'il constitue une « réserve de variabilité » utile à l'espèce en cas de variation des conditions du milieu. Cependant un problème majeur pour le biologiste des populations est de savoir comment ce polymorphisme équilibré se maintient dans les populations naturelles (Dubois, 1980). C'est le polymorphisme de couleur² qui est le plus souvent décrit car il constitue un caractère évident. Les exemples classiques incluent les études du phalène du bouleau *Biston betularia* et de l'escargot *Cepaea nemoralis* (Legay et Debouzie, 1985). Chez les amphibiens, le

² Outre la coloration des individus, les motifs dorsaux peuvent aussi varier.

polymorphisme de la grenouille léopard *Rana pipiens* est probablement celui qui a été le plus étudié (Dubois, 1980; Hoffman et Blouin, 2000).

Plusieurs espèces d'amphibiens montrent des polymorphismes de couleur ou de motif dorsal (ou les deux) et fournissent un excellent système pour l'étude des questions relatives à l'évolution et au maintien des polymorphismes. Pourtant, peu d'études concluantes ont été produites sur l'hérédité et le maintien sélectif des polymorphismes des anoues (Hoffman et Blouin, 2000). Pour la plupart des espèces, tout ce que nous avons sont de brèves descriptions ou des observations anecdotiques d'un polymorphisme. Vingt-six espèces d'anoues ont été étudiées pour déterminer la base génétique du polymorphisme mais des données concluantes sur le mode d'hérédité ne sont disponibles pour seulement quelques cas. En dépit du manque de données concluantes, la plupart de ces études suggèrent au moins que les variations de couleur et de motif sont fortement héréditaires (Hoffman et Blouin, 2000).

Trois types d'observations ont permis de déduire que le polymorphisme est sous le contrôle de la sélection naturelle. D'abord, des fluctuations saisonnières des fréquences de morphes ont été invoquées comme évidence de la sélection. Par exemple, Mathews (1971) a observé, pendant trois années consécutives, que le pourcentage de la forme à taches vertes des adultes *Pseudacris triseriata* était plus élevé que celui observé chez les juvéniles à la métamorphose. Deuxièmement, des exemples de la survie (non au hasard) des formes de *Rana pipiens* et de *Acris crepitans* durant des périodes de mortalités élevées fournissent des évidences de sélection (Merrell et Rodell, 1968; Nevo, 1973). Enfin, des pressions de sélection semblables ont causés l'évolution de polymorphismes similaires (non-homologues)

chez des espèces non-apparentées (Volpe, 1957). De plus, l'existence de polymorphismes identiques chez des espèces apparentées soulève l'intrigante possibilité que des polymorphismes ancestraux aient été maintenus par sélection pendant des milliers ou des millions d'années (Bull, 1977). L'existence de ce polymorphisme chez autant d'espèces différentes suggère que l'homologie et la convergence pourraient influencer ce caractère phénotypique.

Les discussions sur le maintien du polymorphisme de couleur chez les amphibiens invoquent soit la sélection directement sur le polymorphisme lui-même soit la sélection sur des traits génétiquement corrélés avec le polymorphisme. Une approche commune a été d'observer une corrélation entre une variation spatiale ou temporelle de quelques variables environnementales et une variation dans la fréquence des formes (Lotter et Scott, 1977; Schueler et Cook, 1980). Une seconde approche est de regarder pour des traits reliés au fitness (susceptibilité à la dessiccation, taille à la métamorphose, taux de croissance, longévité...) qui sont corrélés avec le polymorphisme de couleur (Corn, 1981; Moreno, 1989). Plusieurs de ces traits ont été vérifiés mais sauf exceptions, les résultats n'ont pas trouvés de corrélation (Hoffman et Blouin, 2000). Enfin, seulement quatre études ont utilisées une approche expérimentale dans le but de tester pour une sélection directe sur le polymorphisme lui-même. Deux de ces études ont trouvées que les prédateurs mangeaient préférentiellement les formes les moins cryptiques dans leur environnement (Hoffman et Blouin, 2000). Dans l'ensemble, les études réalisées à ce jour ont donné des résultats peu concluants. La sélection directe sur la coloration des individus par les prédateurs visuels semble être l'explication la plus probable étant donné la position des amphibiens à la base de la chaîne alimentaire. La plupart des données sur la sélection du polymorphisme de couleur des anoues

restent corrélatives ou anecdotiques, et même pour les espèces les mieux étudiées, il n'y a pas de consensus sur le mécanisme de maintien du polymorphisme de couleur (Hoffman et Blouin, 2000).

D'autres polymorphismes fréquents sont basés sur la ressource exploitée ; ils sont définis comme la présence de formes intraspécifiques discrètes qui utilisent des niches différentes, généralement via de faibles différences dans l'alimentation et les habitats utilisés. Les formes peuvent différer dans leur morphologie, couleur, comportement ou traits de l'histoire naturelle et plus d'une caractéristique peuvent varier (Smith et Skulason, 1996). À la différence des espèces sympatriques, les formes d'une même espèce ont des histoires phylogénétiques identiques. Ainsi, les différences dans le chevauchement des ressources sont probablement le résultat de pressions écologiques exercées sur les formes vivant en sympatrie. Les conditions écologiques qui favorisent les polymorphismes basés sur la ressource sont le relâchement de la compétition interspécifique et la disponibilité des niches écologiques (Skulason et Smith, 1995). Par exemple, l'ombre chevalier *Salvelinus salvelinus* est un envahisseur récent des systèmes d'eau douce postglaciaires où la compétition interspécifique pour la nourriture et l'habitat était faible ou absente favorisant l'évolution subséquente de différentes formes. Chez le triton alpestre *Triturus alpestris*, la paedomorphose facultative est un polymorphisme qui mène à une différence morphologique et à une variation des habitats utilisés. Le polymorphisme permet une spécialisation de la diète entre les formes (métamorphes et paedomorphes) et permet ainsi d'éviter la compétition intraspécifique en zone littorale qui est occupée par les métamorphes (Denoel et Joly, 2001). Chaque morphe performe relativement mieux et démontre un fitness supérieur dans son habitat respectif, ce qui suggère que la sélection divergente

(sélection contre les intermédiaires) a été importante dans leur évolution. Il semble que la fonction de la sélection divergente dans l'évolution des formes sympatriques et/ou des nouvelles espèces a probablement été largement basée sur la compétition intraspécifique pour la nourriture entre les individus de phénotypes similaires (Skulason et Smith, 1995). La sélection dépendante de la fréquence jouerait aussi un rôle important dans le maintien des polymorphismes trophiques (Skulason et Smith, 1995).

Les différences de phénotypes entre les morphes peuvent être déterminées par la génétique et/ou des effets environnementaux sur le développement (plasticité phénotypique; Skulason et Smith, 1995). Les formes de la salamandre tigrée *Ambystoma tigrinum* surviennent comme une réponse du phénotype à des densités variables de conspécifiques ou du type de nourriture (Maret et Collins, 1997). Les comportements de recherche alimentaire et certains traits de l'histoire naturelle d'une espèce peuvent aussi être plastiques (Skulason et Smith, 1995). Dans de rares cas, la base génétique du polymorphisme trophique semble être contrôlé à un seul locus avec deux allèles.

Moreno (1989) a émis l'hypothèse que le polymorphisme phénotypique de *P. cinereus* était lié de façon pléiotropique au taux métabolique et que la sélection reliée à la température favorise indirectement différentes fréquences des formes dans les demeures locales. Moreno (op. cit.) a étudié une population de salamandres rayées de la région de Princeton (New-Jersey), composée à 75% de la forme à dos de plomb. Il a observé un comportement de dépendance à la température qui diffère, entre les formes, de façon complémentaire : la forme à dos de plomb étant associée aux températures « chaudes » et la forme à dos rouge à des températures

« froides ». Le comportement des formes est le plus différent à 15°C. À cette température, le nombre observé des salamandres de la forme à dos de plomb atteint un maximum, ce qui signifie que cette forme est plus active à des températures élevées que la forme à dos rouge. C'est aussi à cette température que le taux métabolique standard de la forme à dos de plomb est le plus bas et significativement plus faible que la forme à dos rouge. Ainsi, à cette température les formes sont, du point de vue écologique, clairement différenciées en regard de la physiologie et du comportement.

Parce que les besoins énergétiques annuels sont positivement corrélés avec le taux métabolique, la température et la taille corporelle, ces trois facteurs interagissent pour minimiser les besoins énergétiques des Pléthodontidés (Feder, 1983). La demande métabolique plus faible de la forme à dos de plomb semble permettre à celle-ci de rester à la surface à des températures plus chaudes que ne le ferait la forme à dos rouge, sans avoir des coûts énergétiques aussi élevés que celle-ci dans les mêmes conditions (Moreno, 1989). La nourriture est souvent limitée pour *P. cinereus* (Jaeger, 1980). Par conséquent, un plus grand nombre de jours chauds dans une année favoriserait les individus à dos de plomb en leur donnant, en moyenne, plus de chances de venir à la surface pour se nourrir (Moreno, 1989). Parce qu'il y a une corrélation directe entre la température et les taux métaboliques, la digestion sera facilitée à plus hautes températures. En présence d'une nourriture abondante, une digestion rapide permet des taux d'ingestion accrus et la prise alimentaire ainsi que l'assimilation d'énergie qui en résultent entraîneront un taux de croissance et/ou une accumulation de gras supérieurs (Duellman et Trueb, 1986).

Peu d'études traitant du bilan énergétique chez les amphibiens ont été réalisés (Duellman et Trueb, 1986). Smith (1976) a produit un budget énergétique pour *Bufo terrestris*. En supposant une efficacité d'assimilation digestive de 74% pour cette espèce, approximativement la moitié de l'énergie va dans des coûts métaboliques et l'autre moitié dans la production biologique. La quantité d'énergie consacrée à la reproduction va dépendre de l'âge et du sexe de l'individu et de la saison de l'année. Lillywhite et al. (1973) ont suggérés que la thermorégulation comportementale et la répartition de l'énergie chez les crapauds juvéniles, *Bufo boreas*, maximise la croissance, raccourcissant ainsi le temps nécessaire pour atteindre la taille adulte.

La présente étude vise d'abord à appliquer pour la première fois la squelettochronologie pour l'estimation de l'âge à *P. cinereus* et à préciser les paramètres démographiques (longévité, âge et taille à maturité, croissance, etc.) de l'espèce pour des populations situées au nord de son aire de distribution et de les comparer avec d'autres études ayant estimé certains de ces paramètres à l'aide d'autres méthodes (Blanchard, 1928; Lotter, 1978; Nagel, 1977; Sayler, 1966; Test, 1955; Test et Bingham, 1948). À notre connaissance, il n'y a pas eu jusqu'ici de données démographiques précises de publiées sur cette espèce pour une population canadienne. Les cycles d'activité et l'abondance relative des deux formes de l'espèce seront aussi discutés.

Ce travail nous a également permis de comparer ces paramètres entre différentes populations d'une même région (réserve faunique de Mastigouche) et entre des populations situées à des latitudes et altitudes différentes (réserve Mastigouche et Île Perrot). Les paramètres démographiques ont aussi été comparés entre les deux

formes de *P. cinereus* puisqu'elles coexistent à l'Île Perrot dans des proportions à peu près égales. Des données comparatives provenant de populations naturelles d'amphibiens vivant sous des conditions géographiques et climatiques différentes ont souvent révélé des différences importantes de plusieurs traits démographiques (Caetano et Leclair, 1996). À des altitudes ou latitudes élevées, certains individus d'espèces à large distribution peuvent croître plus lentement, atteindre la maturité sexuelle plus tard, atteindre de plus grandes tailles et avoir une plus grande longévité que des conspécifiques de basses altitudes ou latitudes (Hemelaar, 1988 ; Caetano et Castanet, 1993). Ce n'est cependant pas toutes les espèces qui suivent ce patron de croissance. Chez les Ranidés, les gradients géographiques de taille corporelle varient selon l'espèce considérée (Laurin, 1994). Par exemples, la longueur museau-cloaque (LMC) de la grenouille des bois (*Rana sylvatica*) augmente avec l'altitude et la latitude (Leclair et al., 2000); chez le ouaouaron (*Rana catesbeiana*), la LMC varie selon un gradient latitudinal, diminuant du sud au nord ; la grenouille léopard (*Rana pipiens*) aurait une LMC plutôt uniforme sur toute son aire de distribution. Toutes les variables démographiques ne suivent pas nécessairement cette tendance (Berven, 1982). Il est préférable de considérer que les différences entre populations du taux de croissance, de la taille, de l'âge et de la maturité sexuelle peuvent évoluer sous différentes pressions de sélection et peuvent être génétiquement maintenus indépendamment de conditions climatiques particulières (Jørgensen, 1992). Par exemple, des différences interlacs dans les structures d'âge et de taille et le patron de croissance ont été observées entre des populations de tritons verts (*Notophthalmus viridescens*) de la réserve Mastigouche (Caetano et Leclair, 1996 ; Leclair et Caetano, 1997). De même, des différences dans le taux de croissance et l'âge à maturité des juvéniles de deux

populations situées à des altitudes différentes dans les Appalaches ont été observées chez *Desmognathus ochrophaeus* (Tilley, 1980).

Une note parut dans «Herpetological Review» soulevait l'importance d'utiliser de nouvelles techniques comme la squelettochronologie pour l'estimation de l'âge des individus chez les Pléthodontidés (Beachy, 1995). Cette technique, par laquelle une détermination fiable de l'âge des animaux est réalisée en comptant le nombre de lignes d'arrêt de croissance (LAC) dans des tissus osseux (humérus, phalange, etc.), a permis des gains considérables de nos connaissances de la démographie des amphibiens (Flageole et Leclair, 1992). Elle a fourni d'importantes informations sur plusieurs paramètres démographiques, tant chez les anoures (Guarino et al., 1995 ; Leclair et Castanet, 1987 ; Leclair et Laurin, 1996) que chez les urodèles (Bruce et al., 2002 ; Caetano et Castanet, 1993 ; Caetano et Leclair, 1996 ; Flageole et Leclair, 1992 ; Forester et Lykens, 1991 ; Parham et al., 1996 ; Wake et Castanet, 1995). Chez les salamandres, les tissus osseux sont très simples (avasculaires, peu d'ostéocytes, matrice fibrillaire homogène, processus de remodelage faible) et les marques de croissance sont généralement claires et faciles à analyser (Castanet et al. 1996).

À notre connaissance, il n'existe à ce jour que six études qui ont appliqué la méthode squelettochronologique à des espèces de la famille des Pléthodontidés. Cette situation s'explique par le fait que les marques de croissance des os s'expriment moins bien chez les Pléthodontidés que chez les autres familles d'urodèles. Par exemple, les marques de croissance sont très claires chez plusieurs espèces de Salamandridés, d'Ambystomatidés et de Protéidés mais difficiles à interpréter chez les Desmognathines de la famille des Pléthodontidés. Cette

difficulté est liée à la structure osseuse particulière des Pléthodontidés (Castanet et al., 1996). L'os lamellaire que l'on retrouve dans les cortex osseux des Pléthodontidés présente des lignes interlamellaires qui peuvent être facilement confondues avec les LAC (Castanet et al., 1996). La squelettochronologie n'a jamais été appliquée à une espèce du genre *Plethodon* auparavant. En déterminant le nombre d'individus dans les différentes classes de taille et d'âge, les taux de croissance et la taille et l'âge à la maturité sexuelle pour chaque sexe, il est possible de quantifier la structure des populations (Duellman et Trueb, 1986). En utilisant la squelettochronologie comme outil de travail, nous avons décrit avec plus de précision la structure des populations de salamandres rayées pour des populations situées au nord de son aire de répartition.

Nous avons construit les courbes de croissance (von Bertalanffy) des populations échantillonnées à partir de l'âge et de la taille de chacun des individus et comparé les valeurs de « K » des équations (courbes de croissance) entre les populations et entre les formes de la salamandre rayée. Nous avons vérifié si les taux métaboliques significativement différents entre les formes, observés dans l'étude de Moreno (1989), se reflètent dans les taux de croissance des deux formes de l'Île Perrot. Enfin, nous avons analysé quelques paramètres de reproduction (largeur et pigmentation des testicules, diamètre du plus gros follicule, nombre de follicules matures par femelle, largeur des oviductes) pour les individus de deux des quatre stations de la réserve Mastigouche et ceux de l'Île Perrot, afin d'établir les cycles reproductifs des mâles et des femelles. La salamandre rayée possède une large distribution et les caractéristiques de reproduction de l'espèce varient selon les régions. Dépendamment des régions étudiées, *P. cinereus* se reproduit annuellement ou à tous les deux ans. Au Connecticut, les femelles à dos de plomb

atteignent la maturité reproductive à une taille supérieure à celle des femelles à dos rouge (Lotter, 1978).

L'objectif général de cette étude est de décrire la structure démographique de la salamandre rayée au Québec et de comparer les traits démographiques étudiés entre les populations échantillonnées (comparaison interpopulationnelle) et entre les deux principales formes de l'espèce (comparaison intraspécifique). Les objectifs spécifiques sont, premièrement : de décrire les abondances relatives et les cycles d'activité des formes à dos rouge et à dos de plomb de la salamandre rayée. Nous avons vérifié l'hypothèse émise dans certaines études relativement au retrait plus hâtif de la forme à dos de plomb à l'automne. Deuxièmement, de déterminer l'âge de chaque individu afin de représenter avec précision les structures d'âge des différentes populations et d'évaluer l'âge à maturité et la longévité de l'espèce pour chacun des sexes des différentes populations et formes. Troisièmement, d'évaluer les courbes de croissance de chaque population et de faire des comparaisons entre les sexes, entre les formes et entre les populations. Nous avons ainsi vérifié si l'existence de taux métaboliques différents entre les formes (hypothèse de Moreno, 1989) se reflétait dans les courbes de croissance. Finalement, de décrire le cycle de reproduction de l'espèce, d'évaluer quelques paramètres de reproduction et de comparer les résultats entre les populations et les formes.

2.0 MATERIEL ET METHODES

2.1 SITES D'ETUDE

Deux sites ont été choisis pour notre étude démographique de la salamandre rayée. Ces deux sites sont situés au Québec (Canada) de part et d'autre du fleuve Saint-Laurent. Le premier site d'étude se retrouve dans la réserve faunique de Mastigouche, au nord du fleuve. Le second site est localisé au sud-ouest de Montréal, sur l'île Perrot. La réserve Mastigouche est située à environ 160 km au nord-est de l'île Perrot (figure 2).

2.1.1 Réserve Mastigouche

La réserve Mastigouche est située en Mauricie à environ 80 km au nord-ouest de Trois-Rivières (lat. : 46°40' N, long. : 73°30' O). Elle est aussi adjacente, à l'est, au Parc National de la Mauricie. Elle couvre une superficie d'environ 1574 km² (Laurin, 1994). Le nombre moyen de jours sans gel par année est approximativement de 120 (jours) et la température moyenne annuelle est de 2.5°C (Wilson, 1971).

La salamandre rayée est souvent observée dans les forêts de feuillus ou mixtes où on retrouve une épaisse litière forestière. Ces critères ont donc été déterminant dans la sélection de nos stations d'échantillonnage. Quatre stations ont été échantillonnées dans la réserve Mastigouche. La station 1 était située au nord du lac Simpson, à une altitude d'environ 380 mètres (figure 3). La végétation arborescente est composée en majorité de sapins beaumier

(*Abies balsamea*), de bouleaux jaunes (*Betula alleghaniensis*) et d'érables rouges (*Acer rubrum*). Des peupliers faux-tremble (*Populus tremuloides*) et des bouleaux gris (*Betula populifolia*) sont aussi présents mais en faible densité. La station 2, située au nord du lac Lafond et à une altitude approximative de 340 mètres, se trouvait à environ 5 km à l'ouest de la station 1 (figure 3). La strate arborescente est principalement composée de bouleaux à papier (*Betula papyrifera*) et d'érables à sucre (*Acer saccharum*). Des sapins beaumier et des bouleaux jaunes sont aussi présents à ce site. Les lacs Lafond et Simpson sont localisés au nord-est de la réserve Mastigouche. Les stations 3 et 4 étaient situées dans la partie sud de la réserve, à environ 20 km des stations 1 et 2. La station 3, la plus au sud, se trouvait à environ 200 mètres au sud de la jonction des routes #2 et #20 nord (figure 3). Les érables à sucre dominent la végétation arborescente. Des bouleaux jaunes, des bouleaux à papier et des sapins sont aussi présents. La station 4 a été choisie à environ 400 mètres au nord-ouest de la jonction des routes #2 et #25 (figure 3). Elle était située à environ 5 km au nord de la station 3. Les bouleaux à papier et les érables à sucre composent la majorité de la strate arborescente. Les sapins beaumier sont faiblement représentés. L'altitude des stations 3 et 4 étaient, respectivement, d'environ 420 et 380 mètres.

2.1.2 Île Perrot

L'Île Perrot est située en Montérégie, au sud de la pointe ouest de l'Île de Montréal. Sa superficie est de 38 km². La station 5 était située dans la partie ouest de l'Île Perrot, à environ 1 km à l'est de la jonction de l'autoroute 20 et du boulevard Don Quichotte (lat.: 45°23'10''N; long.: 73°57'35''O). La

station 5 se trouvait à une altitude approximative de 50 mètres. Dans la région de Montréal, le nombre moyen de jours sans gel par année et la température moyenne annuelle sont, respectivement, d'environ 140 jours et de 5.0°C (Wilson, 1971). Quelques affleurements rocheux sont présents ici et là et servent probablement d'abri à plusieurs espèces de la microfaune terrestre. Ce secteur de l'Ile Perrot est aujourd'hui fortement urbanisé. On y retrouve des infrastructures tant commerciales que résidentielles. La station 5 était localisée dans une pente abrupte, ce qui protège ce secteur de l'Ile Perrot contre le développement urbain.

2.2 ÉCHANTILLONNAGE

La capture des spécimens a été effectuée à l'aide de clôtures de dérive associées à des pièges-fosses à insectes placés dans le sol et qui longent la clôture. Ces clôtures servent à dévier le trajet de la microfaune lors des déplacements et à guider les animaux vers les pièges-fosses. Cette technique peut-être utilisée pour déterminer la richesse d'une espèce à un site ou pour détecter la présence d'espèces rares (Heyer et al., 1994). Les clôtures sont faites de plastique (polythène) ancré au sol et fixé à des piquets de bois plantés dans le sol qui en assure le maintien vertical. Les pièges-fosses à insectes sont placés alternativement d'un côté et de l'autre de la clôture. Ils ont une profondeur de 16.5 cm. Un couvercle en forme d'entonnoir dirigé vers l'intérieur et percé d'une ouverture de 3.7 cm de diamètre empêche la microfaune capturée de fuir.

2.2.1 Réserve Mastigouche

À l'automne 1996, un premier échantillonnage exploratoire a permis de capturer 78 salamandres rayées près du lac Simpson (station 1). Un deuxième site a permis la capture de 25 salamandres rayées près du Lac Rose, au sud de la réserve. L'été suivant, ce site a dû être abandonné à cause d'une coupe forestière effectuée à cet endroit. Tous les individus capturés ont été conservés dans l'alcool 70%. Ces captures se sont déroulées entre le 19 septembre et le 18 octobre 1996. Ces recherches effectuées à l'automne 1996 avaient pour but de connaître d'autres sites potentiels pour l'échantillonnage de *P. cinereus*. Le site du lac Simpson a donc été retenu pour la suite de l'étude. Un site favorable à la capture de la salamandre rayée était déjà connu à ce moment. À l'été 1994, dans le cadre d'une étude portant sur le triton vert (*Notophthalmus viridescens*), un inventaire terrestre effectué à environ 400 m au nord du lac Lafond avait révélé la présence d'une abondante population de *P. cinereus*. La station du lac Lafond (station 2) avait donc été retenue dès le début de notre étude.

Au printemps 1997, les stations 1 (lac Simpson) et 2 (lac Lafond) étaient déjà sélectionnées avec l'assurance qu'une densité élevée de salamandres rayées s'y trouvait. Deux autres stations (3 et 4) ont été échantillonnées au sud de la réserve Mastigouche. Cependant, les densités de *P. cinereus* se sont avérées beaucoup plus faibles à ces deux endroits. Les captures à ces quatre stations se sont déroulées entre le 29 mai et le 3 novembre 1997. Le total des captures pour l'ensemble de la période d'échantillonnage a été très différent d'une station à l'autre. À la station 1 (lac Simpson), 278 salamandres rayées ont été

capturées au total (saisons 1996 et 1997) dont 200 salamandres pour l'année 1997. Parmi les 278 salamandres capturées, 175 individus ont été conservés et 103 relâchés au site de capture. Tous les individus capturés à l'automne 1996 (78 salamandres parmi les 175) ont été conservés. À la station 2 (lac Lafond), 397 salamandres rayées ont été capturées dont 194 furent conservées et 203 relâchées au site de capture. À la station 3, toutes les salamandres rayées capturées (69) ont été conservées. Il en est de même pour les 109 *P. cinereus* capturés à la station 4 (tableau 1).

La longueur totale des clôtures de dérive était la même pour les quatre stations de la réserve Mastigouche. Chaque clôture, en forme d'accordéon, avait une longueur de 25 mètres et une hauteur de 30 centimètres approximativement. Une vingtaine de pièges-fosses à insectes étaient distribués des deux cotés de chaque clôture. Celles-ci étaient toutes situées dans des pentes dont l'orientation variait d'un endroit à l'autre. Les pentes étaient orientées vers le sud aux stations 1 et 2 (nord de la réserve Mastigouche), vers le nord-est à la station 3 et enfin, vers le sud-est à la station 4. Le relevé des clôtures de dérive était effectué une fois par semaine.

2.2.2 Île Perrot

L'échantillonnage effectué à l'Île Perrot s'est déroulé au printemps et à l'automne 1998. La décision d'échantillonner à l'Île Perrot est survenue après avoir pris connaissance que la population de *P. cinereus* de cette région était composée d'individus à dos rouge et à dos de plomb dans une proportion à peu près égale (D. Rodrigue ; comm. pers.). Un premier échantillonnage a été

effectué au printemps, entre le 7 mai et le 7 juin 1998. Les captures de l'automne se sont déroulées entre le 13 septembre et le 21 novembre 1998. À chaque relevé hebdomadaire automnal, la température du sol a été prise (≈ 5 cm sous le sol) à trois endroits différents autour de la clôture de dérive afin d'évaluer les fluctuations de température pouvant affecter l'activité de *P. cinereus*.

La station 5 était située dans une pente orientée vers le nord-ouest. Deux clôtures de dérive de 15 m de long ont été construites à cette station, soit une clôture de chaque côté du boulevard Don Quichotte. Au printemps 1998, 111 salamandres rayées ont été capturées dont 58 individus de la forme à dos rouge et 53 individus de la forme à dos de plomb et tous ces individus ont été conservés pour notre étude. Malgré la présence de ces deux clôtures, la majorité de ces salamandres (environ 75 %) ont été capturées suite à des fouilles sous des bûches, des branches au sol ou des roches. À l'automne 1998, 200 salamandres rayées ont été capturées grâce aux deux clôtures de dérive. De ce nombre, 94 salamandres étaient de la forme à dos rouge et 106 de la forme à dos de plomb. Du total de 311 *P. cinereus* capturées au printemps et à l'automne 1998, 174 salamandres ont été conservées et 137 ont été relâchées au site de capture (tableau 1).

2.3 PRISE DE DONNÉES

Notre objectif de départ était de capturer une centaine d'individus de chaque forme à chacune des stations. C'est pourquoi toutes les salamandres capturées aux stations 3 (n=69) et 4 (n=109) ont été conservées. Par contre, les

nombreuses captures effectuées aux stations 1, 2 et 5 nous ont permis de relâcher plusieurs individus à ces trois stations (tableau 1). Les individus de la forme à dos de plomb étaient trop peu abondants aux stations de la réserve Mastigouche pour espérer constituer un tel échantillonnage. À l'Île Perrot, nous avons analysé uniquement les salamandres capturées au printemps (n=111). Les spécimens conservés étaient sacrifiés par congélation. Les mesures et observation suivantes ont été prises sur tous les individus sacrifiés des deux sites étudiés: poids (mg), longueur museau-cloaque (LMC ; de la pointe du museau à la partie postérieure du cloaque), longueur totale (LT) et coloration. Quelques paramètres de reproduction ont été notés ou mesurés. Ces paramètres sont : sexe de l'individu, largeur des testicules, diamètre du plus gros follicule, largeur de l'oviducte et nombre de follicules matures (femelles ovigères). Chez *P. cinereus*, les gonades se différencient au cours du premier été, ce qui explique pourquoi le sexe des jeunes de moins d'un an n'a pas été déterminé. Sauf quelques exceptions, le sexe de tous les autres individus a pu être précisé suite à l'examen des gonades.

Dans la réserve Mastigouche, toutes les caractéristiques de reproduction ont été notées pour une partie des individus de la station 2 (110 individus) et pour tous les individus de la station 4 (n=109). Les autres individus de la station 2 (84 salamandres) et tous les individus des stations 1 et 3 ont été sexés seulement (tableau 1). Les individus relâchés ont tous été pesés et mesurés (LMC seulement) et la coloration de chaque animal a été notée. À l'Île Perrot, les caractéristiques de reproduction ont été mesurées chez toutes les salamandres rayées capturées au printemps 1998 soit pour 58 salamandres à

dos rouge et 53 salamandres à dos de plomb. Seule la coloration fut notée chez les individus relâchés au site de capture à l'automne (tableau 1).

2.4 SQUELETTOCHRONOLOGIE

La méthode squelettochronologique a été appliquée selon la procédure décrite par Flageole et Leclair (1992) mais tout en l'adaptant à l'espèce étudiée dans ce travail. La lecture des lignes d'arrêt de croissance (LAC) a été obtenus à partir de l'humérus gauche des salamandres conservées. Après prélèvement de l'humérus gauche, celui-ci est décalcifié dans l'acide nitrique à 3% pendant trois heures et ensuite rincé à l'eau du robinet pendant environ 12 heures. L'os est ensuite séché à l'air libre pendant quelques heures. Après quoi l'os est coupé transversalement à l'aide d'un microtome à congélation. Pour cette étape, l'os est fixé verticalement dans une solution de montage (TISSUE-TEK). L'épaisseur des coupes est ajustée selon l'âge des individus : 20 ou 24 micromètres (μm) pour les jeunes de l'année et 28 ou 32 μm pour les adultes. Les coupes histologique sont ensuite colorées avec quelques gouttes d'hémaroxyline d'Ehrlich (entre 2 et 4 gouttes selon la quantité de solution de montage présente dans la cupule avec les coupes histologiques) pendant 30 minutes. Les coupes sont ensuite rincées à deux reprises à l'eau du robinet pour enlever le surplus de colorant.

Une quinzaine de coupes du niveau diaphysaire sont sélectionnées et montées entre lame et lamelle dans une solution de glycérine ou d'aquamount. Cette dernière a l'avantage de sécher plus rapidement que la glycérine. Les coupes sélectionnées sont caractérisées par un petit diamètre et présentent la plus

large épaisseur de corticale osseuse ce qui est plus utile pour la détermination de l'âge (Flageole et Leclair, 1992). Les lames sont ensuite séchées entre plusieurs couches de papier et sous une légère pression afin de retirer le surplus de glycérine (ou d'aquamont). Après une dizaine de jours, les lames sont nettoyées et prêtes à la lecture des LAC. Enfin, la plus belle coupe de chaque lame est sélectionnée et photographiée au microscope photonique. La lecture d'âge de chaque individu a été effectuée par trois biologistes (Maria Helena Leclair, Raymond Leclair et Marc Levasseur).

La méthode squelettochronologique n'a pu être appliquée à tous les individus conservés. Dans la réserve Mastigouche, tous les individus des stations 3 (n=69) et 4 (n=109) ont été analysés. Pour les stations 1 et 2, 175 et 110 individus respectivement ont été utilisés pour la squelettochronologie. Cependant, certains individus ont dû être rejetés à cause de la mauvaise qualité des coupes. Ainsi, à la station 1, 28 individus ont dû être soustraits des résultats. De même, trois individus ont été rejetés à la station 3. Aucun individu aux stations 2 et 4 n'a été rejeté (tableau 1). À l'île Perrot, 58 individus à dos rouge et 53 individus à dos de plomb ont été utilisés pour la squelettochronologie, soit tous les individus capturés au printemps et un seul individu (forme à dos rouge) a dû être rejeté (tableau 1).

En général, la structure osseuse des os longs est composée de deux types d'os. Le premier est l'os périostique qui se dépose autour de la cavité médullaire (croissance centrifuge) tout au long de la croissance de l'animal et dans lequel on peut lire les marques squelettiques de croissance (zones et lignes d'arrêt de croissance ou LAC) qui nous permettent d'estimer l'âge des individus. Les

zones sont des couches assez larges, opaques, souvent vascularisées, formées d'os fibreux et/ou lamellaire et comprenant de nombreux ostéocytes. C'est le dépôt osseux estival. Les LAC sont des bandes plus étroites, transparentes, constituées d'os lamellaires ou à fibres parallèles, avasculaire et à ostéocytes peu abondants et petits. Elles correspondent à un arrêt complet et temporaire de l'ostéogénèse locale. C'est le dépôt osseux hivernal. Les LAC et les zones présentent dans l'os des aspects histologiques précis : les LAC alternent avec les zones dans l'épaisseur de l'os périostique ; elles sont concentriques et parallèles à la surface externe du cortex (Castanet, 1975 ; Castanet et al., 1977). Le second type est l'os endostéal qui tend progressivement à combler la cavité médullaire. Cet os, à croissance centripète, enregistre également les marques de croissance (Castanet et al., 1992). Ce type d'os se dépose de façon irrégulière, conjointement à la résorption partielle de l'os périostique, du moins chez la plupart des espèces d'amphibiens étudiés (Francillon, 1979 ; Laurin, 1994).

Enfin, nous avons calculé les courbes de croissance des femelles et des mâles de chaque station et pour les deux formes (station 5) selon le modèle de von Bertalanffy (1938) modifié par Walford (1946) et Gulland (1968) :

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K [t - t_0]}).$$

2.5 TRAITEMENTS STATISTIQUES

Nous avons comparé la taille moyenne entre les populations à l'aide du test de t de Student à un niveau de signification de 5%, après vérification de l'homogénéité des variances (test de Fisher). Le test de Mann-Whitney a été

utilisé pour comparer l'âge moyen. Les comparaisons des distributions de fréquences de longueur et d'âge ont été réalisées par le test de Chi-carré (tableaux de contingence). Les comparaisons interstations des tailles moyennes ont été effectuées à l'aide de l'analyse de la variance (ANOVA) et du test de Tukey pour préciser l'origine de ces différences lorsque nécessaire. Enfin, le test de Kruskal-Wallis suivi d'un test non paramétrique de comparaisons multiples de type Tukey, ont permis de comparer l'âge moyen de chaque station entre eux (Zar, 1996).

3.0 RÉSULTATS

3.1 PÉRIODE D'ACTIVITÉ SAISONNIÈRE ET ABONDANCE

Les figures 4 à 7 résument les captures de *Plethodon cinereus* effectuées entre la fin mai et le début novembre 1997 aux stations 1, 2, 3 et 4 de la réserve faunique de Mastigouche. Pour ces quatre stations, le pic d'abondance de *P. cinereus* se situe entre le 9 et le 16 octobre. La très grande majorité des captures de la salamandre rayée est survenue au mois d'octobre, particulièrement dans les deux premières semaines de ce mois. En une semaine, 43.1% du total des captures de la station 4 sont survenues dans la semaine précédant le 16 octobre contre 29.9%, 29.5% et 34.8% pour les stations 1 à 3 respectivement. Les captures de *P. cinereus* effectuées dans la période s'échelonnant entre la fin mai et la mi-septembre ont été très faibles aux quatre stations de la réserve Mastigouche (figures 4 à 7). Aux stations 3 et 4, 18.3% et 13.5% du total des captures sont survenues au cours des sept premières semaines d'échantillonnage contre 4.7% et 5.8% aux stations 1 et 2 respectivement. Aucune capture n'a été faite pendant les deux dernières semaines de juillet pour les quatre stations de la réserve Mastigouche. La plus longue période ininterrompue sans capture est de six semaines et est survenue aux stations 1 et 4.

Parmi les autres espèces d'amphibiens capturées au cours des inventaires dans la réserve Mastigouche, on retrouve quatre espèces d'urodèles et deux espèces d'anoures. Parmi les urodèles, la salamandre à deux lignes (*Eurycea bislineata*), la salamandre maculée (*Ambystoma maculatum*) et la salamandre à points bleus (*Ambystoma laterale*) comptent peu d'individus capturés (4, 4 et

15 respectivement). Par contre, plus de 1500 tritons verts juvéniles en phase terrestre ou elfes rouges (*Notophthalmus viridescens*) ont été piégés dont 90% des captures proviennent de la station 1, près du lac Simpson. L'elfe rouge est très abondant dans la réserve Mastigouche, particulièrement aux abords des lacs, et nos captures indiquent que la population est principalement composée, à l'automne, de jeunes spécimens nouvellement métamorphosés. Dans le groupe des anoues, la grenouille des bois (*Rana sylvatica* ; n = 18) est plutôt rare tandis que le crapaud d'Amérique (*Bufo americanus* ; n = 728) est très abondant particulièrement à la station 3 où 61% des individus ont été capturés. Tout comme pour l'elfe rouge terrestre, notre échantillonnage se composait en grande partie de jeunes crapauds de l'année. Il faut préciser cependant que dans le cas du crapaud d'Amérique, la taille du goulot des pièges-fosses empêchait les individus de grande taille d'entrer dans les pièges et d'être dénombrés.

La salamandre rayée est particulièrement abondante à la station 2 (n = 397) où elle domine en nombre les quatre autres espèces d'amphibiens présents à cet endroit. De même, elle est plus abondante que les quatre autres espèces recensées à la station 4. Aux stations 1 et 3, les jeunes tritons verts nouvellement métamorphosés et les petits crapauds d'Amérique respectivement, composent la majorité des individus échantillonnés à ces stations. Outre ces nombreux juvéniles, la salamandre rayée domine en nombre les autres espèces présentes aux stations 1 et 3 (quatre autres espèces à chaque station).

À l'Île Perrot, l'échantillonnage a été effectué en deux périodes distinctes soit au printemps et à l'automne 1998. C'est pourquoi nous n'avons pas de

données pour l'ensemble de la période d'activité de l'espèce à la station 5. Rappelons que la majorité des captures du printemps 1998 provient de fouilles sous les débris forestiers malgré la présence des clôtures de dérive. À l'automne 1998 toutefois, ces clôtures ont permis la capture de 200 salamandres rayées. Plusieurs salamandres rayées étaient donc présentes à la surface du sol au printemps 1998 mais elles effectuaient peu de déplacement. Les autres espèces capturées à l'Île Perrot sont l'elfe rouge ($n = 44$), la salamandre à points bleus ($n = 2$), la couleuvre rayée (*Thamnophis sirtalis*; $n = 2$) et la couleuvre brune (*Storeria dekayi*; $n = 1$). La figure 8 résume les captures des deux formes de la salamandre rayée effectuées à l'Île Perrot entre le 20 septembre et le 21 novembre 1998. Le nombre d'individus capturé a fortement augmenté lorsque la température du sol a baissé à 10°C environ. La chute de température subséquente (de 10°C à 5°C environ) a coïncidé avec une baisse importante de l'effectif des salamandres capturées dans les pièges. Cependant, les deux dernières semaines d'échantillonnage indiquent un accroissement des effectifs par rapport à la semaine précédente même si la température du sol s'est maintenue à environ 5°C. Les captures du 17 octobre (11.1°C) et du 14 novembre (3.8°C) ont des effectifs presque identiques. Le nombre d'individus capturé entre le 20 septembre et le 21 novembre ne diffère pas significativement entre les formes ($\chi^2 = 6.336$, d.l.=7; $P \geq 0.05$).

3.2 CARACTÉRISTIQUES DES ÉCHANTILLONS

3.2.1 Réserve Mastigouche

Dans la réserve Mastigouche, les longueurs museau-cloaque (LMC) des salamandres rayées dont le sexe a été déterminé s'étendent de 19 à 51 mm

(tableau 2). Les tailles maximales des femelles, pour les quatre stations, sont supérieures à celles des mâles (47 à 51 mm vs 45-46 mm respectivement). Dans la réserve, 31 des 37 individus (83.8 %) ayant une taille égale ou supérieure à 45 mm sont des femelles.

Pour l'ensemble des individus de la réserve Mastigouche dont le sexe a été déterminé ($n = 366$), il n'y a pas de différence significative de la LMC moyenne entre les sexes ($U = 16722.5$, $\chi^2 = 0.354$, $P \geq 0.05$). Ainsi, la taille moyenne des femelles était de $36.1 \text{ mm} \pm 6.6 \text{ mm}$ ($n = 218$) contre $35.5 \text{ mm} \pm 5.8 \text{ mm}$ ($n = 148$) pour les mâles. De même, les distributions de fréquence des tailles ne sont pas significativement différentes entre les mâles et les femelles ($\chi^2 = 20.649$, d.l. = 12, $P \geq 0.05$).

Dans trois des quatre stations (1, 3, 4) de la réserve Mastigouche, la LMC moyenne des femelles est légèrement supérieure à celle des mâles mais en aucun cas les différences ne sont significatives (tableau 3). Les distributions de fréquence des LMC ne diffèrent pas non plus significativement entre les sexes pour les stations 1 à 4 (figures 9 à 12 ; tableau 4). Aux stations 2, 3 et 4 les fréquences modales se situent dans les classes de taille de 32-33 mm ou 34-35 mm, à l'exception des femelles de la station 2 dont les fréquences se distribuent plus ou moins régulièrement entre 30 et 39 mm (figure 10). À la station 1, la fréquence modale des mâles se situe dans la classe de LMC de 36 mm tandis qu'aucun mode particulier ne ressort chez les femelles (figure 9).

3.2.2 Île Perrot

Les LMC des salamandres rayées de l'Île Perrot vont de 21.5 à 48.0 mm (tableau 2). La plus grande taille chez les femelles est de 48 mm contre 46 mm pour les mâles. La comparaison des tailles maximales entre les sexes est plus difficile à faire pour l'Île Perrot que pour la réserve Mastigouche parce que la taille de l'échantillon est plus faible et que les individus de grande taille sont moins nombreux. Tout de même, on remarque à l'Île Perrot que seulement 8 des 18 individus (44.4 %) ayant une taille de 42 mm et plus sont des femelles (figures 13 et 14).

À l'inverse des résultats obtenus dans la réserve Mastigouche, la LMC moyenne des femelles à l'Île Perrot est inférieure à celle des mâles mais la différence intersexe ne devient significative qu'après regroupement des deux formes (tableau 3). Les distributions de fréquence des LMC ne diffèrent pas significativement entre les sexes pour chacune des deux formes quoique les mâles soient mieux représentés dans les grandes catégories de LMC (figures 13 et 14 ; tableau 4). De nouveau, lorsque les formes à dos rouge et à dos de plomb sont réunies, augmentant les effectifs totaux, on observe une différence intersexe significative des distributions de fréquence de tailles à la station 5 (figure 15 ; tableau 4).

La comparaison entre les deux formes montre que les LMC des spécimens à dos rouge sont légèrement supérieures à celle des spécimens à dos de plomb chez les mâles comme chez les femelles (différences de 2.7 et 2.0 mm respectivement). Seulement, lorsque les sexes sont confondus, la différence s'avère significative entre les deux formes (tableau 5). Les distributions de

fréquence des LMC ne sont toutefois pas significativement différentes entre les deux formes présentes à l'Île Perrot, que ce soit chez les femelles, les mâles (figures 16 et 17 ; tableau 4) ou pour les sexes réunis ($\chi^2 = 7.266$, d.l.= 4, $P \geq 0.05$; figures 18).

Le tableau 3 présente, pour chacun des sexes, les résultats de l'ANOVA (à un critère de classification) effectuée pour comparer la taille moyenne de *P. cinereus* entre les six stations à l'étude. Il n'existe pas de différence significative de la LMC moyenne entre les stations chez les femelles (tableau 3). Chez les mâles, on remarque que les tailles moyennes des salamandres rayées des stations 2 et 4 sont significativement différentes entre elles. Le même résultat s'observe entre les salamandres rayées de la forme à dos rouge de la station 5 et celles de la station 4.

Le tableau 4 résume les comparaisons des distributions de fréquence de taille entre les stations pour les femelles d'une part, et pour les mâles d'autre part. On n'observe aucune différence significative des distributions de fréquence des LMC chez les femelles. Par contre, quelques différences significatives ressortent chez les mâles. Ces différences s'observent entre les distributions des stations 3 et 4 d'une part et celles de la station 2, de la forme à dos rouge (station 5) et de la station 5 (formes réunies) d'autres parts. Dans le cas de la station 2 vs les stations 3 et 4, une forte proportion des individus capturés à la station 2 se situe entre les classes de longueur de 34-35 mm et 46-47 mm contrairement aux stations 3 et 4 qui comptent un nombre beaucoup plus faible d'individus dans ces classes de longueur. Les salamandres rayées de la forme à dos rouge de la station 5 ont un mode d'abondance dans la classe de taille de 40-41 mm tandis que les stations 3 et 4 ont des modes à 32-33 mm et

34-35 mm respectivement, ce qui explique les différences significatives observées entre ces populations (tableau 4). On observe les mêmes tendances entre la station 5, mâles à dos rouge et à dos de plomb réunis, et les stations 3 et 4.

3.2.3 Jeunes de l'année

Au total, 36 jeunes de l'année ont été capturés dans la réserve Mastigouche entre le 18 septembre et le 3 novembre 1997; la majorité des captures (75%) provient des trois dernières semaines d'octobre. La LMC de ces jeunes varie entre 12.5 et 16.5 mm (moyenne : 14.9 mm). À l'Île Perrot, les plus petits individus capturés au printemps 1998 étaient âgés d'un an. Ces derniers sont les nouveau-nés éclos à l'automne 1997. Leur taille moyenne est de 18.0 mm (n=6). L'effectif réduit ne permet pas de comparer les formes à dos rouges (n=1) et à dos de plomb (n=5). Sauf exception (un individu capturé le 24 septembre à la station 2), les jeunes de l'année n'ont pas été capturés dans les pièges avant le début d'octobre (stations 1 et 2) et pas avant les 23 et 24 octobre pour les stations 4 et 5. Aucun jeune de l'année n'a été capturé à la station 3.

La figure 19 présente la distribution de taille des juvéniles de moins de 25 mm capturés dans la réserve Mastigouche (automne 1997) et à l'Île Perrot (automne 1998). Précisons qu'à l'Île Perrot, les individus capturés à l'automne et conservés (n=74) ne sont qu'un sous-échantillon de tous les individus capturés de septembre à novembre (n=200). Dans la réserve Mastigouche, la cohorte des jeunes de l'année (fréquence modale à 15 mm) est très distinctement séparée des autres cohortes. À l'Île Perrot, il est plus difficile

d'affirmer sans risquer de se tromper que tous les individus mesurant entre 16 et 23 mm appartiennent à la cohorte des jeunes de l'année. Les individus capturés au printemps ($n=6$) ont une taille moyenne (18.0 ± 1.05 mm) qui se situe parmi les tailles des plus petits individus capturés à l'automne 1998. Selon les distributions de fréquence, il semble y avoir une nette différence de taille entre les jeunes de l'année de la réserve Mastigouche et de l'Île Perrot. Aucun test n'a été réalisé afin de comparer la taille moyenne de ces deux cohortes : l'âge des jeunes capturés à l'automne 1998 à l'Île Perrot n'a pas été déterminée (on ne peut affirmer qu'ils sont tous des jeunes de l'année) tandis que les individus capturés au printemps ($n=6$) ont quelques semaines de croissance de plus que ceux de la réserve Mastigouche, ce qui biaise toutes comparaisons.

3.2.4 Croissance

Les courbes de croissance de von Bertalanffy des mâles et des femelles pour les quatre stations de la réserve Mastigouche et les formes à dos rouges et à dos de plomb de l'Île Perrot sont présentées aux figures 30 à 35. Les valeurs moyennes et l'amplitude des valeurs observées à chaque âge sont illustrées pour chacune des courbes. Dans l'ensemble, les courbes des mâles et des femelles sont relativement semblables, plus particulièrement à la station 3 et à la station 5 pour les deux formes de la salamandre rayée (figures 32, 34 et 35). Cependant, les modèles de croissance calculés pour chacun des groupes ne suivent pas toujours bien les valeurs observées. C'est aux stations 1 ($n=67$) et 4 ($n=70$), chez les femelles, que les valeurs observées s'écartent le plus des courbes de croissance. Dans les deux cas, les femelles de 2, 3 et 4 ans ont des valeurs moyennes inférieures à la courbe de croissance tandis que celles âgées

de 5, 6 et 7 ans, pour la station 1 et de 5 et 6 ans, pour la station 4 ont des valeurs moyennes observées supérieures à la courbe.

La constante de croissance « K » de l'équation de von Bertalanffy définie la forme de la courbe i.e. le taux auquel la valeur de « L_{∞} » (longueur infinie ou asymptotique) est atteint (Arntzen, 2000). La constante K est plus élevée chez les mâles dans 3 des 6 cas étudiés (stations 2, forme à dos rouge et forme à dos de plomb). Pour ces 3 groupes, les résultats indiquent que le taux de croissance des mâles ralentit plus rapidement que celui des femelles après la maturité sexuelle tandis que la croissance des femelles se poursuit (figures 31, 34 et 35 ; tableau 9). Ces courbes représentent probablement le patron démographique le plus représentatif de ce qui est généralement observé chez les urodèles (Caetano et Castanet, 1993 ; Caetano et Leclair, 1999 ; Flageole et Leclair, 1992). L'écart entre les deux sexes est davantage évident à la station 2 où la taille des femelles est supérieure à celle des mâles à 6 et 7 ans (figures 31). Chez les mâles, la croissance cesse donc rapidement après l'atteinte de la maturité ($L_{\infty} = 46.07$ mm). Dans les autres cas, ce sont les femelles qui ont une constante de croissance supérieure à celle des mâles (stations 1, 3 et 4). La différence de croissance entre les sexes est plutôt faible aux stations 1 et 3 (figures 30 et 32). À la station 4, la constante de croissance K est très élevée et la L_{∞} est beaucoup plus faible qu'aux autres stations (figure 33 ; tableau 9). Cependant, le modèle théorique s'éloigne trop des valeurs observées pour pouvoir en tirer des conclusions fiables, même si la courbe de croissance de ces femelles a été tracée avec un échantillon de taille supérieur à toutes les autres stations ($n=70$). Ainsi, selon les valeurs observées à la station 4, les femelles ont une croissance presque rectiligne entre 1 an et 5 ans, la taille maximale observée étant atteinte à 6 ans. De même, les valeurs

observées à la station 1 indiquent que la croissance des femelles est faible à 2 et 3 ans, augmente à 4 ans pour atteindre une taille maximale à 7 ans. Chez les mâles de la station 4, l'absence de spécimen dans la classe d'âge de 4 ans ne nous permet pas de tracer un modèle de croissance précis pour ce groupe (figure 33). Les valeurs moyennes à 3, 5 et 6 ans donnent une idée de la croissance observée pour les individus mâles de cette population. Pour les raisons dictées précédemment, les valeurs de K et de L_{∞} doivent donc être considérées avec prudence (tableau 9).

La courbe de croissance des mâles de la station 3 doit aussi être analysée avec prudence. La valeur de la constante K est très faible par rapport aux autres courbes de croissance et la valeur de L_{∞} est trop élevée (tableau 9). Ceci résulte de l'absence de spécimen pour les classes d'âge de 0, 1 et 6 ans. Afin de pouvoir tracer la courbe de croissance de la station 3, la taille moyenne de tous les jeunes de l'année de la réserve Mastigouche a été utilisée pour l'âge 0 ainsi que les tailles moyennes identiques observées à 1 an aux stations 1 et 4 (23.1 mm). Cette valeur a aussi été utilisée pour la courbe de croissance des mâles de la station 2 où aucun spécimen n'a été capturé pour cette classe d'âge. Les valeurs de L_{∞} paraissent un peu élevées (par rapport aux valeurs maximales observées) chez les femelles des stations 3 et 5 (dos rouge et dos de plomb). Ces résultats sont probablement dus aux échantillons de petites tailles ($n=39$, $n=25$ et $n=27$) et par conséquent à l'absence ou au nombre réduit de spécimens dans les classes d'âge 6 et/ou 7 ans (figures 32, 34 et 35). Ces remarques s'appliquent aussi aux mâles de ces mêmes stations ($n=27$, $n=31$ et $n=21$) et de la station 4 ($n=31$; figures 32 à 35). Les échantillons ayant un effectif (n) de petite taille ont peu ou pas de représentants dans les plus

grandes classes d'âge ce qui peut rendre la valeur de L_{∞} moins précise dans ces cas.

Les valeurs des formes à dos rouge et à dos de plomb de la station 5 indiquent qu'il y a peu de chevauchement dans les LMC entre les différents âges (figures 34 et 35). De plus, toutes les classes d'âge jusqu'à 5 ans au moins sont représentées ce qui, dans l'ensemble, se traduit par des modèles plus près des valeurs observées. Dans la réserve Mastigouche, les échantillons de petites tailles ont aussi peu de chevauchements de LMC entre les âges mais on y observe des classes d'âge sans aucun spécimen (mâles des stations 3 et 4).

Enfin, les courbes de croissance de chacune des formes de la salamandre rayée ont été comparées entre elles pour les mâles et les femelles (figures 36 et 37). Pour les deux sexes, les courbes sont très semblables, particulièrement pour les femelles. Les mâles à dos de plomb sont légèrement favorisés à partir de l'âge de 4 ans. Précisons que les LMC supérieures observées chez les spécimens de la forme à dos rouge proviennent d'individus aussi d'âge supérieur, les taux de croissance restant semblables (figures 18, 29, 36 et 37; tableau 5). Les coefficients de détermination des valeurs observées sont tous élevés, se situant entre 0.758 et 0.945 pour l'ensemble des groupes étudiés.

3.3 SQUELETTOCHRONOLOGIE

3.3.1 Histomorphologie

La structure osseuse des humérus de *P. cinereus* présente des caractéristiques déjà observées chez d'autres Pléthodontidés (Bruce et al., 2002 ; Castanet et

al., 1996 ; Wake et Castanet, 1995). Les zones (dépôt osseux estival) sont formées en grande partie d'os lamellaire dans lequel on retrouve quelques ostéocytes volumineux mais une faible vascularisation. Les lignes d'arrêt de croissance (ci-après LAC), qui correspondent à l'arrêt complet et temporaire de l'ostéogénèse locale (dépôt osseux hivernal), sont souvent pâles et confondues avec l'os lamellaire du périoste ce qui rend l'estimation de l'âge quelquefois difficile. L'os endostéal qui tend progressivement à combler la cavité médullaire, contient aussi des ostéocytes volumineux et enregistre également les marques de croissance. On retrouve donc dans le périoste et dans l'endoste quelques gros ostéocytes contenus dans des logettes (ostéoplastes), qui sont distribués au hasard et à partir desquels irradient de fins canalicules qui les relient entre eux (photos 5 et 6).

La croissance des humérus de la salamandre rayée est très régulière pour la majorité des individus analysés. Les LAC sont en général assez uniformément réparties dans le périoste et, à l'exception des plus périphériques, elles ne sont pas très rapprochées les unes des autres. Les individus présentant des LAC doubles ou triples sont peu nombreux. Dans la majorité des cas, la résorption endostéale n'est pas intense ou est nulle. Il y a donc peu de risque de sous-estimer l'âge d'un individu à cause de la disparition des premières LAC de l'os périostique, suite aux remaniements des tissus osseux pérимédullaires de la diaphyse, tel qu'observé dans plusieurs études squelettochronologiques (Bastien et Leclair, 1992 ; Castanet et al., 1996 ; Esteban, 1990 ; Leclair, 1990 ; Leclair et Castanet, 1987). De plus, on observe un dépôt d'os endostéal très tôt chez les juvéniles.

Les coupes histologiques des jeunes de l'année, capturés pour la plupart à l'automne (octobre), ne présentent pas de LAC. Sur ces coupes, on observe une grande cavité médullaire remplie de cellules sanguines, sans os endostéal et une mince couche d'os embryonnaire. La périphérie ondulée est caractéristique de la future LAC 1. Aucune LAC de naissance n'est apparente (photo 1). Dans la réserve Mastigouche, les individus qui ont passé un premier hiver présentent une seule LAC au milieu de la corticale osseuse. La LAC 1 est très fine et sinueuse et l'os qu'elle délimite est d'aspect homogène. Elle n'est pratiquement jamais résorbée même chez les animaux les plus vieux (photo 6). À l'Île Perrot cependant, la LAC 1 est située beaucoup plus à la périphérie de la corticale osseuse, bien qu'une mince couche d'os périostique soit bien visible par dessus la LAC 1 (photo 3). Ceci s'explique par la date de capture des individus : à cet endroit, les salamandres ont été capturées au printemps (mai) ce qui signifie que la période de croissance entre la sortie de l'hibernation et la capture des individus est très courte (faible croissance) et ce qui se traduit par un mince dépôt osseux à la périphérie de l'os. L'épaisseur du dépôt osseux sur cette LAC est plus importante chez les jeunes en croissance active et plus évidente sur le grand axe de l'humérus.

Chez les individus plus âgés, une mince ligne de démarcation hématoxilinophile marque la limite entre l'os endostéal et l'os périostique (ligne cimentante). Ainsi, sur la plupart des coupes, cette ligne est foncée et facile à repérer. Sur certaines coupes, on observe aussi un décollement de l'endoste et du périoste à ce niveau, probablement à la suite des manipulations et du montage (photo 4). De plus on observe un dépôt (centripète) d'os endostéal au niveau de la cavité médullaire. La résorption osseuse étant très faible chez la salamandre rayée, on peut aussi observer des LAC dans

l'endoste de la plupart des coupes histologiques (photo 5). L'os endostéal a cependant un dépôt irrégulier et par conséquent, on ne peut s'y référer pour déterminer l'âge d'un individu. Suite au ralentissement de la croissance chez les individus plus âgés, on remarque une diminution de la croissance osseuse et, par conséquent, du dépôt osseux. C'est pour cette raison que les lignes périphériques des individus âgés sont de plus en plus rapprochées ce qui rend plus difficile la détermination de l'âge (photos 6 à 8). Enfin, nous avons observé une périphérie colorée chez certaines salamandres capturées à l'automne. Nous n'avons pu déterminer avec grande certitude ce que représente ce contour coloré puisqu'il n'apparaît pas chez tous les spécimens.

3.3.2 Structure d'âge

3.3.2.1 Réserve Mastigouche

L'âge des salamandres rayées capturées aux quatre stations de la réserve Mastigouche est compris entre 1 an et 9 ans (tableau 6). Cependant, on ne compte qu'un individu de 9 ans (mâle) et deux de 8 ans (femelles) ce qui correspond à seulement 0.85 % des individus de notre échantillon ($n = 353$). L'âge des mâles de la station 4 ne dépasse pas 6 ans. Aucun mâle d'un an n'a été capturé aux stations 2 et 3.

Aux stations 1 et 4, l'âge moyen des femelles est légèrement supérieur à celui des mâles et c'est l'inverse pour les stations 2 et 3 mais en aucun cas les différences sont significatives (tableau 7). Pour l'ensemble des salamandres rayées capturées dans la réserve Mastigouche, les mâles présentent un âge moyen de $3.7 \text{ ans} \pm 1.6 \text{ ans}$ ($n = 142$), un peu supérieur à celui des femelles

(3.5 ans \pm 1.7 ans ; n = 211) mais la différence n'est pas significative (U = 13940, $\chi^2 = 1,282$, $P \geq 0.05$). Les structures d'âge des mâles et des femelles diffèrent significativement à la station 2 (figure 21 ; tableau 8). À la station 1, l'âge modal des femelles se situe à 3 ans tandis qu'il est de 4 ans chez les mâles. De plus, tous les individus de plus de 5 ans sont des femelles (figure 20). À la station 2, le pic d'âge des mâles et des femelles se situe à 3 ans. Cependant, 89.5 % (17 / 19) des individus de moins de 3 ans sont des femelles (figure 21). Les structures d'âge des individus capturés aux stations 3 et 4 ne diffèrent pas significativement entre les sexes (figures 22 et 23 ; tableau 8). L'âge modal est de 3 ans à la station 3 pour les deux sexes tandis qu'il est à 2 ans chez les mâles et les femelles de la station 4. Enfin, les structures d'âge des mâles et des femelles de la réserve Mastigouche ne diffèrent pas significativement entre elles ($\chi^2 = 6.937$, d.l.= 6, $P \geq 0.05$).

3.3.2.2 Île Perrot

L'âge des individus capturés à l'Île Perrot est compris entre 2 et 7 ans (tableau 6). Les salamandres rayées de l'Île Perrot ont été capturées au printemps 1998 et c'est à cause de leur petite taille que le sexe des individus âgés de 1 an (i.e. éclos à l'automne 1997) n'a pu être déterminé. Les mâles de la forme à dos de plomb ne compte pas d'individu de plus de 5 ans.

Les mâles ont des âges moyens supérieurs à ceux des femelles chez les deux formes de la salamandre rayée mais la différence est significative seulement pour la forme à dos rouge ; la différence demeure significative pour l'ensemble de la station 5 (tableau 7). Les structures d'âge ne sont pas significativement différentes entre les sexes pour la forme à dos rouge et pour

la forme à dos de plomb (figures 24 et 25 ; tableau 8). Pour la forme à dos rouge, les classes d'âge de 3, 4 et 5 ans des mâles sont à peu près également représentés tandis que les femelles ont un pic d'abondance à 2 ans mais les classes d'âge de 3 et 5 ans sont aussi fortement représentés. Le pic d'abondance des mâles de la forme à dos de plomb se situe à 4 ans versus à 3 ans pour les femelles. Une fois les deux formes regroupées, les structures d'âge des mâles et des femelles de la station 5 s'avèrent significativement différentes (figure 26 ; tableau 8). Le pic d'abondance des mâles se situe à 4 ans et celui des femelles à 3 ans. Chez les mâles, 34.6 % des individus se retrouvent dans les classes d'âge de 2 et 3 ans contre 63.5 % chez les femelles.

Les résultats des comparaisons de l'âge moyen entre les deux formes de la salamandre rayée (station 5) sont présentés au tableau 5. Les mâles et les femelles de la forme à dos rouge ont des âges moyens plus grands que ceux de la forme à dos de plomb, mais les différences sont significatives selon le test de Mann-Whitney seulement pour les mâles et la station 5 (sexes confondus).

Les figures 27 à 29 comparent les structures d'âge des formes à dos rouge et à dos de plomb pour chacun des sexes et pour les sexes confondus. Pour les femelles, l'âge modal est de 3 ans chez la forme à dos de plomb mais à 2 ans pour la forme à dos rouge bien que les classes de 3 et 5 ans compte aussi plusieurs individus (figure 27). Pour les mâles, la classe d'âge de 4 ans est la plus fortement représentée chez la forme à dos de plomb tandis que les classes d'âge de 3, 4 et 5 ans sont à peu près également représentées chez la forme à dos rouge (figure 28). Pour les femelles et les mâles, les structures d'âge ne sont pas significativement différentes entre les deux formes (tableau 8). Après regroupement des sexes, on remarque que les salamandres rayées de la forme

à dos de plomb se retrouve en majorité (83.3 %) dans les classes d'âge de 2, 3 et 4 ans tandis que 57.1 % des salamandres de la forme à dos rouge se situent dans ces classes d'âge (figure 29), ce qui engendre une différence significative ($\chi^2 = 9.694$, d.l. = 4, $P < 0.05$).

Le tableau 7 présente les résultats du test non-paramétrique de Kruskal-Wallis qui compare l'âge moyen de *P. cinereus* entre les six regroupements d'individus de notre étude (stations 1, 2, 3, 4, 5a ou dos rouge et 5b ou dos de plomb) pour chacun des sexes. Les âges moyens des salamandres des stations 2 et 5 (forme à dos rouge) sont significativement différents de l'âge moyen de la station 4 pour les mâles. Chez les femelles, seules les stations 1 et 4 diffèrent significativement.

Le tableau 8 résume les comparaisons des structures d'âge entre les stations pour chacun des sexes. Chez les femelles, les seules différences se retrouvent entre les structures d'âge des stations 1, 2 et 3 qui diffèrent significativement de la structure d'âge de la station 4. Ces différences significatives s'observent aussi chez les mâles. Les fréquences modales chez les mâles et les femelles de la station 4 se situent à deux ans et sont très marquées, tandis qu'aux stations 1, 2 et 3, elles se situent à trois ans chez les deux sexes à l'exception des mâles de la station 1 (mode à 4 ans ; figures 20 à 23). Des différences significatives sont aussi observées entre les mâles de la station 4 et ceux de la station 5 (dos rouge, dos de plomb et les deux formes regroupées ; tableau 8). À la station 5, les fréquences modales se situent entre 3 et 5 ans pour la forme à dos rouge et à 4 ans dans les deux autres cas (forme à dos de plomb et les deux formes regroupées ; figures 24 à 26). De plus, la structure d'âge des mâles de la station 1 (mode à 4 ans) est significativement différente de la structure d'âge

des mâles de la station 2 (mode à 3 ans) et de celle des mâles de la forme à dos rouge qui compte beaucoup plus d'individus dans les classes d'âge de 5 ans et plus (figures 20, 21 et 24). Des différences significatives sont aussi observées entre la station 2, qui possède un mode très marqué à 3 ans, et la forme à dos de plomb, ainsi qu'avec la station 5 (formes confondues) qui possèdent des fréquences modales à 4 ans (figures 21, 25 et 26). Enfin, des différences significatives existent entre la station 3 (fréquence modale à 3 ans) et la forme à dos rouge (fréquences modales entre 3 et 5 ans) de la station 5 (figures 22 et 24).

3.4 REPRODUCTION

Dans l'étude de Saylor (1966) qui sert de référence importante pour notre recherche, les caractéristiques de reproduction des salamandres rayées du Maryland ont été étudiées sur des individus capturés entre 1956 et 1963. Afin de préciser le cycle de reproduction de l'espèce, des prélèvements tissulaires ont été faits à trois niveaux (antérieur, médian et postérieur) des testicules et des canaux déférents de 130 mâles choisis au hasard (LMC de 26 à 49 mm) et pour chaque mois de l'année ce qui a permis de préciser la chronologie de la spermatogénèse. Les mâles adultes ont été séparés des immatures sur la base de la pigmentation des testicules et des canaux déférents. La pigmentation a permis d'indiquer la maturité sexuelle puisque seul les mâles ayant des testicules pigmentées ont produit du sperme au cours de la saison de reproduction. Pour les femelles, la taille des follicules et la présence ou non de spermatophores au niveau du cloaque et/ou de sperme dans la spermathèque ont permis de déterminer la maturité sexuelle. Les femelles immatures avaient des follicules inférieurs à 0.5 mm et des oviductes minces, droits et non

pigmentés. Les femelles matures étaient séparées en deux catégories soit les femelles non ovigères (capturées de août à décembre et ayant des follicules de 0.1 à 0.7 mm l'année du dépôt des œufs et de 0.2 à 1.5 mm l'année suivante) et les femelles ovigères (follicules de 1.2 à 3.1 mm). Seul les femelles ovigères ayant des œufs de 1.3 à 3.1 mm contenaient du sperme.

Pour notre étude, les critères utilisés pour discriminer les mâles adultes des immatures sont la taille (largeur) et la pigmentation des testicules et des canaux déférents. Le diamètre du plus gros follicule sert de critère pour distinguer les femelles matures sexuellement des immatures. De plus, l'apparence et la taille (largeur) des oviductes sont aussi utiles pour déterminer la maturité sexuelle des femelles. Elles sont considérées matures sexuellement l'année précédent le premier dépôt des œufs. Pour les salamandres de la réserve Mastigouche et particulièrement les femelles, la date de capture des individus est aussi très utile pour déterminer la maturité sexuelle des salamandres puisque les organes reproducteurs (gonades, oviductes, canaux spermatiques) se développent et changent de couleur au cours de la période d'activité de l'espèce.

3.4.1 Réserve Mastigouche

Les caractéristiques de reproduction des salamandre rayée de la réserve Mastigouche ont été analysées pour les stations 2 et 4 seulement. Nous nous sommes limités à étudier deux stations sur quatre à cause de la charge de travail qu'exigeait l'analyse des systèmes reproducteurs. Les stations 2 et 4 ont été sélectionnées en se basant sur leurs effectifs qui sont à peu près égaux (n=110 et 109 respectivement). De plus, l'une d'elles est située au nord de la

réserve Mastigouche et l'autre au sud. Les divers résultats (à venir) de taille et d'âge à maturité pour les trois stations étudiées sont résumés au tableau 14.

Les figures 38 à 43 présentent les caractéristiques de reproduction des mâles des stations 2 et 4. D'après la taille des testicules, la maturité sexuelle chez les mâles de la station 2 est atteinte pour la plupart des individus à une taille de 36-37 mm (figure 38). Quelques individus divergent de cette norme. Deux mâles de 32.5 et 33 mm capturés tôt en saison (16 juin) avaient une largeur testiculaire semblable aux individus matures mais ne présentaient pas les caractéristiques de maturité (pigmentation des gonades) tel qu'observé chez les mâles reproducteurs. On peut supposer cependant qu'ils auraient participé à la reproduction de l'automne 1997. Deux autres mâles de 39 et 41 mm, capturés en septembre, n'y ont pas participé à en juger par l'apparence des gonades : faible largeur des testicules et absence de pigmentation.

Selon les individus, la première participation à la reproduction survient à l'âge de 3, 4 ou 5 ans (figure 39). En effet, l'état des gonades nous indique que cinq individus de trois ans sur un total de 21 (23.8%) et que quatre individus de quatre ans sur un total de sept (47.1%) auraient participé à la reproduction à l'été 1997. Tous les individus de cinq ans et plus (12) ont en principe participé à la reproduction. Au total, 21 des 42 mâles (50%) de la station 2 ont participé à la reproduction en 1997. Trois individus matures de 4, 5 et 6 ans capturés au début octobre ont une largeur testiculaire de 1.3 mm et moins bien qu'ils possèdent les caractéristiques des mâles matures (figures 38, 39). Ceci s'explique par la réduction du volume des testicules suite à la production et au dépôt des spermatophores (Sayler, 1966). On peut supposer que ces individus avaient une largeur testiculaire beaucoup plus importante quelques

semaines plus tôt. On peut aussi déduire de cette observation que le dépôt des spermatophores (et la reproduction) survient à cette période (octobre). Dès juin, trois des cinq mâles reproducteurs capturés au printemps présentent les caractéristiques de taille et de pigmentation des gonades des mâles matures (figure 40). La maturité sexuelle des salamandres rayées mâles de la station 2 est donc atteinte à une taille de 36-37 mm et à l'âge de 3, 4 ou 5 ans selon les individus. Les mâles immatures ont une taille qui varie entre 28.5 et 41 mm. Les mâles reproducteurs ont des LMC qui se situent entre 32.5 et 46 mm.

Chez les mâles de la station 4, la relation entre la taille des individus et la largeur du testicule droit indique que la maturité sexuelle est atteinte à une taille d'environ 37 mm (figure 41). Tout comme à la station 2, quelques mâles de 3 ans (2/6) sont matures (figure 42). Aucun mâle de 4 ans n'a été capturé. La maturité sexuelle survient donc à un âge de 3 ou 4 ans, et peut-être même 5 ans pour certains individus comme nous l'avons observé à la station 2. Ici cependant, l'absence des mâles de 4 ans nous empêche de savoir si tous les individus de cette classe d'âge ou seulement une partie de ceux-ci sont matures. Tous les individus de 5 et 6 ans sont sexuellement matures. Un seul mâle (âgé de deux ans) a été capturé au printemps 1997 à la station 4 (figure 43). Les LMC des mâles immatures se situent entre 21.5 et 36.5 mm. Les mâles adultes ont une taille qui s'étend de 37 à 45 mm. Neuf des 33 mâles (27.3 %) capturés à la station 4 sont matures.

Les figures 44 à 49 présentent les caractéristiques de reproduction des femelles capturées aux stations 2 et 4. La relation entre la taille (LMC) et le diamètre du plus gros follicule nous indique que les femelles de la station 2 atteignent la maturité sexuelle à une taille de 43 mm environ (figure 44). De

plus, les femelles adultes sont divisées en deux groupes soit les femelles qui auraient déposées leurs œufs dans l'année en cours ou au printemps suivant (diamètre folliculaire de 2.5 mm et plus ; $n = 5$) et les femelles matures qui ont déposé leurs œufs au printemps de l'année en cours (diamètre folliculaire de 1,5 mm et moins ; $n = 7$). En analysant la taille des follicules et l'âge des individus, on peut affirmer qu'aucune femelle ne dépose ses œufs avant l'âge de 6 ans. En effet, aucune femelle de quatre ans ($n = 13$) ne présente une taille folliculaire suffisante pour déposer des œufs au printemps suivant à l'âge de cinq ans (figure 45). De plus, une seule femelle de 5 ans sur quatre individus s'apprêtait à déposer ses œufs le printemps suivant. En supposant que les femelles n'atteignent la maturité que l'année précédant le premier dépôt des œufs, la maturité sexuelle des femelles de la station 2 serait atteinte à une taille de 43 mm environ, à l'âge de cinq ou six ans. Par conséquent, le premier dépôt des œufs chez les femelles de la station 2 ne se ferait qu'à l'âge de 6 ou 7 ans.

Une femelle de 7 ans dont le diamètre folliculaire est de 3.5 mm a été capturée au début de juin 1997 (figure 46). Cette dernière aurait probablement déposé ses œufs quelques jours ou semaines plus tard. Les quatre autres femelles possédant de gros follicules ont été capturées en septembre et en octobre et auraient très probablement déposé leurs œufs le printemps suivant (1998). Précisons qu'il y a deux femelles qui sont âgées de 7 ans (diamètre folliculaire: 3 mm) et qui ont été capturées le même jour (08-10-97) ce qui explique qu'il ne semble y avoir que quatre valeurs au lieu de cinq (figures 45 et 46). Sept autres femelles adultes sont âgées de 5 ans et plus et ont un diamètre folliculaire égal ou inférieur à 1.5 mm. Celles-ci ont probablement déposé leurs œufs au printemps de l'année de leur capture (1997) et n'auraient

pu produire une prochaine ponte qu'en 1999. Le fait qu'on observe des femelles adultes ovigères et d'autres non-ovigères à des tailles et des âges variés nous porte à croire que *Plethodon cinereus* a une reproduction biennale (dépôt des œufs à tous les deux ans) tel que rapporté pour d'autres populations (voir discussion). Les femelles immatures ont une taille qui varie entre 19 et 43 mm. Enfin, les femelles reproductrices ont des LMC variant entre 43 et 50 mm.

La maturité sexuelle des femelles s'observe à une taille d'environ 41 mm chez les salamandres rayées de la station 4 (figure 47). Six femelles ont un diamètre folliculaire de 2.5 mm et plus. Quatre de ces six femelles ovigères ont un diamètre folliculaire de 3.2 mm dont une qui est âgée de 3 ans seulement (LMC= 42 mm ; figure 48). Il n'y a pas de femelles âgées de 4 ans qui soit ovigère. On remarque aussi plusieurs femelles de grande taille qui ont des follicules de faibles diamètres (1 mm et moins). La plupart de ces femelles ont probablement déposé leurs œufs au printemps 1996 ou 1997, dépendamment de la taille de leurs follicules et de la date de capture de l'individu. Deux femelles ovigères de 3 et 6 ans ont été capturées au printemps et s'apprêtaient probablement à déposer leurs œufs quelques jours plus tard (figure 49). Selon tous ces résultats, la maturité sexuelle des femelles de la station 4 serait atteinte à une taille de 41 mm environ et à l'âge de 3 ans. Si on exclut l'individu âgé de trois ans qui semble être un cas exceptionnel, la maturité sexuelle surviendrait à l'âge de 5 ou 6 ans et, par conséquent, le premier dépôt des œufs à 6 ou 7 ans. Les LMC des femelles immatures se situent entre 25.5 et 42 mm et celles des femelles adultes entre 41 et 47 mm. On remarque, tant chez les femelles de la station 2 que celles de la station 4, qu'il y a peu de

chevauchement de taille ou d'âge entre femelles matures et immatures contrairement à ce qui se passe pour les mâles.

3.4.2 Île Perrot

Les salamandres rayées de l'Île Perrot (station 5) ont toutes été capturées au mois de mai 1998 ; les figures 50 à 57 en présentent les résultats pour les formes à dos rouge et à dos de plomb. Les résultats pour les mâles seulement sont regroupés aux figures 50 à 53. Parmi les mâles de la forme à dos rouge, les plus petits individus ayant une largeur testiculaire de 1 mm et plus ont 31 mm (figure 50) tandis qu'ils ont une taille minimale de 34 mm chez les mâles de la forme à dos de plomb mais l'absence chez ces derniers de spécimens ayant une taille de 30.5 à 33 mm ne nous permet pas de délimiter précisément les individus matures des immatures (figure 51). Chez les deux formes, les plus jeunes individus matures ont 3 ans (figures 52 et 53). Cependant, la proportion d'individus matures à l'âge de 3 ans est plus élevée chez les mâles de la forme à dos rouge (3 sur 5) que chez ceux de la forme à dos de plomb (1 sur 4). Dans les deux cas, la majorité des individus de 4 ans et tous les individus de 5 ans et plus sont matures. Contrairement à la forme à dos rouge, aucun individu de 6 ou 7 ans n'a été capturé chez la forme à dos de plomb.

Ainsi, les salamandres rayées mâles de l'Île Perrot sont matures à une taille d'environ 31 mm pour la forme à dos rouge et vers 30.5-34 mm pour celle à dos de plomb; les deux formes atteignent la maturité à l'âge de 3, 4 ou 5 ans. Les LMC des mâles immatures se situent entre 28 et 35 mm pour la forme à dos rouge et entre 21.5 et 36.5 mm pour la forme à dos de plomb; celles des mâles adultes se situent entre 31 et 46 mm pour les dos rouge et entre 30.5-34

et 43 mm pour les dos de plomb. Ces résultats démontrent qu'il existe un chevauchement d'âge et de taille important entre les immatures et les adultes chez les mâles. La taille moyenne des mâles immatures est de 30.1 mm (écart-type (é.-t.) = 2.8) et de 29.9 mm (é.-t. = 3.7 mm) pour les formes à dos rouge et à dos de plomb respectivement. Dans le même ordre, les mâles matures ont une taille moyenne de 39.2 mm (é.-t. = 4.2 mm) et de 39.5 mm (é.-t. = 3.6 mm) respectivement.

Les relations LMC-diamètre du plus gros follicule et âge-diamètre du plus gros follicule montrent que la maturité sexuelle est atteinte à une taille de 41 mm environ et à l'âge de 4-5 ans chez les salamandres de la forme à dos rouge contre 40 mm environ et à l'âge de 3-4 ans chez les femelles de la forme à dos de plomb (figures 54 à 57). Ainsi le premier dépôt des œufs se fait à 5 ou 6 ans chez la forme à dos rouge et à 4 ou 5 ans chez la forme à dos de plomb. Trois femelles à gros follicules ont été capturées chez la forme à dos rouge contre deux chez la forme à dos de plomb. Ces cinq femelles auraient probablement déposées leurs œufs quelques semaines plus tard en juin. Ces femelles ont une LMC de 41 mm et plus et sont âgées de 5 et 6 ans pour la forme à dos rouge et de 40 mm et plus et âgées de 4 et 6 ans pour les salamandres à dos de plomb (figures 54 à 57).

Les femelles immatures mesurent entre 24 et 34.5 mm pour la forme à dos rouge et entre 22.5 et 34 mm pour la forme à dos de plomb. Pour les femelles adultes, les LMC varient entre 35 et 46 mm et entre 37 et 48 mm respectivement; cependant, aucun individu mesurant entre 34.5 et 36.5 mm n'a été capturé chez les femelles adultes à dos de plomb, ce qui ne nous permet pas de déterminer avec précision la taille limite entre adultes et

immatures (figures 54 et 55). La taille moyenne des femelles immatures de la forme à dos rouge est de 29.5 mm (é.-t. = 3.5 mm) et de 30.0 mm (é.-t. = 3.5 mm) pour celles de la forme à dos de plomb. De même, les femelles matures ont des tailles de 40.8 mm (é.-t. = 3.3 mm) et de 41.4 mm (é.-t. = 3.9 mm) respectivement.

3.4.3 Comparaisons intersexes et interstations

Aucune différence significative n'a été observée entre les formes à dos rouge et à dos de plomb de la station 5 (Île Perrot) pour les variables LMC et âge moyens, que ce soit pour les femelles ou les mâles, immatures ou adultes ($p \geq 0.05$ dans tous les cas). Pour cette raison, les deux formes de la station 5 seront considérés dans les analyses qui suivent comme un seul groupe. Les variables LMC et âge ont été comparées entre les trois stations pour lesquelles les paramètres de reproduction ont été analysées (stations 2, 4 et 5). De plus, les comparaisons intersexes ont été vérifiées pour chacune des stations.

3.4.3.1 Longueur museau-cloaque

Les mâles immatures des stations 4 et 5 ont une taille moyenne significativement plus petite que celle des mâles de la station 2. Chez les femelles immatures, les salamandres de la station 5 sont significativement plus petites que les femelles des stations 2 et 4 (tableau 10). Pour les adultes, les mâles ne diffèrent pas significativement entre eux pour la taille corporelle. Par contre, les femelles adultes de la station 5 ont une taille moyenne significativement plus petite que celles des stations 2 et 4 de la réserve Mastigouche (tableau 10). La comparaison intersexe de la taille moyenne des

immatures indique que les mâles de la station 4 sont significativement plus petits que les femelles. Chez les individus matures, les mâles adultes des stations 2 et 4 ont une taille moyenne significativement inférieure à celle des femelles (tableau 10).

La comparaison des distributions de fréquence de taille fournit des résultats parallèles à ceux des comparaisons de tailles moyennes (tableau 11). Ainsi, il y a une différence significative entre les sexes chez les adultes de la station 2. Il y a une différence significative entre les stations 5 et 2 & 4 pour les femelles, tant immatures que matures. On ne note pas de différence significative entre stations pour les mâles adultes mais les distributions de tailles diffèrent significativement pour les immatures entre les stations 2 et 4 & 5.

3.4.3.2 Structure d'âge

L'âge moyen des mâles immatures de la station 4 est significativement inférieur à celui des mâles des stations 2 et 5. Chez les femelles immatures, les salamandres de la station 4 ont un âge moyen inférieur (significatif) à celui des femelles de la station 2. L'âge moyen des femelles de la station 5 n'est pas significativement différent de l'âge moyen des femelles des stations 2 et 4 (tableau 12). L'âge moyen des mâles adultes ne diffère pas significativement entre les stations. Chez les femelles adultes, les salamandres de la station 5 ont un âge moyen significativement plus faible que l'âge moyen des femelles de la station 2. Les salamandres de la station 4 ont un âge moyen intermédiaire entre les stations 2 et 5 mais les différences ne sont pas significatives (tableau 12). Pour les comparaisons intersexes, aucune différence significative de l'âge moyen n'est observée entre les immatures mâles et femelles des trois

populations. Chez les adultes, les mâles de la station 2 sont significativement plus jeunes que les femelles.

Les comparaisons intersexes indiquent que seuls les salamandres de la station 2 (immatures et adultes) ont des structures d'âges qui sont significativement différentes (tableau 13). Les comparaisons entre les stations indiquent que les structures d'âges des trois stations sont significativement différentes entre elles pour les mâles et les femelles immatures. À l'opposé, aucune différence significative n'est présente entre les stations pour les mâles adultes tandis que les structures d'âges des stations 4 et 5 sont significativement différentes de celle de la station 2 pour les femelles adultes (tableau 13).

Pour l'ensemble de ces données (tableaux 10 et 12), les femelles adultes ont une taille et un âge moyens supérieurs aux mâles aux trois stations étudiées. Cependant, les résultats sont plus variés chez les immatures. Les salamandres des stations 2 et 5 ont des tailles et des âges moyens à peu près égaux pour les deux sexes : légèrement en faveur des femelles pour la station 2 (LMC) mais en faveur des mâles pour la station 5 (LMC et âge). À la station 4, les femelles immatures ont une taille et un âge supérieurs à ceux des mâles et les écarts sont plus marqués qu'aux deux autres stations.

Le tableau 15 trace un sommaire des valeurs observées dans notre étude pour les paramètres de reproduction. De même, le tableau 16 présente les caractéristiques des femelles qui portent des œufs matures ainsi que celles des paramètres de reproduction étudiés. Il n'y a pas de différence significative entre les diamètres folliculaires moyens des femelles des stations 2, 4 et 5 ($F_{(2,13)} = 0.570, P \geq 0.05$). Cependant, le nombre moyen de follicules matures par

femelle ovigère est significativement différent entre les stations 2 et 5 ($F_{(2,13)} = 6.186, P < 0.05$; tableau 16).

3.4.4 Sexe-ratio

Les valeurs du sexe-ratio des immatures et des adultes et celles du dimorphisme sexuel des adultes sont présentées au tableau 17. Aux trois stations où l'état reproducteur des animaux a été étudié, il y a toujours au moins deux fois plus de femelles immatures que de mâles immatures (sexe-ratio de 2.17 à 2.43). La situation s'inverse pour les adultes où ce sont les mâles qui se retrouvent deux fois plus nombreux que les femelles (sexe-ratio de 0.46 à 0.58), à l'exception des salamandres de la station 4 où les femelles sont encore en surnombre (sexe-ratio = 1.56). Les valeurs de sexe-ratio des formes à dos rouge et à dos de plomb diffèrent peu entre elles (tableau 17).

3.4.5 Dimorphisme sexuel

Le dimorphisme sexuel de taille est peu marqué chez la salamandre rayée d'après les résultats obtenus (tableau 17). Il est toutefois à l'avantage des femelles aux trois stations étudiées (valeurs comprises entre 1.04 et 1.14). Les valeurs de dimorphisme sexuel sont relativement semblables entre les stations et la valeur la plus élevée se situe à la station 2.

4.0 DISCUSSION

4.1 PÉRIODE D'ACTIVITÉ ET ABONDANCE

Les données recueillies lors de l'échantillonnage hebdomadaire des populations de salamandres rayées de la réserve faunique de Mastigouche en 1997 ne permettent pas d'évaluer la densité de l'espèce. La technique de capture utilisée (clôtures de dérive) permet d'évaluer uniquement l'abondance relative de la microfaune présente dans la litière du sol forestier (Heyer et al., 1994). Une étude effectuée en Virginie a estimée la densité de surface de la salamandre rayée à 2.2 individus/m² (Jaeger, 1980). Les résultats de cette étude indiquent que la densité n'a pas variée significativement au cours des 22 jours d'échantillonnage effectués en avril-mai et juillet-août 1974 malgré deux périodes de sept jours sans pluie au printemps qui a laissé la litière forestière très sèche. En utilisant cette évaluation de la densité de *P. cinereus* et le poids moyen de l'espèce mesuré à la station 2 de notre étude (0.536 g ; n=397), on obtient une biomasse totale pour la salamandre rayée de 11.79 kg/ha. L'étude de Burton et Likens (1975) a évalué la biomasse de *P. cinereus* dans une forêt du New-Hampshire à 1.65 kg/ha (0.26 individu/m²), ce qui est plusieurs fois inférieur aux résultats de Jaeger (1980). Cependant, les densités observées varient beaucoup selon les études (.21 à 2.8 salamandres / m²; Petranka, 1998). Selon les caractéristiques de l'habitat (topographie, type de sol, végétation), les densités sont susceptibles de varier beaucoup d'un endroit à l'autre (Test, 1955). Une forte proportion des salamandres serait sous le niveau du sol et effectuerait des mouvements verticaux vers la surface régulièrement (Taub, 1961; Test et Bingham, 1948). Ainsi, les inventaires de surface et les techniques de marquage-recapture sous-estimerait la taille réelle des populations.

La température et l'humidité du substrat semblent être les principaux facteurs qui influencent la distribution et les mouvements locaux de la salamandre rayée (Petranka, 1998). Dans l'ensemble, les captures effectuées dans la réserve Mastigouche aux quatre stations ont été très faibles en juin et septembre et à peu près nulles en juillet et août. De plus, l'absence de captures est plus ou moins prolongé selon les stations, allant jusqu'à six semaines aux stations 1 et 4. À ces deux endroits, les pentes du terrain étaient plus prononcées et le sol s'asséchait probablement plus rapidement ce qui influence la mobilité des salamandres rayées (Jaeger, 1980; Test, 1955). L'augmentation des captures à l'automne s'est d'ailleurs produite plus tôt aux stations 2 et 3 soit dès la mi-septembre (figures 5 et 6). Pour la réserve Mastigouche, nous n'avons pas de données pour le début du printemps (avril et mai) : le mauvais état des routes suite à la fonte des neiges retarde en général l'accès à la réserve faunique. Il est très probable que les salamandres rayées étaient déjà actives avant le début-juin à la surface du sol suite à la fonte des neiges. À l'Île Perrot (printemps 1998), les clôtures de dérive ont été installées plus tôt et étaient en fonction dès le début du mois de mai. Malgré cela, peu de salamandres ont été capturées dans les pièges-fosses; la majorité des individus ont été capturés suite à des fouilles sous les débris forestiers (roches, branches, bûches, etc.). Rappelons qu'à l'automne suivant, plusieurs individus (n=200) ont été capturés dans ces mêmes pièges-fosses entre le 20 septembre et le 21 novembre (figure 8). Il semble donc que plusieurs salamandres étaient présentes à la surface du sol au mois de mai, mais ne se déplaçaient pas vraisemblablement à cause de l'assèchement hâtif de la litière forestière environnante. On peut aussi supposer qu'à l'Île Perrot, où la saison active des salamandres est plus longue que dans les Laurentides (latitude et altitude inférieures), *P. cinereus* était probablement active avant le début de notre

échantillonnage soit dès avril. Nous n'avons pu vérifier cette hypothèse dans le cadre de notre travail.

Jaeger (1980) a résumé comme suit ses observations concernant les déplacements (horizontaux) de *P. cinereus* à travers les microhabitats du plancher forestier au cours du printemps et de l'été. « Suite à une pluie abondante, les salamandres recherchent leur nourriture dans la litière de feuille qui offre une grande surface pour la recherche alimentaire et un haut taux de capture des proies (Jaeger, 1972; Fraser, 1976). Au cours des nuits humides, elles peuvent se déplacer à la surface de la litière et même grimper sur les plantes à la recherche de proies (Jaeger, 1978). Ainsi en période humide, les salamandres rayées sont très mobiles. » À la lumière de nos résultats, on peut en conclure que les déplacements des salamandres rayées dans la réserve Mastigouche se sont produits principalement durant les journées les plus humides de l'automne, particulièrement au début d'octobre. Quand le plancher forestier s'assèche, les salamandres se déplacent d'abords entre l'interface sol-litière et ensuite, horizontalement sous les roches et les bûches qui constituent une surface beaucoup plus limitée. Par conséquent, leur mobilité est de beaucoup restreinte et le taux de capture des proies très diminué (Jaeger, 1972; Fraser, 1976). Des observations qualitatives indiquent que c'est seulement après de longues périodes sans pluie, lorsque le sol sous les roches et les bûches est sec, que la population de salamandres disparaît complètement du sol des forêts (Jaeger, 1980). L'absence totale de capture de la salamandre rayée aux quatre stations d'échantillonnage au cours des deux dernières semaines de juillet peut probablement s'expliquer par un tel mouvement vertical.

Pour que les clôtures de dérive soient efficaces i.e. permettent la capture de la microfaune terrestre, il est nécessaire que les individus recherchés effectuent des déplacements à la surface du sol. Comme on a pu le voir, les déplacements chez la salamandre rayée sont largement tributaires de l'humidité de la litière du sol. Chez les Pléthodontidés, la respiration cutanée exige que l'environnement immédiat des salamandres soit à forte teneur en humidité. Faute de pouvoir évaluer la densité de l'espèce dans la réserve faunique, nos résultats indiquent que les déplacements de *P. cinereus* à l'été 1997 ont été très limités jusqu'à la mi-septembre à toutes les stations et que l'espèce est très active et abondante à la surface du sol en octobre lorsque les conditions environnementales sont fraîches et humides. Les déplacements à la surface du sol forestier sont probablement variables d'une année à l'autre selon les précipitations. On peut supposer que la croissance des individus est favorisée tôt au printemps et particulièrement à l'automne lorsque le succès de la recherche alimentaire dans la litière du sol est élevé. Tel qu'observé pour *P. shenandoah*, d'autres facteurs tel que la rosée, la brume et les températures fraîches de l'automne pourraient jouer un rôle important dans le maintien du niveau hydrique du corps et l'espèce pourrait avoir évolué de façon à tirer avantage de ces apports éphémères en eau (Jaeger, 1971). Enfin, la forte concentration d'individus capturés dans les pièges en octobre pourrait aussi être un indice que la période de reproduction a lieu à cette période de l'année. Notre étude ne nous permet pas de déterminer précisément quand la reproduction a lieu. Selon diverses études effectuées en Nouvelle-Angleterre, la période de reproduction s'étend de l'automne au début du printemps (Petranka, 1998) mais selon Blanchard (1928), elle aurait principalement lieu à l'automne.

Nos résultats indiquent aussi que *P. cinereus* est très résistante aux basses températures puisque des individus ont été capturés jusqu'au début novembre dans la réserve Mastigouche où les conditions sont plus froides que dans la vallée du St-Laurent. À titre de comparaison, les autres espèces présentes et abondantes dans la réserve Mastigouche ont cessé leurs déplacements plus tôt en saison soit vers la mi-septembre pour le crapaud d'Amérique et au début d'octobre pour le triton vert. Les captures de *P. cinereus* jusqu'au début de novembre soit après une chute de neige d'environ dix cm en fin d'octobre (qui a fondu après 2 ou 3 jours) démontre que cette espèce est bien adaptée à son milieu. À l'Ile Perrot, le dernier relevé hebdomadaire des pièges est survenu le 21 novembre et a permis la capture de plus de 20 individus. Selon Gilhen (1984), l'observation la plus hâtive enregistrée en Nouvelle-Écosse est survenue un 9 avril (1968) et la plus tardive un 4 novembre (1982). Au Michigan, les dates de capture les plus extrêmes sont le 25 mars et le 9 décembre (Blanchard; 1928). On peut donc évaluer que la période d'activité de la salamandre rayée débute dès avril et se termine en novembre dans le sud du Québec.

La proportion de salamandres rayées de la forme à dos de plomb observée dans la réserve Mastigouche concorde avec les résultats d'études réalisés en Nouvelle-Angleterre. Dans les régions froides, les proportions observées de la forme à dos de plomb sont en général égales ou inférieures à 4% (Lotter et Scott, 1977). Dans la réserve faunique, ces proportions ne dépassent pas 3.5%. Cette faible représentativité des salamandres à dos de plomb (fréquence < 5%) peut-être interprété comme une non-adaptation aux régions froides (Lotter et Scott, 1977). Seule la station 4 ne compte aucune salamandre de la forme à dos de plomb dans sa population (n = 109). Précisons qu'un échantillon de 100 individus est adéquat pour estimer la fréquence des formes chez ces espèces (Lotter et Scott,

1977; Test, 1955; Test et Bingham, 1948). Lotter et Scott (1977) ont mis en évidence que la proportion de la forme à dos de plomb est plus faible en novembre, ce qui est interprété comme un retrait hâtif de cette forme sous le sol en automne et comme une moins grande tolérance aux basses températures. Nos captures à l'Île Perrot n'indiquent pas que la forme à dos de plomb se retire de la surface du sol significativement plus tôt à l'automne que la forme à dos rouge (figure 8). Il est à noter aussi que la proportion de la forme à dos de plomb à l'automne est plus élevée que celle du printemps (54.3% vs 47.7% respectivement). Ce résultat doit cependant être utilisé avec prudence puisque les méthodes de captures n'ont pas été les mêmes pour ces deux périodes.

Certains individus à dos rouge peuvent être pris pour des individus à dos de plomb car la bande dorsale est brun-chocolat et il n'y a pas de démarcation claire entre la bande foncée et les cotés noirs (Gilhen, 1984). Il faut donc être vigilant afin de bien identifier la forme à dos de plomb. De plus, la bande dorsale normalement rouge de la forme à dos rouge peut aussi être brun-rougeâtre, jaunâtre ou blanchâtre (Angleberger et Chinnici, 1975; Cook, 1984; Test et Bingham, 1948). Ces variations de couleurs ont été observées dans la réserve Mastigouche et à l'Île Perrot. Leur occurrence est cependant très faible (moins de 5%). Tous les individus autres que ceux formellement identifiés comme étant de la forme à dos de plomb ont été inclus dans le groupe de la forme à dos rouge.

Les jeunes de l'année n'apparaissent, dans la plupart des cas, que tard dans la saison vers le début octobre. À l'Île Perrot, les premiers jeunes de l'année ont été capturés le 24 octobre tandis que dans la réserve faunique les dates varient selon les stations : 24 septembre (station 1); 8 octobre (station 2) et 23 octobre (station 4). Les œufs de *P. cinereus* éclosent à la fin août ou en septembre (Bider

et Matte, 1994; Gilhen, 1984). Après l'éclosion, les jeunes restent 1 à 3 semaines avec les femelles et se dispersent graduellement (Burger, 1935; Test, 1955). De nos résultats, on ne peut conclure cependant que l'éclosion survient 2 ou 3 semaines avant les premières captures car il n'y a pas que les jeunes de l'année qui sont capturés tard en saison. Par exemple, très peu d'individus de 30 mm et moins, soit 1.8% (2 / 28 individus) pour la station 4, ont été capturés avant octobre. Les résultats sont semblables pour les juvéniles des autres stations. À cause de leur petite taille, les juvéniles sont plus sujet à la déshydratation ce qui limite le temps disponible pour la recherche alimentaire (Feder, 1983). Pour cette raison, les plus petits individus de la population ne se déplacent probablement que durant les périodes les plus humides. L'atteinte de la taille adulte pourrait avoir des bénéfices énormes pour les Pléthodontidés terrestres parce qu'ils peuvent se permettre des périodes de recherche alimentaire prolongées.

4.2 APPLICABILITÉ DE LA MÉTHODE SQUELETTOCHRONOLOGIQUE CHEZ *PLETHODON CINEREUS*

Le choix de l'humérus plutôt que du fémur pour l'analyse squelettochronologique de *P. cinereus* se base sur le fait que l'humérus subit moins de remodelage et qu'il est par conséquent plus favorable pour l'analyse squelettochronologique (Caetano et al., 1985; Wake et Castanet, 1995). De plus, l'analyse d'une coupe histologique d'humérus est plus facile parce que cette dernière est plus ronde en coupe transversale que celle d'un fémur qui présente une crête longitudinale qui gêne l'analyse. Cependant, trois études chez les Pléthodontidés ont tout de même obtenu de bons résultats en utilisant le fémur pour l'analyse squelettochronologique de quatre espèces du genre *Desmognathus* (Bruce et al., 2002; Castanet et al., 1996; Houck et Francillon-Vieillot, 1988).

L'utilisation des phalanges pour la détermination de l'âge chez les amphibiens permet d'éviter de sacrifier les spécimens étudiés (Flageole et Leclair, 1992). Chez *P. cinereus*, la petite taille des membres, comme chez plusieurs espèces de Pléthodontidés, ne permet pas pour le moment d'envisager cette alternative. Même en utilisant l'humérus pour la squelettochronologie, nous avons dû légèrement adapter la technique afin de faciliter la préparation de l'os. La petitesse de l'os et sa fragilité, particulièrement chez les petits individus, nous a conduit à ne pas retirer les tissus mous autour de l'os ce qui a grandement facilité sa manipulation et favorisé sa protection lors des manipulations.

Les analyses squelettochronologiques chez les urodèles ont surtout été réalisées jusqu'ici chez des espèces appartenant aux familles des Salamandridés et des Ambystomatidés. Le cycle de vie de ces espèces est caractérisé par un stade larvaire qui précède le stade adulte. À l'exception de *Batrachoseps attenuatus*, une espèce d'urodèle de Californie (Wake et Castanet, 1995), *P. cinereus* est seulement la deuxième espèce d'urodèle possédant un développement direct (stade larvaire se déroulant dans l'œuf) à laquelle la squelettochronologie a été appliquée. L'avantage d'étudier les espèces à développement direct est que nous avons la certitude que les premières LAC sont bien des marques d'individus juvéniles et non larvaires (chez les espèces à stade larvaire, il y a formation d'une ou de plusieurs LAC dans les os des larves qui ont besoin de deux saisons et plus pour se métamorphoser). La production annuelle de marques de croissance (délimitant la fin de chaque phase de croissance) a été démontrée pour quelques espèces d'urodèles vivants dans des milieux tempérés froids tel que le sud du Québec (Caetano et Castanet, 1987; Caetano et Leclair, 1999; Francillon, 1980). D'autres études ont considéré *a priori* que les LAC se déposaient de façon annuelle (Alcobendas et Castanet, 2000; Caetano et Leclair, 1996;

Flageole et Leclair, 1992). Pour la salamandre rayée, nous acceptons l'assomption qu'une LAC représente une année de croissance. Cette hypothèse ne pourrait être prouvée avec certitude qu'en effectuant un suivi annuel sur une population de salamandres rayées en milieu naturel. Dans le cadre de notre étude, nous présumons donc que chaque ligne de croissance représente la période de repos hivernale annuelle chez *P. cinereus*.

La résorption endostéale est faible ou nulle chez la majorité des individus analysés ce qui nous assure que le nombre de LAC observé correspond bien à l'âge des individus. Des taux de résorption endostéale variables ont été observés chez quatre espèces différentes du genre *Desmognathus*, la résorption étant plus marquée chez les espèces ayant une longévité supérieure (Castanet et al., 1996; Bruce et al., 2000). Chez les anoues, la résorption endostéale a tendance à être plus élevée chez les espèces les plus aquatiques, ce qui a vraisemblablement pour effet d'augmenter leur flottabilité (Castanet et Caetano, 1995; Leclair, 1990; Leclair et al., 1993). Dans l'étude de Castanet et al. (1996), la résorption variait aussi selon le degré d'association à l'eau, les espèces les plus aquatiques étant celles où le taux de résorption était le plus élevé. Cette relation entre le taux de résorption endostéal et le degré d'appartenance aux milieux aquatique et terrestre reste cependant à être démontré chez les urodèles.

Nous avons observé chez quelques individus des fausses lignes et/ou des lignes doubles (ou triples) dans le périoste, compliquant l'estimation de l'âge. De telles structures ont aussi été observées chez d'autres espèces d'urodèles dont *D. ochrophaeus* (Houck et Francillon-Vieillot, 1988) et *Triturus marmoratus* (Caetano et al., 1985). Les LAC étaient relativement pâles chez plusieurs individus et la qualité des coupes était variable d'un spécimen à l'autre. Malgré

cette situation, nous avons réussi à déterminer le nombre de LAC présentes sur les coupes histologiques pour la majorité des individus analysés. La visibilité des LAC était aussi plus faible chez *D. ochrophaeus* et *D. ocee* (espèces les plus terrestres) que chez *D. quadramaculatus* et *D. monticola* mais cette différence n'était cependant pas corrélée avec la proportion d'individus rejetés (Castanet et al., 1996; Bruce et al., 2002). Dans notre étude, les individus rejetés ont été plus nombreux à la station 1 (28 / 175 individus ou 16%) parce que ce sont les premiers individus que nous avons analysés et que la technique a dû être adaptée en cours de travail afin d'améliorer la qualité des coupes histologiques. Nous sommes confiants que la méthode utilisée a fourni des résultats fiables quant à l'âge des spécimens.

La répartition des LAC dans le périoste décrit l'ampleur de la croissance de l'animal tout au long de sa vie. Ainsi, chez la plupart des individus analysés, la croissance est importante les trois premières saisons ce qui se traduit par des LAC fortement espacées tandis que, à partir de la quatrième saison, la croissance ralentit et les LAC à la périphérie du périoste sont plus rapprochées et difficiles à lire. Chez plusieurs individus, les LAC étaient très pâles et difficiles à lire parce qu'elles se confondent avec d'autres structures semblables (fausses lignes, lignes dédoublées, lamelles de l'os). Parmi les urodèles jusqu'ici analysées à l'aide de la squelettochronologie, il semble que les marques de croissance osseuses soient, en général, histologiquement moins bien exprimées chez les Pléthodontidés que chez les autres familles (Castanet et al., 1996). Par exemple, les marques de croissance sont claires ou très claires chez plusieurs espèces de Salamandridés, d'Ambystomatidés et de Protéidés mais difficiles à lire chez les Desmognathines étudiés jusqu'ici (Bruce et al., 2002; Caetano et al., 1985; Castanet et al., 1996; Flageole et Leclair, 1992; Houck et Francillon-Vieillot, 1988; Senning, 1940),

ainsi que chez *B. attenuatus* (Wake et Castanet, 1995). Parham et al. (1996) ont appliqués la squelettochronologie à *Phaeognathus hubrichti* mais ne précisent pas si les marques de croissance étaient claires ou non. La principale difficulté provient de l'os lamellaire observé dans le périoste des Pléthodontidés comparativement à l'os à fibres parallèles observé chez les autres salamandres. Les lamelles (de l'os lamellaire) ont une apparence similaire aux LAC et sont facilement confondues avec celles-ci. Le taux de l'ostéogénèse de l'os lamellaire est plus faible que celui de l'os à fibres parallèles (Castanet et al., 1996). Chez *B. attenuatus*, l'os lamellaire est davantage observé en périphérie du périoste, au moment où la croissance de l'animal et le dépôt osseux sont ralentis (Wake et Castanet, 1995). Aussi, le taux de l'ostéogénèse du périoste est vraisemblablement plus faible dans les os longs des Pléthodontidés que dans ceux des autres urodèles. Le type d'os, le taux d'ostéogénèse et la qualité des marques de croissance semblent être des caractéristiques intrinsèques au niveau des familles chez les urodèles. Cette hypothèse a besoin d'être testée par l'étude d'autres espèces et populations de Pléthodontidés ainsi qu'en déterminant si un faible taux d'ostéogénèse et la structure osseuse lamellaire associée sont dues aux membres relativement petits par rapport au corps de l'animal (Castanet et al., 1996). Les résultats de notre étude appliquée à la salamandre rayée indiquent donc que les marques de croissance sont pâles et souvent difficiles à lire, et que l'os lamellaire est présent dans tout le périoste ce qui rend plus difficile la lecture des LAC.

Caetano et al. (1985) ont démontré la formation d'une marque de croissance d'été dans l'os de *Triturus marmoratus marmoratus* qui correspond à un second ralentissement annuel d'activité survenant pendant la saison estivale (estivation) suite à des conditions défavorables du milieu. Nous avons observé une absence

totale de captures aux quatre stations de la réserve Mastigouche lors des deux dernières semaines de juillet, absence qui s'est prolongée à six semaines aux stations 1 et 4 (figures 4 et 7). Si les conditions climatiques à cette période de l'année s'avèrent trop extrêmes pour permettre à l'espèce de demeurer à la surface du sol et de s'alimenter, on peut émettre l'hypothèse que ces périodes d'inactivité et de retrait sous le sol pourraient aussi être à l'origine de la formation d'une LAC d'été chez *P. cinereus*. L'analyse des coupes histologiques d'os longs prélevés sur des individus de la réserve Mastigouche n'indique cependant pas que de telles LAC d'été soient présentes chez la salamandre rayée (ce qui se traduirait sur les coupes histologiques par la présence de LAC doubles). Il semble donc que les conditions environnementales défavorables qui ont menées à l'arrêt des activités de l'espèce en fin de juillet, ne soient pas nuisibles au point de provoquer l'estivation des populations de la réserve Mastigouche. Ainsi, l'absence des captures en juillet n'est pas nécessairement lié à un arrêt total des activités de l'espèce et encore moins à un ralentissement marqué du métabolisme tel qu'observé en hiver. Cependant, la distribution géographique de *P. cinereus* est vaste et les régions qu'elle occupe s'étendent à des latitude et des altitudes variées. Il est donc possible que dans certaines populations vivant sous des conditions plus extrêmes encore, l'estivation soit la norme et mène au dépôt d'une LAC d'été. L'étude squelettochronologique de populations vivant sous des conditions climatiques plus extrêmes que celles observées dans le sud du Québec seront nécessaires pour vérifier cette hypothèse.

4.3 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES POPULATIONS

Les individus des stations 1 et 3 n'ont pas été analysés pour les caractéristiques de reproduction et, par conséquent, la distinction entre immatures et adultes n'a pas été faite. Afin d'intégrer ces deux stations dans notre étude, nous avons dans un premier temps comparé les caractéristiques démographiques (longévité, taille moyenne, distribution de fréquence de tailles, âge moyen et structure d'âges) en intégrant toutes les classes d'âge, à l'exception des jeunes de l'année, donc sans faire la distinction entre immatures et adultes. Dans la littérature, l'analyse de ces paramètres est généralement réalisée selon ces catégories. Ces comparaisons seront abordées pour les stations 2, 4 et 5 dans la section « Reproduction ».

4.3.1 Tailles maximales et longévité

Les longueurs museau-cloaque (LMC) maximales observées chez les mâles et les femelles de la salamandre rayée dans la réserve Mastigouche et à l'Île Perrot correspondent assez bien aux données fournies dans la littérature. Il faut cependant souligner que la prise des données peut varier selon ce que les auteurs considèrent comme la longueur corporelle. Ainsi, la mesure va de la pointe du museau jusqu'à la partie antérieure des membres arrières (Test; 1955) ou à la partie postérieure des membres arrières (Blanchard, 1928; Burger, 1935). Lotter (1978) a utilisé la longueur entre le museau et la partie antérieure du cloaque tandis que Gilhen (1984) et Nagel (1977) ont pris la mesure jusqu'à la partie postérieure du cloaque. Cette dernière mesure est la plus généralement utilisée dans la littérature dont la présente étude. Ces différences sont toutefois minimales, la longueur du cloaque d'un adulte étant de l'ordre de 2 mm (Nagel, 1977). Mais les différences significatives (entre la taille moyenne des mâles et des femelles

d'une population par exemple) étant de l'ordre de 3 ou 4 mm, il faut demeurer vigilant lorsqu'on compare les données de diverses études. Les mesures « museau-partie antérieure des membres arrières » et « museau-partie postérieure du cloaque » sont susceptibles d'engendrer les plus grands écarts.

La précision des longueurs maximales est, en principe, d'autant meilleure que les effectifs des échantillons sont grands. Ce qui explique que les échantillons des stations 1 et 2 ($n = 397$ et 278 respectivement) possèdent les individus les plus grands (51 et 50 mm respectivement). Si on les compare aux stations de plus petites tailles (stations 3, 4 et 5), on constate que ces derniers ont des tailles maximales plus faibles (47, 47 et 48 mm respectivement). Des tailles maximales semblables ont été observées par Nagel (1977; mâles = 48 mm et femelles = 49 mm; $n = 662$), Lotter (1978; femelles = 51 mm; $n = 259$), Burger (1935; mâles = 46 mm et femelles = 48 mm; $n = 1000$), Blanchard (1928; mâles = 47 mm et femelles = 48 mm; $n = 225$) et Gilhen (1984; mâles = 49 mm et femelles = 51 mm; $n = 118$). En tenant compte de tous les individus mesurés au cours de nos travaux (individus conservés et relâchés; $n = 1038$), les deux plus grands individus observés avaient des LMC de 54 mm (station 1) et 55 mm (station 2). Le sexe de ces deux salamandres n'a cependant pas été déterminé et aucun individu de 52 ou 53 mm n'a été capturé dans notre étude. Les individus qui atteignent ces tailles sont plutôt des exceptions. Lotter (1978) et Pflingsten et Downs (1989), qui ont mesurés la distance entre le museau et la partie antérieure du cloaque, ont aussi rapporté des tailles semblables. En ajoutant 2 mm (correspondant à la longueur du cloaque) à leurs mesures, on obtient des tailles de 54 mm ($n = 3$; Pflingsten et Downs, 1989) et de 53 mm (Lotter, 1978). Soulignons qu'il n'y a qu'à la station 5, chez les individus de la forme à dos rouge, que la taille maximale est égale pour les mâles et les femelles (tableau 2).

Dans tous les autres cas, la taille maximale est supérieure chez les femelles. Cependant, c'est aussi le seul groupe où les femelles sont beaucoup moins nombreuses que les mâles, ce qui explique probablement pourquoi les femelles ne dépassent pas en taille les mâles.

Diverses études ont rapportées des variations géographiques de la taille en fonction de la latitude et de l'altitude chez les amphibiens (Berven, 1982; Leclair et Laurin, 1996; Leclair et al., 2000). Dans le but de tenter une comparaison entre diverses populations de la salamandre rayée, nous avons réunis dans le tableau 18, la taille moyenne de différentes populations de *P. cinereus* distribuées dans toutes l'aire de distribution de l'espèce. Un rapide coup d'œil sur ce tableau indique que la variation de la LMC moyenne entre ces populations est plutôt faible. On note tout de même que chez les femelles, les tailles moyennes des populations des deux régions canadiennes semblent être légèrement supérieures à celles des régions de la Pennsylvanie-New-Jersey et de l'Ohio (≈ 1.5 mm). Leclair et al. (2000) ont observé un accroissement significatif de la taille de *R. sylvatica* avec la latitude. Pour la population du Tennessee, seule la valeur moyenne des mâles et des femelles réunis est fournie par les auteurs. En supposant que la taille moyenne est légèrement supérieure chez les femelles, tel qu'observé dans les autres populations, celle-ci aurait une valeur moyenne d'environ 44.5 mm, ce qui ressemble davantage aux tailles observées dans les populations canadiennes (nord). Cette LMC moyenne, qui est un peu supérieure à celles des autres populations américaines, pourrait être liée à l'effet de l'altitude tel qu'observé dans certaines populations de *Rana sylvatica* (Berven, 1982). En effet, l'étude de Nagel (1977) au Tennessee a été effectuée à une altitude plus élevée (760 m) et à la limite sud de l'aire de distribution de l'espèce, ce qui rend ces comparaisons encore plus difficiles à analyser.

Précisons que les deux populations canadiennes se situent à des latitudes semblables et il en est de même pour les populations de Pennsylvanie & New-Jersey et d'Ohio, ce qui malheureusement réduit les points de comparaison nécessaires pour bien faire ressortir les variations latitudinales entre les régions (figure 1). L'écart entre les LMC moyens des mâles et des femelles est nettement plus marqué au nord qu'au sud et toujours à la faveur des femelles (tableau 18). Tel qu'observé dans notre étude, il est possible que les femelles du Nord profitent d'une ou de plusieurs années de plus avant d'atteindre la maturité sexuelle, ce qui pourrait favoriser l'atteinte d'une plus grande taille. Précisons que les données de Burger (1985), Gilhen (1984) et Pfingsten et Downs (1989) sont composées d'individus provenant de plusieurs populations de chaque région d'étude tandis que celles de Nagel (1977) et de la présente étude proviennent de zones d'études beaucoup plus restreintes.

À ce jour, l'âge de *P. cinereus* comme de la majorité des salamandres Pléthodontidés, n'a jamais été déterminé avec précision. Peu d'information est disponible sur la longévité des amphibiens (Duellman et Trueb, 1986). Bowler (1977) a rapporté des longévités de 4-5 ans pour des salamandres Pléthodontidés élevées en captivité, ce qui ne reflète pas le potentiel de longévité de ces salamandres en nature parce que plusieurs de ces espèces n'atteignent pas la maturité sexuelle avant l'âge de quatre ans (Duellman et Trueb, 1986). Heureusement, les travaux des dernières années, notamment grâce à la squelettochronologie, ont permis de préciser l'âge maximale atteinte par plusieurs espèces en nature (Bruce et al., 2002; Caetano et Leclair, 1996; Caetano et Leclair, 1999; Flageole et Leclair, 1992; Leclair et Laurin, 1996; Leclair et al., 2000; Misawa et Matsui, 1999). Tout comme pour les tailles maximales observées dans nos échantillons, c'est aux stations 1 et 2 que les

individus les plus âgés ont été capturés. Pour l'ensemble de nos échantillons l'âge maximal atteint, par un seul individu mâle, est de 9 ans (tableau 6). Deux autres individus (femelles) ont atteint l'âge de 8 ans (station 2). Mais l'âge maximal plus couramment atteint par *P. cinereus* dans la réserve Mastigouche est de 7 ans. Cet âge a été atteint dans la réserve Mastigouche par tous les groupes sauf les mâles de la station 4 où la taille de l'échantillon est relativement petite ($n = 31$). Les échantillons plus restreints de la station 5 n'ont pas permis la capture d'individus plus âgés que 7 ans, l'âge maximal variant entre 5 et 7 ans selon les groupes. Les mâles à dos de plomb ont l'échantillon le plus petit ($n = 21$) et ne dépassent pas 5 ans. Pour des raisons semblables (échantillons de tailles inégales), Bruce et al. (2002) ont observés des longévités différentes chez une même espèce (*D. monticola*) capturée à deux localités différentes. Cet estimé de la longévité chez la salamandre rayée est semblable à ceux d'autres études ayant évalué l'âge de salamandres Pléthodontidés à l'aide de la méthode squelettochronologique (8 ans –*D. ochrophaeus*, Houck et Francillon-Vieillot, 1988; 7 ans –*Batrachoseps attenuatus*, Wake et Castanet, 1995; 7 ans –*D. ochrophaeus*, 11 ans –*D. monticola* et 13 ans –*D. quadramaculatus*, Castanet et al., 1996; 11 ans –*Phaeognathus hubrichti*, Parham et al., 1996; 11 ans –*D. monticola*, 15 ans –*D. quadramaculatus* et 8 ans –*D. ocoee*, Bruce et al., 2002). Parmi ces espèces, celles dont les tailles moyennes sont semblables à celle de *P. cinereus* (*D. ochrophaeus*, *D. ocoee*, et *B. attenuatus*) ont toutes une longévité semblable à celle que nous avons obtenue dans notre étude. De façon générale, il semble que les espèces de grande taille tendent à vivre plus longtemps que les plus petites et que les salamandres ont une longévité supérieure aux anoures (Duellman et Trueb, 1986).

4.3.2 Caractéristiques de taille et d'âge

Les mâles et les femelles diffèrent peu quant à la taille moyenne et à la distribution de fréquence des tailles sauf à l'Île Perrot où ces caractéristiques diffèrent significativement lorsque les deux formes sont réunies et cet écart est à la faveur des mâles (des deux formes) contrairement à trois des quatre stations de la réserve Mastigouche (tableaux 3 et 4). La taille moyenne supérieure observée chez les mâles de l'Île Perrot s'explique par l'absence des femelles ovigères à la surface du sol au printemps. La faible proportion de ces femelles est due à la grande discrétion de celles-ci en été au moment de la reproduction (Test, 1955). Les tailles moyennes réduites obtenues chez les femelles des formes à dos rouge et à dos de plomb de la station 5 s'expliquent donc par l'absence de ces femelles de grandes tailles dans notre échantillon du printemps. L'âge moyen et la structure d'âge des mâles des deux formes réunies de la station 5 sont aussi significativement différents de ceux des femelles et, de plus, les mâles de la forme à dos rouge sont significativement plus âgés que les femelles (tableau 7). Et lorsque nous comparons les données entre les formes (dos rouge vs dos de plomb), les résultats vont dans le même sens (âge et taille moyens supérieurs chez la forme à dos rouge; tableau 5). Ainsi, à la station 5, la forme à dos de plomb et les femelles forment des groupes plus homogènes (taille et âge moyens semblables) que la forme à dos rouge et que les mâles (tableaux 5 et 7). L'origine des différences significatives observées provient des mâles de la forme à dos rouge qui possèdent une taille et un âge moyens supérieurs aux autres regroupements. Les mâles de la forme à dos rouge comptent un seul individu dans les classes d'âge de 1 et 2 ans mais plusieurs individus âgés de 6 et 7 ans ce qui tend à augmenter la taille moyenne (figure 24). Par contre, les femelles à dos rouge et les mâles à dos de plomb comptent peu ou pas d'individus de 6 et 7 ans

(figures 24 et 25). Pour la raison évoquée précédemment (absence à la surface du sol au printemps des femelles ovigères), des conclusions claires ne peuvent être tirées en ce qui a trait à la comparaison avec les femelles. L'analyse de données récoltées à l'automne serait nécessaire pour mieux conclure à ce sujet.

Il existe un écart significatif entre la taille moyenne des jeunes de l'année de la réserve Mastigouche (LMC moyenne = 14.5 mm; n = 16) et les jeunes capturés en mai 1998 à l'Île Perrot (LMC moyenne = 18.0 mm; n = 6). Cette comparaison est quelque peu biaisée en faveur des jeunes capturés à l'Île Perrot puisque ceux-ci ont théoriquement quelques semaines de croissance de plus que ceux de la réserve Mastigouche (capturés en octobre 1997). Cependant, les tailles des six juvéniles capturés au printemps 1998 à l'Île Perrot se situent entre 17 et 19.5 mm, ce qui correspond aux plus petites tailles des jeunes de l'année capturés à l'automne 1998 à ce même site (figure 19). On peut donc affirmer que la taille moyenne calculée à partir des individus du printemps représente bien la taille moyenne des jeunes de l'année de l'Île Perrot. Soulignons aussi que l'écart observé (3.5 mm) est du même ordre de grandeur que les écarts significatifs observés entre les individus adultes. La saison de croissance plus courte dans la réserve Mastigouche pourrait être à l'origine de cet écart entre les tailles moyennes observées entre les deux régions. La saison de croissance prolongée à l'Île Perrot permet probablement un dépôt et une éclosion plus hâtifs des œufs ce qui prolonge la période de croissance des jeunes et mène à une taille moyenne supérieure au sud. Une explication alternative possible pour expliquer la taille moyenne supérieure des jeunes de l'année à l'Île Perrot serait que la taille moyenne des œufs est supérieure chez les femelles de la station 5. Nos résultats indiquent cependant qu'il n'y a pas de différence significative du diamètre moyen des follicules entre les stations (tableau 16), ce qui ne nous permet pas de

retenir cette hypothèse. À titre de comparaison, la taille d'un follicule mature variait de 2 à 3 mm (individus capturés entre avril et juin) dans l'étude de Lotter (1978), de 1.3 à 3.1 mm (individus capturés entre octobre et juin) dans l'étude de Saylor (1966) et a atteint jusqu'à ≈ 3.6 mm dans l'étude de Nagel (1977). Ces valeurs se situent dans les mêmes proportions que celles que nous avons observées dans notre étude (tableau 16).

Les femelles ovigères de la station 2 portent un nombre de follicules matures significativement supérieur à celui observé chez les femelles de la station 5. Le nombre moyen de follicules matures observés à la station 2 est aussi supérieur aux résultats rapportés dans la littérature. Le nombre moyen de follicules matures par femelle était de 9.2 au Michigan (Blanchard, 1928), de 8.4 au Tennessee (Nagel, 1977) et de 7.4 au Connecticut (Lotter, 1978). Il faut préciser cependant que les tailles de ces échantillons sont nettement supérieures à celui de la station 2 ($n = 5$). Selon les observations que nous avons faites dans notre étude, on peut émettre l'hypothèse que les populations du Nord (réserve Mastigouche) ont une reproduction de type semelpare (effort de reproduction unique). En effet, il semble que le dépôt des œufs soit retardé d'un an par rapport à la population de l'Île Perrot et qu'il soit composé d'un plus grand nombre d'œufs. Dans ces conditions, la probabilité d'une seconde oviposition dans la vie d'une femelle de la réserve Mastigouche serait cependant très réduite.

Toutes les différences significatives observées lors des comparaisons interstations sont liées à la taille moyenne réduite des mâles de la station 4 ou aux bas âges moyens des mâles et des femelles de cette même station (tableaux 3 et 7). Il en est de même pour les distributions de fréquence de tailles sauf pour quelques exceptions (tableaux 4 et 8). Cette situation s'explique par la structure

d'âge des mâles et des femelles de la station 4 qui diffèrent beaucoup des autres structures d'âge à cause de leur mode à deux ans. Cette classe d'âge compte à elle seule pour 48.6 % (femelles) et 45.2 % (mâles) des individus capturés. Les différences interpopulations chez une espèce peuvent provenir de diverses pressions de sélection biotiques ou abiotiques. Trois facteurs potentiels peuvent être à l'origine d'un dimorphisme sexuel de la taille dans une population adulte soit une différence du taux de croissance entre les sexes, un âge ou une taille minimum à la première reproduction et /ou la mortalité des adultes à un âge déterminé qui affecte la longévité (Howard, 1981). Ces trois facteurs potentiels peuvent aussi expliquer les différences de taille observées entre des populations distinctes géographiquement d'une même espèce (Leclair et Laurin, 1996). Nous discuterons davantage des caractéristiques particulières observées chez les individus de la station 4 après avoir abordé les courbes de croissance et l'âge à maturité.

4.3.3 Courbes de croissance

À l'exception des stations 2 et 4, les courbes de croissance obtenues pour les six groupes étudiés (stations 1, 2, 3, 4, 5a et 5b) diffèrent peu entre les sexes (figures 30 à 35; tableau 9). À la station 2, les courbes de croissance indiquent que les mâles cessent leur croissance rapidement après l'atteinte de la maturité tandis que les femelles poursuivent leur croissance. Chez plusieurs espèces d'urodèles, les femelles poursuivent leur croissance à un taux plus élevé que celui des mâles après la maturité (Flageole et Leclair, 1992; Caetano et Castanet, 1993; Caetano et Leclair, 1999). Ceci est un problème physiologique et bioénergétique intéressant à cause de l'investissement important en énergie que la vitellogénèse demande comparé au coût énergétique marginal de la spermatogénèse

(Jorgensen, 1992). Ce phénomène n'est cependant pas observé à la station 1 où les mâles et les femelles ont plutôt des tailles semblables à sept ans.

La croissance des femelles de la station 4 est régulière jusqu'à 5 ans, âge auquel une partie des femelles atteignent la maturité sexuelle, mais réduite par la suite ce qui traduit le peu d'investissement dans la croissance après l'atteinte de la maturité (figure 33). La station 4 ne compte qu'un seul individu âgé de plus de sept ans et une proportion élevée de salamandres dans la classe d'âge 2 ans (figure 23). Ces résultats pourraient être un indice d'une atteinte plus rapide de la maturité sexuelle chez les femelles et d'une longévité réduite. À la station 3, où la taille de l'échantillon est beaucoup plus petit que celui de la station 4, quatre salamandres sont âgées de 7 ans ou plus.

À l'Île Perrot, la comparaison des courbes de croissance entre les formes de la salamandre rayée (pour chacun des sexes) illustre une grande similarité des taux de croissance particulièrement chez les femelles (figures 36 et 37). Chez les mâles, la forme à dos de plomb indique une valeur de longueur infinie (L_{∞}) supérieure à la forme à dos rouge (tableau 9) malgré une taille moyenne nettement inférieure à cette dernière (tableau 5). L'absence de salamandres de la forme à dos de plomb âgées de plus de 5 ans explique à la fois la taille moyenne inférieure mais aussi probablement la valeur moins précise de L_{∞} qui semble plutôt élevée.

Cette similarité de la croissance entre les formes à dos rouge et à dos de plomb n'appuie pas les résultats de Moreno (1989) à l'effet que les deux formes ont des taux métaboliques standards significativement différents à 15°C pouvant favoriser la forme à dos de plomb à des températures élevées. Un tel écart du

taux métabolique entre les formes est susceptible de se traduire par des taux de croissance différents et/ou par une plus forte accumulation des graisses (Duellman et Trueb, 1986). Il est possible que le taux métabolique standard plus faible des salamandres rayées de la forme à dos de plomb de Princeton (New-Jersey) soit une caractéristique locale de la population étudiée par Moreno (1989). Aussi, ce sont peut-être uniquement les populations qui comptent une proportion plus élevée de salamandres de la forme à dos de plomb qui possèdent cette caractéristique. En effet, si les deux formes de la salamandre rayée de l'Île Perrot coexistent dans des proportions à peu près égales, on peut supposer que les deux formes se sont adaptées aux conditions particulières du milieu qu'elles ont colonisé. De plus, quelques auteurs ont émis l'hypothèse que la forme à dos de plomb est davantage associée aux températures élevées et la forme à dos rouge aux températures froides (Lotter et Scott, 1977; Moreno, 1989). La capture à l'Île Perrot des deux formes de la salamandre rayée dans des proportions à peu près égales aux diverses températures enregistrées durant l'automne 1998 (figure 8) est un indice que les deux formes ne réagissent pas différemment à la température.

4.4 REPRODUCTION

Tel qu'on pouvait le soupçonner grâce aux courbes de croissance, les femelles adultes de la station 2 ont une taille et un âge moyens significativement supérieurs à ceux des mâles adultes (figure 31; tableaux 10 et 12). De tels écarts entre les mâles et les femelles n'existent pas dans les populations des station 1 et 3 selon les courbes de croissance (figures 30 et 32). Les deux seuls autres différences intersexes (significatives) sont observées à la station 4 pour la taille moyenne chez les immatures et les adultes (tableau 10). La taille à la maturité

sexuelle est plus élevée chez les femelles que chez les mâles, ce qui explique cette différence de la taille moyenne à la faveur des femelles adultes des stations 2 et 4. La différence entre les sexes n'est pas significative à la station 5 probablement à cause de l'absence dans l'échantillon du printemps des femelles ovigères. Pour la même raison, les femelles adultes de la station 5 ont une taille moyenne significativement inférieure à celles des stations de la réserve Mastigouche et un âge moyen plus faible que celui de la station 2 (tableau 10 et 12).

Chez les mâles, l'atteinte de la maturité survient à l'âge de 3, 4 ou 5 ans selon les individus et pour toutes les stations étudiées. Dans la réserve Mastigouche, la taille minimale est de 37 mm environ, tandis qu'elle se situe à 31 mm pour la forme à dos rouge et entre 30.5 et 34 mm pour la forme à dos de plomb de l'Île Perrot. L'écart observé de la taille minimale à la maturité entre les individus de la réserve Mastigouche et ceux de l'Île Perrot est dû à la période d'échantillonnage (printemps) des individus de l'Île Perrot. Par exemple, à la station 2, deux mâles matures mais de petite taille (32.5 et 33 mm) ont été capturés en juin (figure 38) mais n'ont pas été considérés pour fixer le taille minimale à la maturité parce que trop à l'écart des autres mâles. De même, on peut penser que les plus petits individus mâles de la station 5 (les deux formes) auraient atteint la taille de 37 mm environ à l'automne suivant. De plus, la majorité des mâles matures ont une taille supérieure à 37 mm (figures 50 et 51). C'est à la station 4 qu'il y a le moins de chevauchement de tailles entre les individus immatures et matures (figure 41). Cette situation vient du fait que tous les individus mâles de la station 4 ont été capturés à l'automne à l'exception d'un spécimen (figure 43). Aux autres stations, ce sont quelques individus matures de petite taille capturés tôt en saison (et qui auraient dû atteindre la taille de 37 mm

environ à l'automne) qui laissent l'impression erronée d'un chevauchement de taille important entre immatures et adultes mâles.

Chez les femelles cependant, la taille et l'âge minimums au premier dépôt des œufs diffèrent davantage entre les stations et c'est à la station 2 qu'ils sont les plus élevés (43 mm et 6-7 ans; tableau 14). À la station 4, la taille minimale est plus faible (41 mm) et l'âge minimum, si on exclut la femelle mature de 3 ans, est aussi à 6-7 ans. Cependant, la jeune femelle mature de 3 ans semble indiquer que la maturité sexuelle survient plus hâtivement, chez certains individus du moins, à la station 4. Si on émet l'hypothèse que l'âge de cet individu a été sous-estimé d'un an (il est très peu probable que ce soit davantage puisque trois lecteurs différents sont arrivés à la même lecture), le dépôt des œufs se produit tout de même plus hâtivement à la station 4. Ce résultat va dans le même sens que ceux obtenus jusqu'ici à cette station (longévité plus faible et taux de croissance supérieur). À la station 5, la taille et l'âge au premier dépôt des œufs sont inférieurs à ceux de la station 2 (le cas de la station 4 sera traité à part à cause de ses caractéristiques particulières). La taille minimale au premier dépôt de œufs est de 40-41 mm environ pour les deux formes. Les résultats indiquent qu'une femelle de la forme à dos de plomb aurait dû déposer ses œufs à 4 ans. Puisque ici, comme à la station 4, un seul individu de l'échantillon indique un dépôt à 4 ans, posons aussi l'hypothèse que l'âge a été sous-estimé de 1 an : on peut ainsi affirmer que les femelles de la station 5 (les deux formes confondues) déposent leurs œufs à 5 ou 6 ans selon les individus, soit un an plus tôt que les femelles de la station 2. L'atteinte plus hâtive de la maturité à l'Île Perrot peut s'expliquer par les saisons de croissance plus longues vécues par les individus de la station 5 ce qui leur permet d'atteindre la maturité une année plus tôt que les salamandres de la station 2. Rappelons aussi que la taille moyenne des jeunes de

l'année semble être supérieure à l'Île Perrot par rapport aux jeunes de la réserve. Les résultats obtenus à la station 5 contredisent ceux de Lotter (1978) qui indiquaient que les femelles de la forme à dos de plomb atteignent la maturité reproductive à une plus grande taille que les femelles de la forme à dos rouge. Enfin, il y a peu de chevauchement de taille entre les immatures et les adultes femelles ce qui suggère la nécessité pour une femelle d'atteindre une taille minimale pour la reproduction.

À la station 5 et aux stations 2 et 4, on observe plusieurs femelles de grande taille et d'âge varié qui ont un petit diamètre folliculaire (figures 44-45; 47-48; 54 à 57). Ces résultats indiquent probablement une reproduction biennale chez *P. cinereus*. Plusieurs études portant sur des espèces du genre *Plethodon* ont conclu que les femelles déposent leurs œufs à tous les deux ans sur la base de deux groupes distincts de grandes femelles, celles ayant de gros follicules et celles qui en possèdent de petits (Highton, 1962; Peacock et Nussbaum, 1973; Sayler, 1966). Nos résultats concordent avec ceux de Sayler (1966) qui a rapportée un dépôt des œufs à tous les deux ans pour *P. cinereus* au Maryland mais les résultats de Nagel (1977) au Tennessee et de Werner (1971) au Michigan ont indiqués un dépôt annuel des œufs pour la même espèce. Chez des femelles de *P. glutinosus*, des cycles biennaux au nord et annuels au sud ont aussi été rapportés (Highton, 1956; 1962). Puisque le dépôt des œufs survient à 6 ou 7 ans (station 2) et que la longévité de l'espèce est de 7 ans dans la plupart des cas, la majorité des femelles de cette population ne participent donc qu'à une seule occasion à la reproduction. Il apparaît vraisemblable que dans les populations de *P. cinereus*, tant au nord qu'au sud de son aire de distribution, la majorité de l'effort de reproduction provient des femelles se reproduisant pour la première fois (Nagel, 1977).

La station 4 possède plusieurs traits démographiques très particuliers qui la classe à part des autres groupes étudiés. En effet, les caractéristiques suivantes ont été observées chez la population de la station 4 : 1) modes à 2 ans pour les mâles et les femelles plutôt qu'à 3 ans comme aux autres stations et proportion plus faible qu'aux autres stations d'individus âgés de plus de cinq ans; 2) taux de croissance supérieur, principalement les trois premières années; 3) sexe-ratio très à l'avantage des femelles et 4) aucun individu à dos de plomb n'a été capturé dans cette population (n=109). L'habitat qui abrite cette population diffère des autres stations étudiées par sa composition floristique ce qui pourrait être à l'origine de la structure démographique particulière observée à cet endroit. La station 4 était située dans une forêt de feuillus composée de bouleaux blancs et d'érables à sucre dans une proportion de 50/50 environ. Le bouleau blanc est une espèce pionnière qui s'installe généralement après un feu ou une coupe à blanc (Marie-Victorin, 1964). L'érable à sucre est une espèce tolérante qui succède aux feuillus intolérants tels que les bouleaux et les peupliers. De plus, la salamandre rayée n'occupe pas les forêts de moins de 30 ans (Bider et Matte, 1994).

Il est possible que la salamandre rayée ait recolonisé relativement récemment ce secteur qui aurait subi une coupe à blanc (ou un feu de forêt) et qui aurait été d'abord colonisé par le bouleau blanc, dans un premier temps, suivi de l'érable à sucre. Ce secteur est caractérisé par un couvert végétal peu dense, une litière au sol moins abondante que dans une forêt mature et par une faible quantité de débris au sol (branches, bûches, écorces, roches, etc). Ces caractéristiques particulières ont pu contraindre l'espèce à adapter des stratégies démographiques différentes afin de survivre dans cet endroit moins hospitalier qu'une forêt mature. Caetano et Leclair (1996) ont observés dans la réserve Mastigouche des différences interlacs importantes de la structure d'âge et du patron de croissance

chez diverses populations de tritons verts adultes. Ces différences peuvent être attribuées à certaines variations locales des facteurs biotiques et abiotiques qui affectent la croissance, la survie et le succès reproductif (Caetano et Leclair, 1996). De plus, l'absence totale de la forme à dos de plomb à la station 4 (la forme à dos de plomb est présente au trois autres stations échantillonnées) est un autre indice de la particularité de la population de salamandres rayées de la station 4. Et la station 3, située à environ 5 km de cette dernière ne possède aucune de ces caractéristiques, ce qui laisse croire que le phénomène est local. De telles divergences des traits démographiques entre des populations peu distantes sont difficiles à expliquer.

5.0 CONCLUSION

Notre étude a permis de comparer plusieurs traits démographiques entre les deux principales formes de la salamandre rayée *Plethodon cinereus*, entre des stations d'études peu distantes entre elles (réserve Mastigouche) et entre deux régions géographiques distinctes situées dans le sud du Québec. La comparaison entre les formes de *P. cinereus* a démontrée que celles-ci diffèrent peu quant à leur taux de croissance et pour la taille et l'âge à maturité notamment. L'hypothèse de Moreno (1989) à l'effet qu'elles auraient des taux métaboliques significativement différents ne s'applique pas à la population de l'Île Perrot. De plus, notre étude indique que les deux formes de l'Île Perrot ne répondent pas différemment aux variations de la température ambiante.

La station 4 de la réserve Mastigouche a démontrée des caractéristiques démographiques très distinctes des autres stations (taux de croissance supérieur, longévité réduite, sexe-ratio élevé) et une absence totale de la forme à dos de plomb dans notre échantillon. Tel qu'observé dans différentes populations de tritons verts de la réserve faunique de Mastigouche (Caetano et Leclair, 1996), les caractéristiques particulières du milieu observées à la station 4 (forêt immature entre autres) pourraient être à l'origine des différences importantes dans les traits démographiques observés entre les individus de la station 4 et ceux des autres stations étudiées.

La comparaison entre les deux grandes régions géographiques étudiées a notamment démontré une différence majeure de la taille moyenne des jeunes de l'année capturés en octobre. De plus, l'atteinte de la maturité sexuelle se produit un an plus tôt chez les femelles de l'Île Perrot (en ne tenant pas compte de l'unique femelle mature à 3 ans de la station 4). La durée de la saison active, plus longue à l'Île Perrot, semble être à l'origine de ces écarts. Par contre, les traits démographiques diffèrent peu entre les mâles des deux régions.

Notre étude a permis d'apporter quelques précisions relativement à la démographie de la salamandre rayée au Québec dont entre autres, la longévité de l'espèce qui n'a jamais été clairement démontrée jusqu'ici. Bien que les LAC ne soient pas toujours bien visibles et que l'estimation de l'âge des individus puisse être compliquée par la présence d'os lamellaire dans le périoste, nous avons démontré que la squelettochronologie pouvait être appliquée avec succès à une espèce à développement direct de la famille des Pléthodontidés.

6.0 RÉFÉRENCES

- Alcobendas, M. et J. Castanet. 2000. Bone growth plasticity among population of *Salamandra salamandra* : interactions between internal and external factors. *Herpetologica*, 56(1), 14-26.
- Angleberger, M. A. P. et J. P. Chinnici. 1975. Dimorphisme in the red-backed salamander *Plethodon cinereus* (Green) at Mountain Lake, Virginia. *Virginia Journal of Science*, 26: 153-158.
- Arntzen, J.W. 2000. A growth curve for the newt *Triturus cristatus*. *Journal of Herpetology*, 34 (2), pp. 227-232.
- Bastien, H. et R. Leclair. 1992. Aging Wood Frogs (*Rana sylvatica*) by squelettochronology. *Journal of Herpetology* 26: 222-225.
- Beachy, C. K. 1995. Age at maturation, body size, and life-history evolution in the salamander family plethodontidae. *Herpetological Review*, 26 : 179-181.
- Bertalanffy, von L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology*, 10 : 181-213.
- Berven, K. A. 1982. The genetic basis of altitudinal variation in the wood frog *Rana sylvatica*. I. An experimental analysis of life history traits. *Evolution*, 36 : 962-983.
- Bider, J. R. et S. Matte, 1994. Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent et Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Direction de la faune et des habitats, Québec, 106 p.
- Blanchard, F. N., 1928. Topics from the life history and habits of the Red-backed salamander in southern Michigan. *American Naturalist*, 62: 156-164.
- Bowler, J. K., 1977. Longevity of reptiles and amphibians in North American collections. *Herpetol. Circ.*, 6: 1-32.

- Bruce, R. C., J. Castanet et H. Francillon-Vieillot. 2002. Skeletochronological analysis of variation in age structure, body size and life history in three species of desmognathine salamanders. *Herpetologica*, 58(2), 181-193.
- Bull, C. M. 1977. Back pattern polymorphism and tadpole growth rate in two western australian frogs. *Australian Journal of Zoology*, 25 : 243-248.
- Burger, J. W. 1935. *Plethodon cinereus* (Green) in Eastern Pennsylvania and New Jersey. *American Naturalist*, 69 : 578-586.
- Burton, T. M. et G. E. Likens. 1975. Salamander populations and biomass in the Hubbard Brook experimental forest, New Hampshire. *Copeia*, 1975 : 541-546.
- Caetano, M. H. et J. Castanet. 1987. Experimental data on bone growth in *Triturus marmoratus* (Amphibia, Urodela), p. 87-90. *In: Proceedings on the fourth Ordinary Meeting of the Societas Europaea Herpetologica*. J.J. Van Gelder, H. Strijbosch and P.J. Bergers (eds). Faculty of Science, Nijmegen, Netherlands.
- Caetano, M. H. et J. Castanet. 1993. Variability and microevolutionary patterns in *Triturus marmoratus* from Portugal : age, size, longevity and individual growth. *Amphibia-Reptilia* 14 (1993): 117-129.
- Caetano, M. H., J. Castanet, et H. Francillon, 1985. Détermination de l'âge de *Triturus marmoratus marmoratus* (Latreille 1800) du Parc National de Peneda Gerês (Portugal) par squelettochronologie. *Amphibia-Reptilia*, 6 : 117-132.
- Caetano, M. H. et R. Leclair Jr. 1996. Growth and population structure of red-spotted newts (*Notophthalmus viridescens*) in permanent lakes of the Laurentian Shield, Québec. *Copeia*, 1996 : 866-874.
- Caetano, M. H. et R. Leclair Jr. 1999. Comparative phenology and demography of *Triturus boscai* from Portugal. *Journal of Herpetology*, 33 : 192-202.

Castanet, J. 1975. Quelques observations sur la présence et la structure des marques squelettiques de croissance chez les amphibiens. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 100 : 603-620.

Castanet, J. et M. H. Caetano. 1995. Influence du mode de vie sur les caractéristiques pondérales et structurales du squelette chez les amphibiens anoures. *Canadian Journal of Zoology*, 73 : 234-242.

Castanet, J., H. Francillon-Vieillot et R. C. Bruce. 1996. Age estimation in desmognathine salamanders assessed by skeletochronology. *Herpetologica*, 52 : 160-171.

Castanet, J., F. J. Meunier et H. Francillon-Vieillot. 1992. Squeletteochronologie à partir des os et des dents chez les vertébrés. *In* Baglinière, J. L., J. Castanet, F. Conand et F. J. Meunier (eds), *Tissus durs et âge individuel des vertébrés*. Orstom Inra, Paris, pp. 257-280.

Castanet, J., F. J. Meunier et A. de Ricqlès. 1977. L'enregistrement de la croissance cyclique par les tissus osseux chez les vertébrés poïkilothermes : Données comparatives et essai de synthèse. *Bulletin Biologique de la France et de la Belgique*, 111 : 183-202.

Conant, R. et J. T. Collins. 1998. *A field guide to reptiles and amphibians, eastern and central North America*. Houghton Mifflin company, Boston New-York. 616 p.

Cook, F. R., 1984. *Introduction aux Amphibiens et Reptiles du Canada*. Musée national des sciences naturelles, Musées nationaux du Canada, Ottawa. 211 p.

Corn, P. S. 1981. Field evidence for a relationship between color and developmental rate in the northern leopard frog (*Rana pipiens*). *Herpetologica*, 37 : 155-160.

Denoel, M. et P. Joly. 2001. Adaptive significance of facultative pedomorphosis in *Triturus alpestris* (Amphibia, Caudata): resource partitioning in an alpine lake. *Freshwater Biology*, 46: 1387-1396.

Denoel, M. et P. Joly. 2001. Sized-related predation reduces intermorph competition in paedomorphic Alpine newts. *Canadian Journal of Zoology*, 79: 943-948.

Dubois, A., 1980. Populations, polymorphisme et adaptation : quelques exemples chez les amphibiens anoures. *In* R. Barbault, J.A. Meyer et P. Blandin, *Recherches d'écologie théorique : les stratégies adaptatives*. pp. 141-158. Maloine, Paris. 298 p.

Duellman, W. E. et L. Trueb, 1986. *Biology of amphibians*. McGraw-Hill, New-York. 670 pp.

Esteban, M. 1990. Environmental influences on the skeletochronological record among recent and fossil frogs. *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie et Biologie Animale*, 11 : 201-204.

Feder, M. E. 1983. Integrating the ecology and physiology of plethodontid salamanders. *Herpetologica*, 39 : 291-310.

Flageole, S., et R. Leclair Jr. 1992. Étude démographique d'une population de salamandres (*Ambystoma maculatum*) à l'aide de la méthode squeletochronologique. *Canadian Journal of Zoology*, 70 : 740-749.

Ford, E. B., 1975. *Ecological genetics*. London. Halsted Press. 442 pp.

Forester, D. C. et D. V. Lykens. 1991. Age structure in a population of red-spotted newts from the Allegheny Plateau of Maryland. *Journal of Herpetology*, 25 : 373-376.

Francillon, H. 1979. Etude expérimentale des marques de croissance sur les humérus et les fémurs de Tritons crêtés (*Triturus cristatus cristatus* Laurenti) en relation avec la détermination de l'âge individuel. *Acta Zoologica (Stockholm)*, 60 : 223-232.

Francillon, H. 1980. Mise en évidence expérimentale du caractère annuel des lignes d'arrêt de croissance (LAC) chez le triton crêté, *Triturus cristatus* (Laur.). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 105 : 343-347.

Fraser, D. F. 1976. Empirical evaluation of the hypothesis of food competition in salamanders of the genus *Plethodon*. *Ecology*, 57 : 459-471.

Gilhen, J. 1968. Eight erythristic *Plethodon cinereus cinereus* (Green) from Poison lake area, Cumberland County, Nova-Scotia. The Canadian Field-Naturalist, 82: 53-54.

Gilhen, J. 1984. Amphibians and reptiles of Nova-Scotia. Nova-Scotia Museum, Halifax, Nova-Scotia, 162 pp.

Greer Jr, A. E. 1973. The color phases of the Red-backed Salamander in New England. Man and Nature, March : 27-32.

Guarino, F. M., F. Angelini, C. Giacoma et L. Cavallotto. 1995. Age determination by skeletochronology in low- and high-elevation populations of *Rana italica*. Scientia Herpetologica, 1995 : 187-191.

Gullan, J.A. 1968. Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. Manuels FAO de science halieutique. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome, Italie.

Hemelaar, A. 1988. Age, growth and other population characteristics of *Bufo bufo* from different latitudes and altitudes. Journal of Herpetology, 22 : 369-388.

Heyer, R., M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.-A. C., Hayek et M.S. Foster. 1994. Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press. Washington and London. 364 p.

Highton, R. 1956. The life history of the slimy salamander, *Plethodon glutinosus*, in Florida. Copeia, 1956: 75-93.

Highton, R. 1962. Geographic variation in the life history of the slimy salamander. Copeia, 1962: 597-613.

Hoffman, E. A. et M. S. Blouin. 2000. A review of colour and pattern polymorphisms in anurans. Biological Journal of the Linnean Society, 70: 633-665.

Houck, L. D. et H. Francillon-Vieillot. 1988. Tests for age and size effects on male mating success in a plethodontid salamander. Amphibia-Reptilia, 9: 135-144.

Howard, R.D. 1981. Sexual dimorphism in Bullfrogs. *Ecology*, 62 (2), pp. 303-310.

Jaeger, R. G. 1971. Moisture as factor influencing the distributions of two species of terrestrial salamanders. *Oecologia*, 6 : 191-207.

Jaeger, R. G. 1972. Food as a limited resource in competition between two species of terrestrial salamanders. *Ecology*, 53 : 535-546.

Jaeger, R. G. 1978. Plant climbing by salamanders: periodic availability of plant-dwelling prey. *Copeia* 1978: 686-691.

Jaeger, R. G. 1980. Fluctuations in prey availability and food limitation for a terrestrial salamander. *Oecologia*, 44 : 335-341.

Jørgensen, C. B. 1992. Growth and reproduction. *In* M. E. Feder and W. W. Burggren (eds.), *Environmental physiology of the amphibians*, pp. 439-467. Univ. Chicago Press, Chicago, Illinois.

Laurin, G. 1994. Démographie, morphométrie et fécondité chez deux populations québécoises de Grenouilles du Nord (*Rana septentrionalis*). Mémoire de maîtrise. Université du Québec à Trois-Rivières.

Leclair, R. Jr. 1990. Relationships between relative mass of the skeleton, endosteal resorption, habitat and precision of age determination in ranid amphibians. *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie et Biologie Animale*, 11 : 205-208.

Leclair, R. Jr et M. H. Caetano. 1997. Population characteristics of the red-spotted newt (*Notophthalmus viridescens*) at the Mastigouche Reserve (Québec). *In: Amphibians in Decline: Canadian Studies of a Global Problem*. Green, D. M. (Ed.) Herpetological Conservation Number One. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Saint Louis, Missouri, USA.

Leclair, R. Jr, et J. Castanet. 1987. A skeletochronological assessment of age and growth in the frog *Rana pipiens* Schreber (Amphibia, Anura) from southwestern Quebec. *Copeia*, 1987 : 361-369.

Leclair, Jr., R., C. Lamontagne et A. Aubin. 1993. Allométrie de la masse du squelette chez des amphibiens anoures. *Canadian Journal of Zoology*, 71 : 352-357.

Leclair, R. Jr, et G. Laurin. 1996. Growth and body size in populations of mink frogs *Rana septentrionalis* from two latitudes. *Ecography*, 19 : 296-304.

Leclair, R. Jr, M. H. Leclair, J. Dubois et J. L. Daoust. 2000. Age and size of Wood Frogs, *Rana sylvatica*, from Kuujjuarapik, northern Quebec. *The Canadian Field-Naturalist*, 114 (3): 381-387.

Legay, J.-M. et D. Debouzie. 1985. Les structures génétiques. *In* : Une biologie des populations, Masson (éd.), SIMEP, Paris.

Lotter, F. 1978. Reproductive ecology of the salamander *Plethodon cinereus* (Amphibia, Urodela, Plethodontidae) in Connecticut. *Journal of Herpetology*, 12 (2) : 231-236.

Lotter, F. et N. J. Scott Jr. 1977. Correlation between climate and distribution of the color morphs of the salamander *Plethodon cinereus*. *Copeia*, 1977 : 681-690.

Lillywhite, H. B., P. Licht et P. Chelgren, 1973. The role of behavioral thermoregulation in the growth energetics of the toad, *Bufo boreas*. *Ecology*, 54: 375-383.

Maret, T. J. et J. P. Collins. 1997. Ecological origin of morphological diversity: a study of alternative trophic phenotypes in larval salamanders. *Evolution*, 51(3): 898-905.

Marie-Victorin, F., é.c. 1964. Flore Laurentienne. Montréal, Les Presses de l'Université de Montréal, 925 pp.

Mathews, T. C. 1971. Genetic changes in a population of Boreal Chorus frogs (*Pseudacris triseriata*) polymorphic for color. *The American Midland Naturalist*, 85 : 208-221.

Merrell, D. J. et C. F. Rodell. 1968. Seasonal selection in the Leopard Frog, *Rana pipiens*. *Evolution*, 22: 284-288.

Misawa, Y. and M. Matsui. 1999. Age determination by skeletochronology of the Japanese Salamander *Hynobius kimurae* (Amphibia, Urodela). *Zoological Science* 16: 845-851.

Moreno, G. 1989. Behavioral and physiological differentiation between the color morphs of the salamander, *Plethodon cinereus*. *Journal of Herpetology*, 23 : 335-341.

Nagel, J. W. 1977. Life history of the Red-backed salamander, *Plethodon cinereus*, in northeastern Tennessee. *Herpetologica*, 33 : 13-18.

Nevo, E. 1973. Adaptive color polymorphism in cricket frogs. *Evolution*, 27 : 353-367.

Parham, J. F., C. K. Dodd, Jr et G. R. Zug. 1996. Skeletochronological age estimates for the red hills salamander, *Phaeognathus hubrichti*. *Journal of Herpetology*, 30 : 401-404.

Peacock, R. L. et R. A. Nussbaum. 1973. Reproductive biology and population structure of the Western Red-backed salamander, *Plethodon vehiculum* (Cooper). *Journal of Herpetology*, 7 : 215-224.

Petranka, J. W. 1998. Salamanders of the United-States and Canada. Smithsonian Institution Press. Washington and London. 587 pp.

Pfingsten, R. A. and F. L. Downs, eds., 1989. Salamanders of Ohio. Ohio Biological Survey Bulletin, New Series Vol. 7 no. 2xx + 315 pp. + 29 pls.

Pfingsten, R. A. et C. F. Walker. 1978. Some nearly all black populations of *Plethodon cinereus* (Amphibia, Urodela, Plethodontidae) in Northern Ohio. *Journal of Herpetology*, 12 : 163-167.

Regina, V. M. et D. K. Underhill. 1973. Variation in color phase, costal groove number, and liver esterase enzymes in selected populations of the Red-backed salamander, *Plethodon cinereus*. *Journal of Herpetology*, 7 : 39-42.

Rosen, M. 1971. An erythristic *Plethodon cinereus cinereus* from Ste-Foy, Portneuf county, Québec. *The Canadian Field Naturalist*, 85 : 326-327.

- Saylor, A. 1966. The reproductive ecology of the Red-backed salamander, *Plethodon cinereus*, in Maryland. *Copeia*, 1966 : 183-193.
- Schueler, F. W. et F. R. Cook. 1980. Distribution of the middorsal striped dimorphism in the wood frog, *Rana sylvatica*, in eastern North America. *Canadian Journal of Zoology*, 58 : 1643-1651.
- Senning, W.C. 1940. A study of age determination and growth of *Necturus maculosus*, based on the parasphenoid bone. *American Journal of Anatomy*, 66: 483-494.
- Skulason, S. et T. B. Smith. 1995. Resource polymorphisms in vertebrates. *Trends in Ecology and Evolution*, 10: 366-370.
- Smith, G. C., 1976. Ecological energetics of three species of ectothermic vertebrates. *Ecology*, 57: 252-264.
- Smith, T. B. et S. Skulason, 1996. Evolutionary significance of resource polymorphisms in fishes, amphibians and birds. *Annual review of ecology and systematics*, 27: 111-133.
- Taub, F. B. 1961. The distribution of the Red-backed salamander, *Plethodon c. cinereus*, within the soil. *Ecology*, 42 : 681-698.
- Test, F. H. 1955. Seasonal differences in populations of the Red-backed salamander in southeastern Michigan. *Papers of the Michigan Academy of Sciences, Arts, and Letters*, 40 : 137-153.
- Test, F. H. et B. A. Bingham. 1948. Census of a population of the Red-backed salamander (*Plethodon cinereus*). *American Midland Naturalist*, 39 : 362-372.
- Tilley, S. G. 1980. Life histories and comparative demography of two salamander populations. *Copeia*, 1980 : 806-821.
- Tilley, S. G., T. L. Lundrigan et L. P. Brower. 1982. Erythrism and mimicry in the salamander *Plethodon cinereus*. *Herpetologica*, 38 : 409-417.
- Volpe, E.P., 1957. Genetic aspects of anuran populations. *American Naturalist*, 91: 355-371.

Wake, D. B. et J. Castanet. 1995. A skeletochronological study of growth and age in relation to adult size in *Batrachoseps attenuatus*. Journal of Herpetology, 29 : 60-65.

Walford, L.A. 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. Biol. Bull., 90: 141-147.

Werner, J.K. 1971. Notes on the reproductive cycle of *Plethodon cinereus* in Michigan. Copeia, 1971 : 161-162.

Westell, P.A. et F.D. Ross. 1974. Erythristic red-backed salamanders *Plethodon cinereus*, from Ontario. The Canadian Field-Naturalist, 88: 231-232.

Williams, E. E., R. Highton et D. M. Cooper. 1968. Breakdown of polymorphism of the red-backed salamander on Long Island. Evolution, 22 : 76-86.

Wilson, C. V. 1971. Le climat du Québec (1^{ère} partie) : Atlas climatique. Service météorologique du Canada, Études climatiques II : 10 pages, 44 figures.

Zar, J.H. 1996. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New-Jersey. Third edition. 662 pp. + annexes.

ANNEXE 1

TABLEAUX

Tableau 1

Provenance et effectifs des salamandres rayées capturées dans la réserve Mastigouche et à l'île Perrot

Stations	Coloration de la population	Dates d'échantillonnage	Individus conservés	Individus relâchés	Captures totales	Données de reproduction ¹	Détermination	
							Sexe ²	Âge
Réserve Mastigouche								
Station 1	Dos rouge	19/09-18/10/1996	78	0	78			
		29/05-03/11/1997	97	103	200			
		Total 1996/1997 :	175	103	278	0	175	147
Station 2	Dos rouge	29/05-03/11/1997	194	203	397	110	110	110
Station 3	Dos rouge	29/05-03/11/1997	69	0	69	0	69	66
Station 4	Dos rouge	29/05-03/11/1997	109	0	109	109	109	109
Île Perrot								
Station 5	Dos rouge	07/05-07/06/1998	58	0	58			
		13/09-21/11/1998	35	59	94			
		Total 1998 :	93	59	152	58	57	57
Station 5 (suite)	Dos de plomb	07/05-07/06/1998	53	0	53			
		13/09-21/11/1998	39	67	106			
		Total 1998 :	92	67	159	53	48	53

¹ : Effectifs utilisés pour étudier les paramètres de reproduction² : Le sexe des salamandres âgées de moins de 1 an n'a pas été déterminé

Tableau 2

Données de la longueur museau-cloaque (LMC) mesurée chez les salamandres rayées capturées dans la réserve Mastigouche et à l'Île Perrot ; F = femelles ; M = mâles ; é.-t. = écart-type

Population	Sexe	Effectif	LMC (mm)		
			moyenne	é.-t.	étendue
Mastigouche					
Station 1	F	44	37.1	7.6	24.5 – 51.0
	M	45	36.0	6.1	22.0 - 46.0
Station 2	F	63	36.8	6.3	19.0 – 50.0
	M	42	37.3	4.4	28.5 – 46.0
Station 3	F	41	35.0	7.5	22.0 – 47.0
	M	28	34.5	6.1	24.5 – 45.0
Station 4	F	70	35.4	5.7	25.5 – 47.0
	M	33	33.3	6.2	21.5 – 45.0
Île Perrot (Station 5)					
Forme à dos rouge	F	25	34.9	6.7	24.0 – 46.0
	M	32	37.5	5.3	28.0 – 46.0
Forme à dos plomb	F	27	32.9	6.2	22.5 – 48.0
	M	21	34.8	5.6	21.5 – 43.0
Formes réunies	F	52	33.9	6.4	22.5 – 48.0
	M	53	36.4	5.6	21.5 – 46.0

Tableau 3

Comparaisons intersexes et interstations de la longueur museau-cloaque (LMC) moyenne pour les salamandres rayées capturées dans la réserve Mastigouche et à l'Île Perrot. F = femelles; M = mâles. P = probabilité d'une différence intersexe déterminée par un test de t. Comparaisons interstations : les moyennes avec des lettres différentes indiquent une différence significative tel que déterminé par une ANOVA (à un critère de classification) et un test de Tukey.

Population	LMC (mm)		
	Mâles	Femelles	P
Mastigouche			
Station 1	34,4 ± 5,6 ^{ab} (n = 29)	36,4 ± 7,3 ^a (n = 36)	≥ 0,05
Station 2	37,3 ± 4,4 ^a (n = 42)	36,8 ± 6,3 ^a (n = 63)	≥ 0,05
Station 3	34,5 ± 6,1 ^{ab} (n = 28)	35,0 ± 7,5 ^a (n = 41)	≥ 0,05
Station 4	33,3 ± 6,2 ^b (n = 33)	35,4 ± 5,7 ^a (n = 70)	≥ 0,05
Île Perrot (Station 5)			
Forme à dos rouge	37,5 ± 5,3 ^a (n = 32)	34,9 ± 6,7 ^a (n = 25)	≥ 0,05
Forme à dos plomb	34,8 ± 5,6 ^{ab} (n = 21)	32,9 ± 6,2 ^a (n = 27)	≥ 0,05
Formes réunies	36,4 ± 5,6 (n = 53)	33,9 ± 6,4 (n = 52)	< 0,05

Tableau 4

Résultats sommaires des tests de Chi-carré pour les distributions de fréquence des LMC des mâles (en haut à droite), des femelles (en bas à gauche) entre les cinq stations (et pour les deux formes de la station 5 prises séparément) et entre les sexes intrapopulations (diagonale) des cinq stations de capture de *P. cinereus*. L'astérisque indique un résultat significatif ($P < 0.05$) et le trait négatif indique un résultat non significatif ($P \geq 0.05$). Le X indique une absence de test.

	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Dos rouge	Dos plomb	Station 5
Station 1	-	-	-	-	-	-	-
Station 2	-	-	*	*	-	-	-
Station 3	-	-	-	-	*	-	*
Station 4	-	-	-	-	*	-	*
Dos rouge	-	-	-	-	-	-	X
Dos plomb	-	-	-	-	-	-	X
Station 5	-	-	-	-	X	X	*

Tableau 5

Comparaisons entre les formes à dos rouge et à dos de plomb de la longueur museau-cloaque moyenne (LMC) et de l'âge moyen pour les salamandres rayées capturées à l'Île Perrot. DRO = forme à dos rouge; DPB = forme à dos de plomb; P = probabilité d'une différence intersexe déterminée par un test de t (LMC) et de Mann-Whitney (âge).

Population	Ratio DRO/DPB	LMC (mm)			Âge (ans)		
		Dos rouge	Dos de plomb	P	Dos rouge	Dos de plomb	P
Île Perrot (Station 5)							
Mâles	1.52	37.5 ± 5.3 (n = 32)	34.8 ± 5.6 (n = 21)	≥ 0.05	4.5 ± 1.3 (n = 31)	3.5 ± 1.1 (n = 21)	< 0.05
Femelles	0.93	34.9 ± 6.7 (n = 25)	32.9 ± 6.2 (n = 27)	≥ 0.05	3.7 ± 1.4 (n = 25)	3.2 ± 1.3 (n = 27)	≥ 0.05
Sexes confondus	1.19	36.4 ± 6.1 (n = 57)	33.7 ± 5.9 (n = 48)	< 0.05	4.1 ± 1.4 (n = 56)	3.3 ± 1.2 (n = 48)	< 0.01

Tableau 6

Données sur l'âge des salamandres rayées capturées dans la réserve Mastigouche et à l'Île Perrot ; F = femelles ; M = mâles ; é.-t. = écart-type

Population	Sexe	Effectif	Âge (ans)		
			moyenne	é.-t.	étendue
Mastigouche					
Station 1	F	39	4.3	1.9	1 – 8
	M	42	3.9	1.3	1 – 7
Station 2	F	63	3.6	1.6	1 – 7
	M	42	4.1	1.7	2 – 9
Station 3	F	39	3.5	1.6	1 – 7
	M	27	3.6	1.5	2 – 7
Station 4	F	70	3.0	1.5	1 – 7
	M	31	2.8	1.6	1 – 6
Île Perrot (Station 5)					
Forme à dos rouge	F	25	3.7	1.4	2 – 6
	M	31	4.5	1.3	2 – 7
Forme à dos plomb	F	27	3.2	1.3	2 – 7
	M	21	3.5	1.1	2 – 5
Formes réunies	F	52	3.4	1.4	2 – 7
	M	52	4.1	1.3	2 – 7

Tableau 7

Comparaisons intersexes et interstations de l'âge moyen pour les salamandres rayées capturées dans la réserve Mastigouche et à l'Île Perrot. P = probabilité d'une différence intersexe déterminée par un test de Mann-Whitney. Comparaisons interstations : les moyennes avec des lettres différentes indiquent une différence significative tel que déterminé par le test de Kruskal-Wallis et un test de comparaisons multiples du type Tukey.

Population	Âge (ans)		P
	Mâles	Femelles	
Mastigouche			
Station 1	3,5 ± 1,1 ^{ab} (n = 26)	4,1 ± 1,9 ^a (n = 32)	≥ 0.05
Station 2	4,1 ± 1,7 ^a (n = 42)	3,6 ± 1,6 ^{ab} (n = 63)	≥ 0.05
Station 3	3,6 ± 1,5 ^{ab} (n = 27)	3,5 ± 1,6 ^{ab} (n = 39)	≥ 0.05
Station 4	2,8 ± 1,6 ^b (n = 31)	3,0 ± 1,5 ^b (n = 70)	≥ 0.05
Île Perrot (Station 5)			
Forme à dos rouge	4,5 ± 1,3 ^a (n = 31)	3,7 ± 1,4 ^{ab} (n = 25)	< 0.05
Forme à dos plomb	3,5 ± 1,1 ^{ab} (n = 21)	3,2 ± 1,3 ^{ab} (n = 27)	≥ 0.05
Formes réunies	4,1 ± 1,3 (n = 52)	3,4 ± 1,4 (n = 52)	< 0.01

Tableau 8

Résultats sommaires des tests de Chi-carré pour les structures d'âge des mâles (en haut à droite), des femelles (en bas à gauche) entre les cinq stations (et pour les deux formes de la station 5 prises séparément) et entre les sexes intrapopulations (diagonale) des cinq stations de capture de *P. cinereus*. L'astérisque indique un résultat significatif ($P < 0.05$) et le trait négatif indique un résultat non significatif ($P \geq 0.05$). Le X indique une absence de test.

	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Dos rouge	Dos plomb	Station 5
Station 1	-	*	-	*	*	-	-
Station 2	-	*	-	*	-	*	*
Station 3	-	-	-	*	*	-	-
Station 4	*	*	*	-	*	*	*
Dos rouge	-	-	-	-	-	-	X
Dos plomb	-	-	-	-	-	-	X
Station 5	-	-	-	-	X	X	*

Tableau 9

Caractéristiques de la croissance des salamandres rayées capturées dans la réserve Mastigouche (saison 1997) et à l'île Perrot (printemps 1998), selon les paramètres du modèle de Bertalanffy.

Station	K		L infinie (L_{∞})	
	mâles	femelles	mâles	femelles
1	0.22	0.26	53.55	51.00
2	0.34	0.25	46.07	52.91
3	0.15	0.20	66.50	57.00
4	0.27	0.46	52.21	45.76
5a (dos rouge)	0.30	0.21	50.31	58.26
5b (dos de plomb)	0.29	0.25	53.24	56.09

Tableau 10

Comparaisons intersexes et interstations de la longueur museau-cloaque (LMC) moyenne pour les salamandres rayées (immatures et adultes) capturées aux stations 2, 4 et 5. P = probabilité d'une différence intersexe déterminée par un test de t. Comparaisons interstations : les moyennes avec des lettres différentes indiquent une différence significative tel que déterminé par une ANOVA (à un critère de classification) et du test de Tukey.

Population	immatures			adultes		
	mâles	femelles	P	mâles	femelles	P
Station 2	34.4 ± 3.0 ^a (n = 21)	34.7 ± 4.9 ^a (n = 51)	≥0.05 (t=0.273)	40.2 ± 3.7 ^a (n = 21)	45.8 ± 1.8 ^a (n = 12)	<0.001 (t=5.761)
Station 4	30.4 ± 4.3 ^b (n = 24)	33.3 ± 4.1 ^a (n = 56)	<0.01 (t=2.766)	41.1 ± 2.6 ^a (n = 9)	43.9 ± 1.8 ^a (n = 14)	<0.01 (t=3.151)
Station 5	30.0 ± 3.7 ^b (n = 15)	29.8 ± 3.4 ^b (n = 33)	≥0.05 (t=-0.22)	39.0 ± 3.8 ^a (n = 38)	41.0 ± 3.4 ^b (n = 19)	≥0.05 (t=1.952)

Tableau 11

Résultats sommaires des tests de Chi-carré pour les distributions de fréquence des LMC des mâles (en haut à droite), des femelles (en bas à gauche) et entre les sexes (diagonale) des immatures (à gauche) et des adultes (à droite) pour les trois stations de capture de *P. cinereus* analysées pour les caractères de reproduction. L'astérisque indique un résultat significatif ($P < 0.05$) et le trait négatif indique un résultat non significatif ($P \geq 0.05$).

Population	LMC immatures			LMC adultes		
	station 2	station 4	station 5	station 2	station 4	station 5
station 2	-	*	*	*	-	-
station 4	-	-	-	-	-	-
station 5	*	*	-	*	*	-

Tableau 12

Comparaisons intersexes et interstations de l'âge moyen pour les salamandres rayées (immatures et adultes) capturées aux stations 2, 4 et 5. P = probabilité d'une différence intersexe déterminée par un test de Mann-Whitney. Comparaisons interstations : les moyennes avec des lettres différentes indiquent une différence significative tel que déterminé par le test de Kruskal-Wallis et un test de comparaisons multiples du type Tukey.

Population	immatures			adultes		
	mâles	femelles	P	mâles	femelles	P
Station 2	3.0 ± 0.5 ^a (n = 21)	3.0 ± 1.0 ^a (n = 51)	≥0.05 (U=511.5)	5.1 ± 1.7 ^a (n = 21)	6.3 ± 0.7 ^a (n = 12)	<0.05 (U=181.0)
Station 4	2.0 ± 0.6 ^b (n = 22)	2.4 ± 0.8 ^b (n = 56)	≥0.05 (U=756.0)	4.9 ± 1.2 ^a (n = 9)	5.4 ± 1.0 ^{ab} (n = 14)	≥0.05 (U=77.0)
Station 5	2.7 ± 0.7 ^a (n = 15)	2.5 ± 0.5 ^{ab} (n = 33)	≥0.05 (U=209.5)	4.6 ± 1.1 ^a (n = 37)	5.0 ± 0.9 ^b (n = 19)	≥0.05 (U=427.0)

Tableau 13

Résultats sommaires des tests de Chi-carré pour les structures d'âge des mâles (en haut à droite), des femelles (en bas à gauche) et entre les sexes (diagonale) des immatures (à gauche) et des adultes (à droite) pour les trois stations de capture de *P. cinereus* analysées pour les caractères de reproduction. L'astérisque indique un résultat significatif (P < 0.05) et le trait négatif indique un résultat non significatif (P ≥ 0.05).

Population	Âge immatures			Âge adultes		
	station 2	station 4	station 5	station 2	station 4	station 5
station 2	*	*	*	*	-	-
station 4	*	-	*	*	-	-
station 5	*	*	-	*	-	-

Tableau 14

Sommaire de la taille et de l'âge à la maturité sexuelle (mâles) et au premier dépôt des œufs (femelles)

Station	Mâles		Femelles	
	Taille	Âge	Taille	Âge
2	36.5 mm	3, 4 ou 5 ans	43 mm (n = 5)	6-7 ans
4	37 mm	3, 4 ou (5?) ans	41 mm (n = 6)	3 ans? (6-7 ans) ¹
5a	31 mm	3, 4 ou 5 ans	41 mm (n = 3)	5-6 ans
5b	30.5-34 mm	3, 4 ou 5 ans	40 mm (n = 2)	4(?) - 6 ans

¹ Si on ne tient pas compte de l'individu de trois ans

Tableau 15

Sommaire des caractéristiques de reproduction des salamandres rayées immatures et adultes des stations d'échantillonnage 2, 4 (réserve Mastigouche) et 5 (Île Perrot).

population	N	LMC (mm)	âge (ans)	largeur testicules (mm)	N	LMC (mm)	âge (ans)	diamètre follicules (mm)	largeur oviductes (mm)
immatures									
mâles					femelles				
Station 2	21	28.5 – 41.0 (34.4 ± 3.0)	2 – 4 (3.0 ± 0.5)	0.5 – 1.0 (0.72 ± 0.15)	51	19.0 – 43.0 (34.7 ± 4.9)	1 – 5 (3.0 ± 1.0)	0.15 – 0.88 (0.32 ± 0.12)	--
Station 4	24	21.5 – 36.5 (30.4 ± 4.3)	1 – 3 (2.0 ± 0.6)	0.13 – 1.0 (0.63 ± 0.26)	56	25.5 – 42.0 (33.3 ± 4.1)	1 – 4 (2.4 ± 0.8)	0.12 – 0.63 (0.30 ± 0.12)	0.05 – 0.60 (0.16 ± 0.11)
Station 5a	6	28.0 – 35.0 (30.1 ± 2.8)	2 – 4 (3.0 ± 0.6)	0.3 – 0.5 (0.37 ± 0.07)	13	24.0 – 34.5 (29.5 ± 3.5)	2 – 3 (2.5 ± 0.5)	0.18 – 0.66 (0.31 ± 0.13)	0.05 – 0.15 (0.11 ± 0.03)
Station 5b	9	21.5 – 36.5 (29.9 ± 4.4)	2 – 4 (2.6 ± 0.7)	0.23 – 0.63 (0.46 ± 0.15)	20	22.5 – 34.0 (30.0 ± 3.5)	2 – 3 (2.6 ± 0.5)	0.20 – 0.40 (0.29 ± 0.06)	0.05 – 0.15 (0.10 ± 0.03)
adultes									
mâles					femelles				
Station 2	21	32.5 – 46.0 (40.2 ± 3.7)	3 – 9 (5.1 ± 1.7)	1.0 – 2.3 (1.66 ± 0.29)	12	43.0 – 50.0 (45.8 ± 1.8)	5 – 7 (6.3 ± 0.7)	0.60 – 3.50 (1.75 ± 1.18)	--
Station 4	9	37.0 – 45.0 (41.1 ± 2.6)	3 – 6 (4.9 ± 1.2)	1.1 – 2.0 (1.48 ± 0.27)	14	41.0 – 47.0 (43.9 ± 1.8)	3 – 7 (5.4 ± 1.0)	0.40 – 3.20 (1.66 ± 1.24)	0.50 – 2.60 (1.12 ± 0.67)
Station 5a	26	31.0 – 46.0 (39.2 ± 4.2)	3 – 7 (4.8 ± 1.2)	0.75 – 1.75 (1.44 ± 0.21)	12	35.0 – 46.0 (40.8 ± 3.3)	4 – 6 (5.0 ± 0.7)	0.38 – 3.20 (1.17 ± 1.06)	0.13 – 2.20 (0.70 ± 0.70)
Station 5b	12	34.0 – 43.0 (38.4 ± 3.0)	3 – 5 (4.3 ± 0.6)	1.25 – 2.25 (1.60 ± 0.31)	7	37.0 – 48.0 (41.4 ± 3.9)	4 – 7 (5.0 ± 1.2)	0.50 – 3.00 (1.24 ± 1.04)	0.15 – 1.80 (0.70 ± 0.66)

Tableau 16

Sommaire des caractéristiques de reproduction des salamandres rayées femelles matures ovigères des stations d'échantillonnage 2, 4 (réserve Mastigouche) et 5 (Île Perrot). Les valeurs moyennes et les écarts-type sont entre parenthèses.

population	n	LMC (mm)	âge (ans)	nombre de follicules matures	diamètre des follicules ¹ (mm)	largeur des oviductes (mm)
Station 2	5	44.0 – 50.0 (46.3 ± 2.3)	5 – 7 (6.4 ± 0.9)	8 – 15 (11.2 ± 2.6)	2.50 – 3.50 (3.04 ± 0.37)	--
Station 4	6	41.0 – 46.0 (43.8 ± 2.0)	3 – 6 (5.2 ± 1.2)	4 – 11 (8.0 ± 2.5)	2.50 – 3.20 (3.02 ± 0.30)	1.0 – 2.6 (1.73 ± 0.55)
Station 5a (dos rouge)	3	41.0 – 43.0 (41.8 ± 1.0)	5 – 6 (5.3 ± 0.6)	6 – 8 (7.0 ± 1.0)	2.50 – 3.20 (2.90 ± 0.36)	1.0 – 2.2 (1.73 ± 0.64)
Station 5b (dos de plomb)	2	40.0 – 44.0 (42.0 ± 2.8)	4 – 6 (5.0 ± 1.4)	4 – 6 (5.0 ± 1.4)	2.50 – 3.00 (2.75 ± 0.35)	1.5 – 1.8 (1.65 ± 0.21)
Station 5 (a+b)	5	40.0 – 44.0 (41.9 ± 1.6)	4 – 6 (5.2 ± 0.8)	4 – 8 (6.2 ± 1.5)	2.50 – 3.20 (2.84 ± 0.32)	1.0 – 2.2 (1.70 ± 0.47)

¹ : La mesure prise sur chacune des femelles ovigères est le diamètre du plus gros follicule observé

Tableau 17

Valeurs des sexes-ratios et des dimorphismes sexuels (LMC moy. des femelles adultes/LMC moy. des mâles adultes) des stations d'échantillonnage 2, 4 (réserve Mastigouche) et 5 (Île Perrot).

population	sexe-ratio (nombre de F/ nombre de M)		dimorphisme sexuel (F/M)
	immatures	adultes	adultes
Station 2	2.43 (51/21)	0.57 (12/21)	1.14
Station 4	2.33 (56/24)	1.56 (14/9)	1.07
Station 5a (dos rouge)	2.17 (13/6)	0.46 (12/26)	1.04
Station 5b (dos de plomb)	2.22 (20/9)	0.58 (7/12)	1.08
Station 5 (a+b)	2.20 (33/15)	0.50 (19/38)	1.05

Tableau 18

Comparaison des longueurs museau-cloaque moyennes (LMC, en mm) de diverses populations de la salamandre rayée, *Plethodon cinereus*.

Population	LMC femelle	LMC mâle	Δ LMC	Référence
	X_1	X_2	$X_1 - X_2$	
Québec ¹ (altitude : \approx 360 m)	44.8	40.5	4.3	Présente étude
Nouvelle-Écosse	44.4	41.7	2.7	Gilhen, 1984
Pennsylvanie- New-Jersey ²	43	41	2	Burger, 1935
Ohio ²	43.2	42,5	0.7	Pfingsten et Downs, 1989
Tennessee (altitude: 760 m)		43.5	---	Nagel, 1977

¹: LMC moyennes des salamandres rayées adultes de la réserve Mastigouche (stations 2 et 4) seulement. La taille moyenne des femelles de l'île Perrot a été sous-évaluée parce que l'échantillonnage a été réalisé au printemps. Voir le texte.

²: Une longueur de 2 mm a été ajoutée aux valeurs moyennes fournies par les auteurs pour compenser les écarts provenant des différentes façons utilisées par les auteurs pour estimer la taille des individus. Voir le texte.

ANNEXE 2

FIGURES

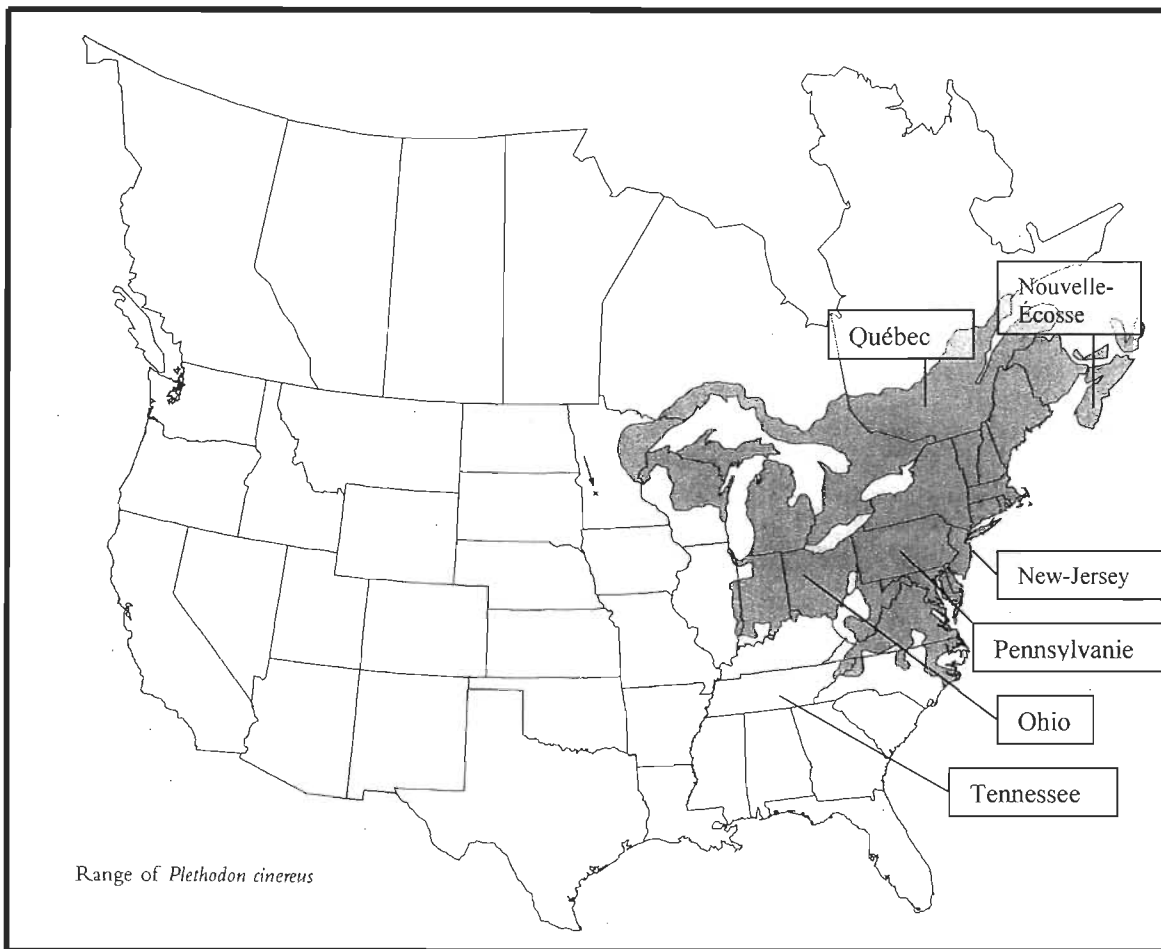


Figure 1: Distribution de *Plethodon cinereus* en Amérique du Nord (Petranka, 1998). Les noms des états américains et des provinces canadiennes réfèrent au tableau 18.

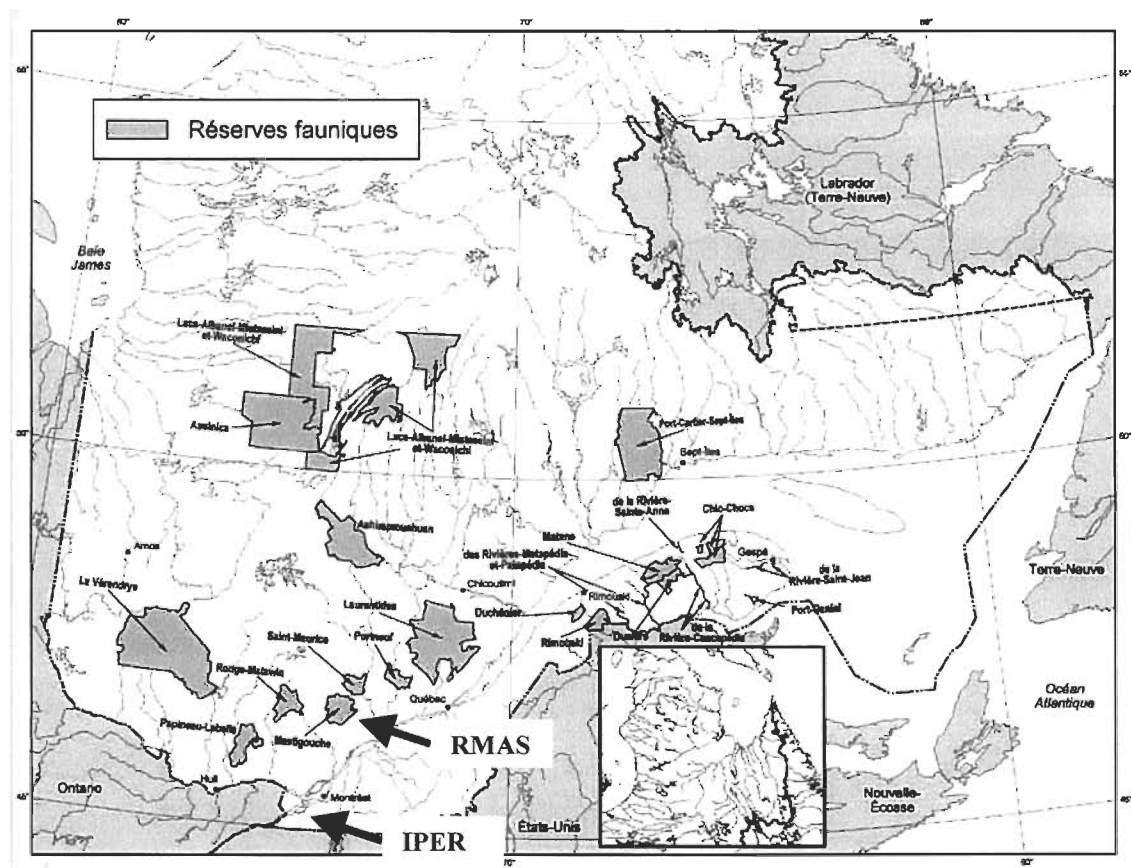


Figure 2: Localisation des sites d'étude; RMAS : Réserve Mastigouche, IPER : Île Perrot

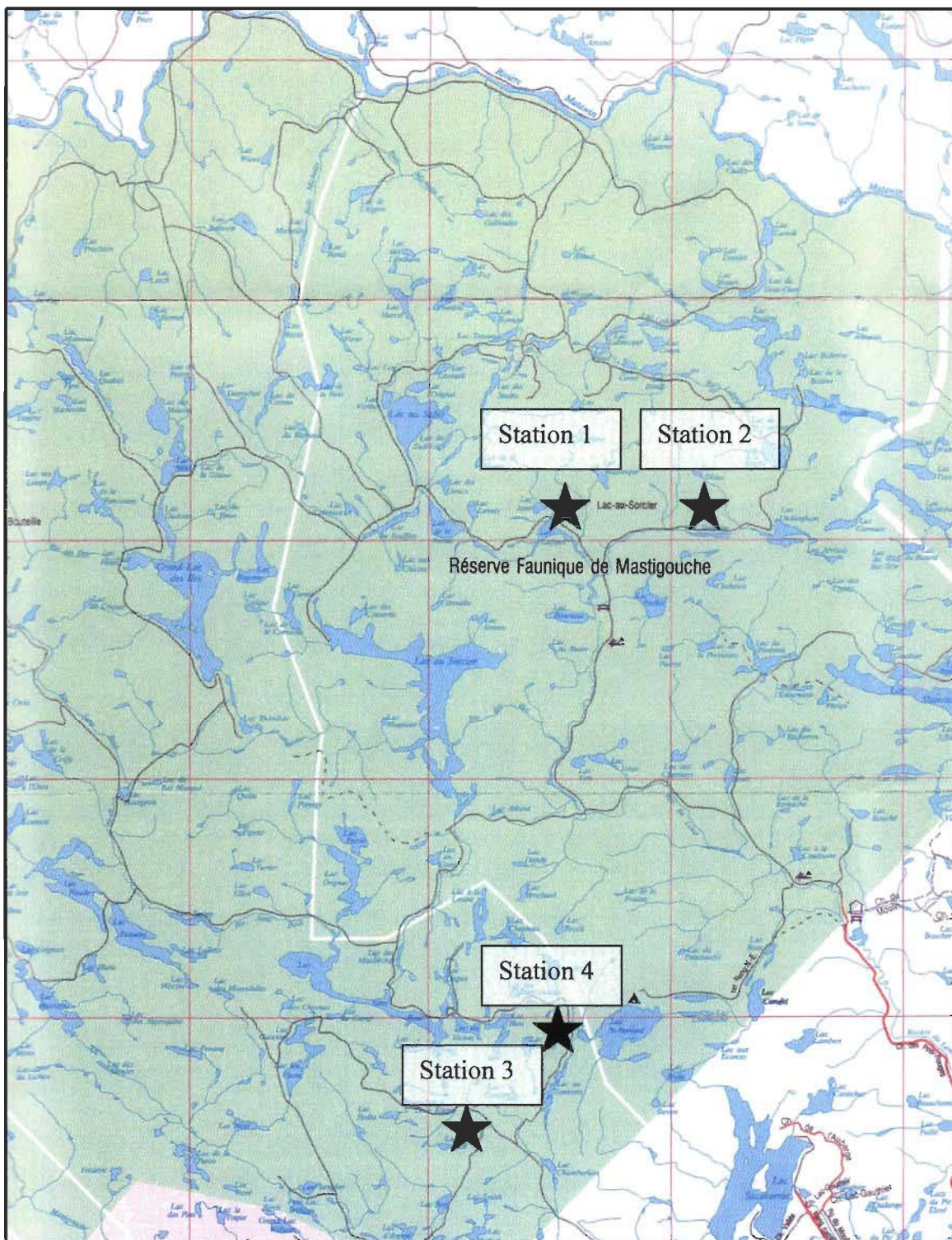


Figure 3 : Localisation des stations d'échantillonnage dans la réserve Mastigouche

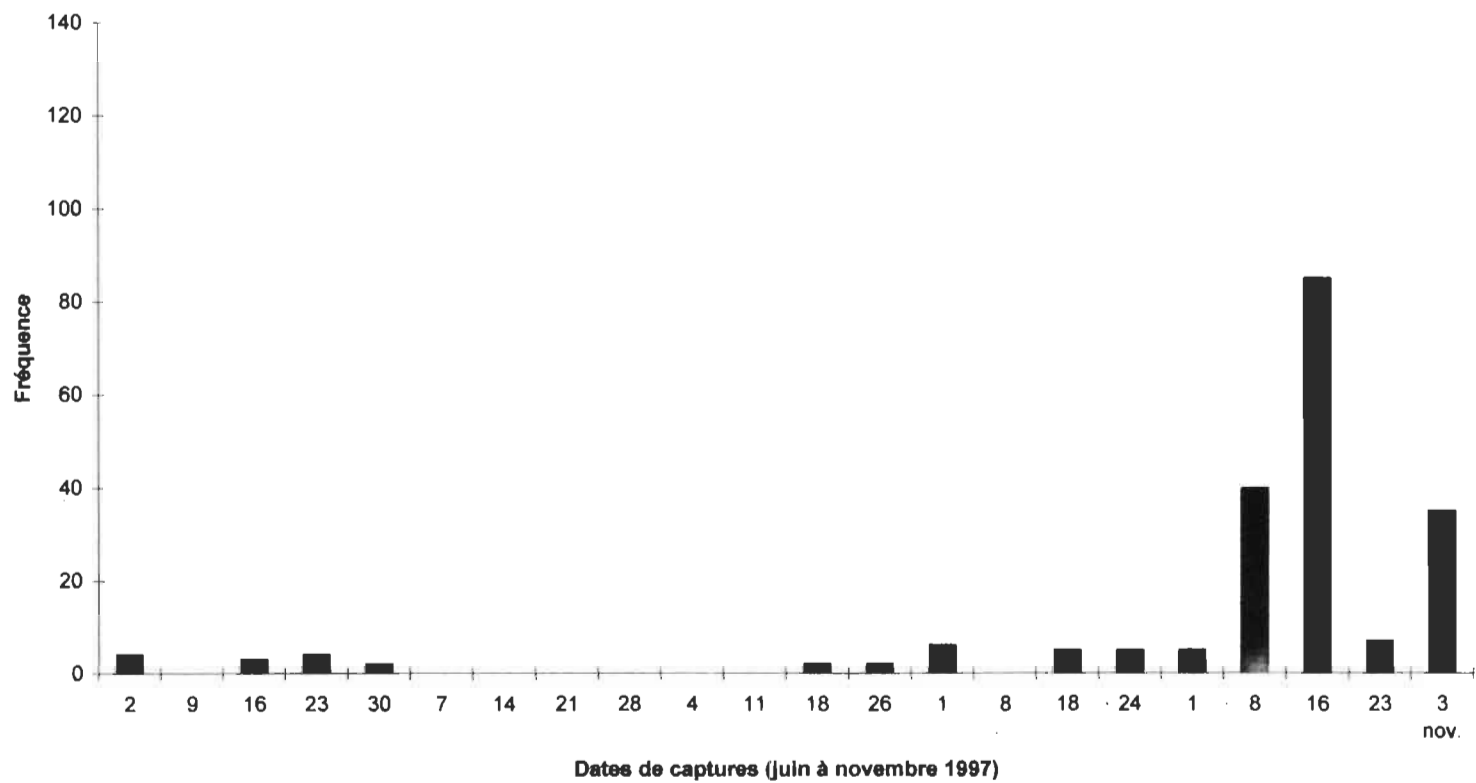


Figure 4 : Distribution des captures de *Plethodon cinereus* à la station 1, dans la réserve Mastigouche (Québec), durant l'année 1997 (n = 200)

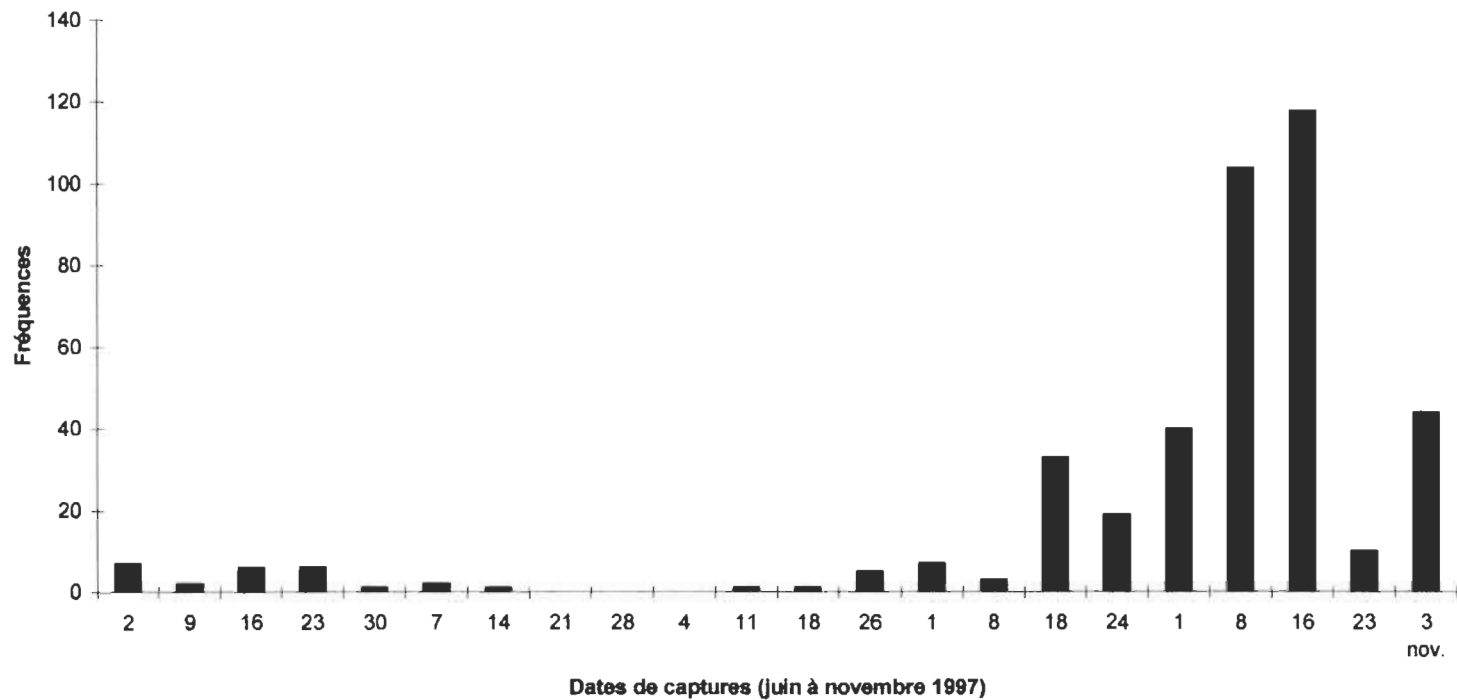


Figure 5 : Distribution des captures de *Plethodon cinereus* à la station 2, dans la réserve Mastigouche (Québec), durant l'année 1997 (n = 397)

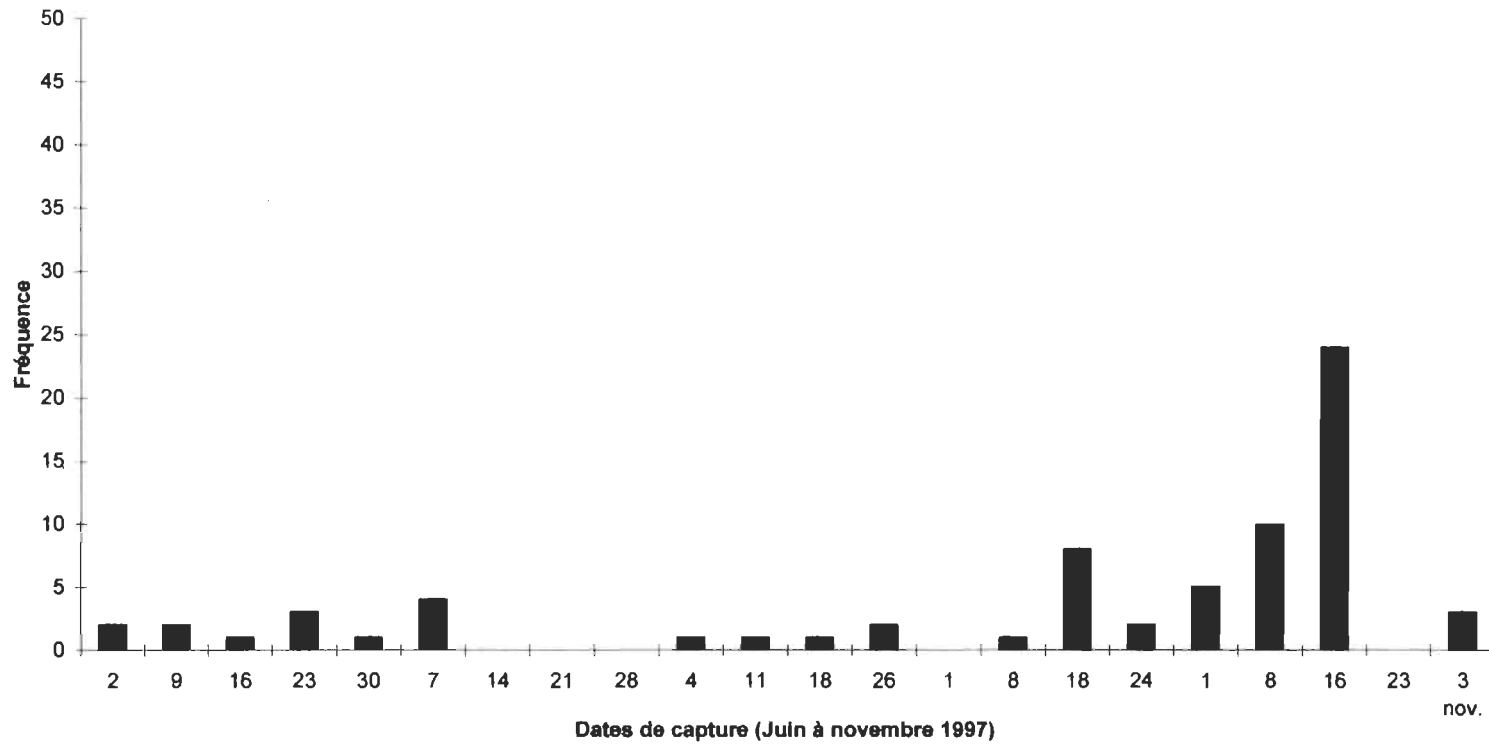


Figure 6 : Distribution des captures de *Plethodon cinereus* à la station 3, dans la réserve Mastigouche (Québec), durant l'année 1997 (n = 71)

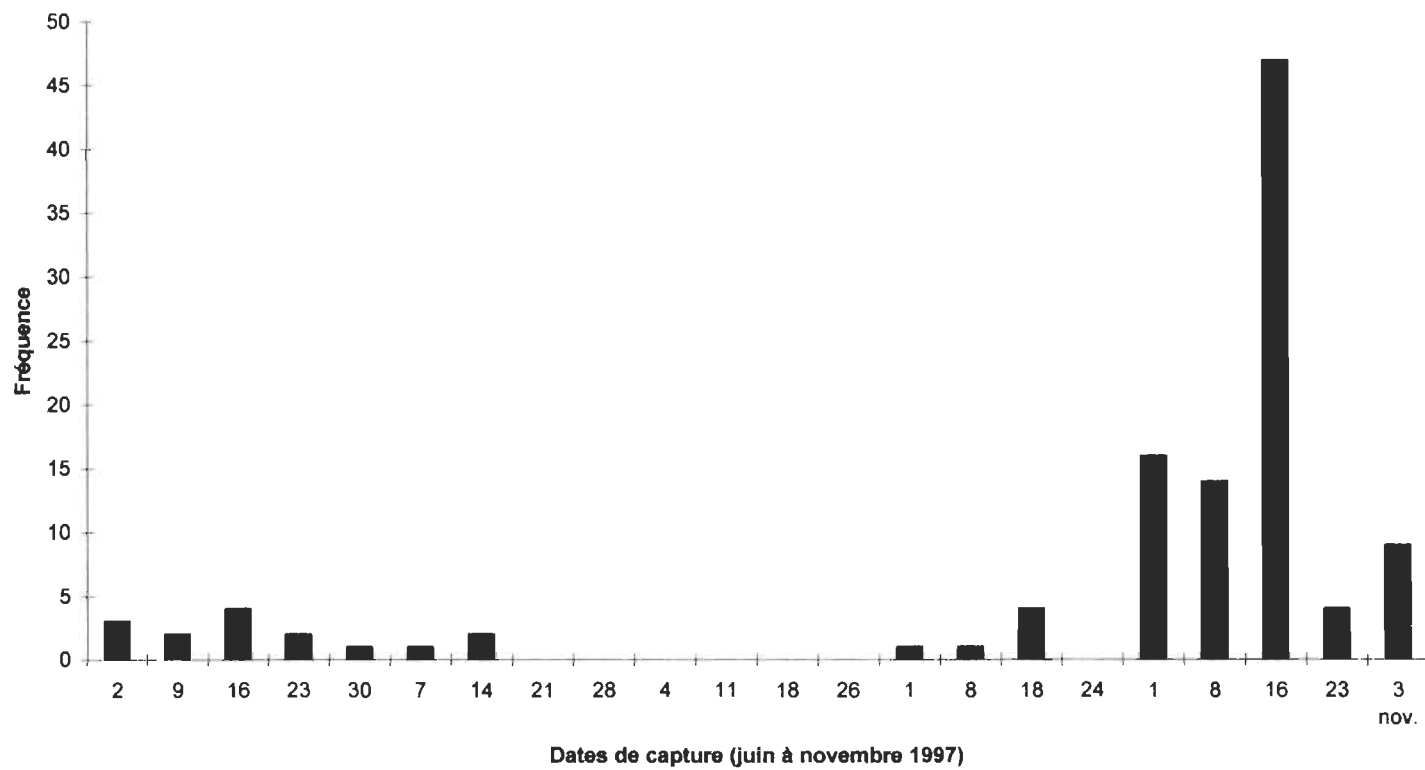


Figure 7 : Distribution des captures de *Plethodon cinereus* à la station 4, dans la réserve Mastigouche (Québec), durant l'année 1997 (n = 111)

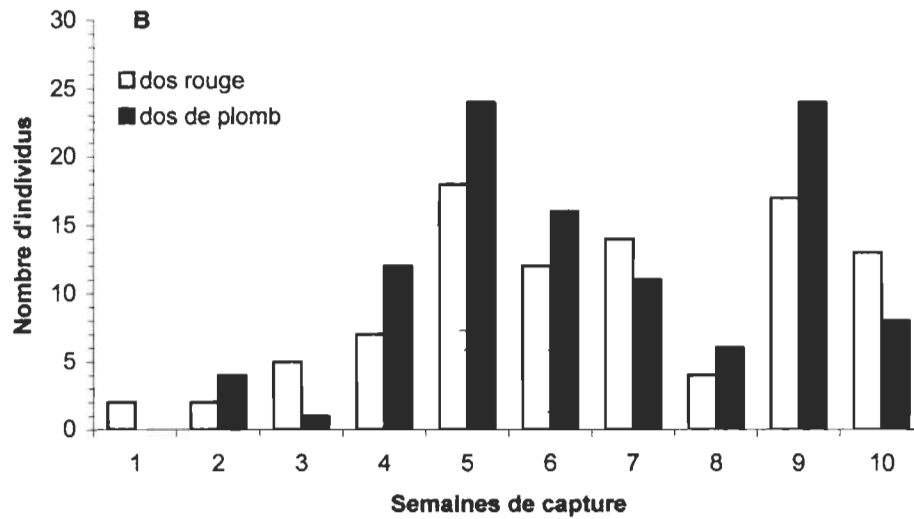
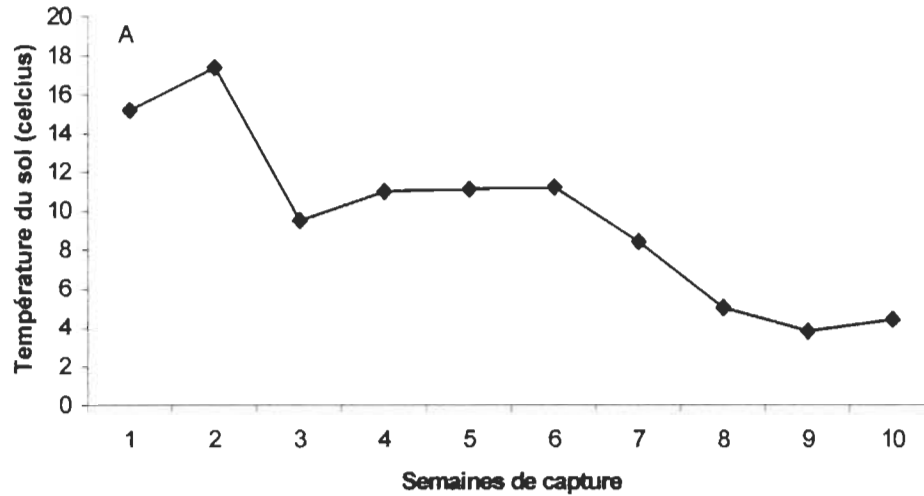


Figure 8: Température hebdomadaire du sol à l'automne 1998 (entre le 20 septembre et le 21 novembre) au site de l'Île Perrot (A) et distribution de fréquence des captures de salamandres rayées (B)

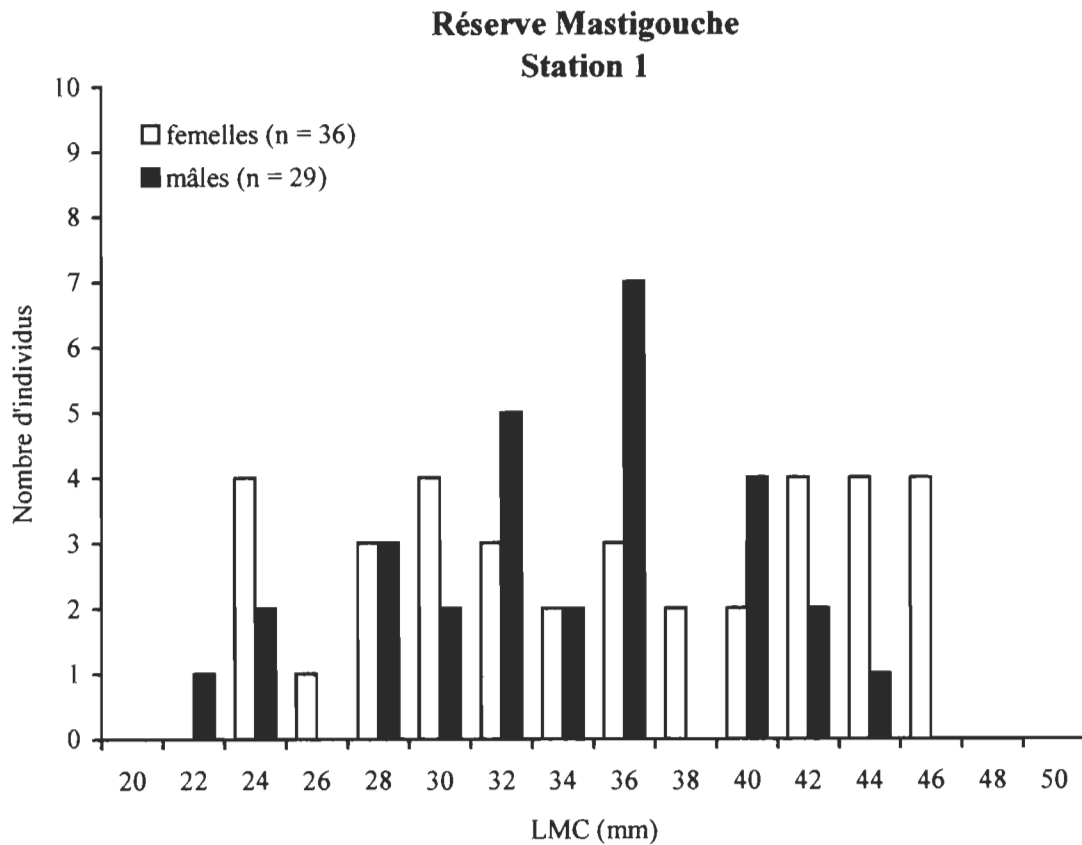


Figure 9 : Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée provenant de la réserve Mastigouche (station 1), saison 1997

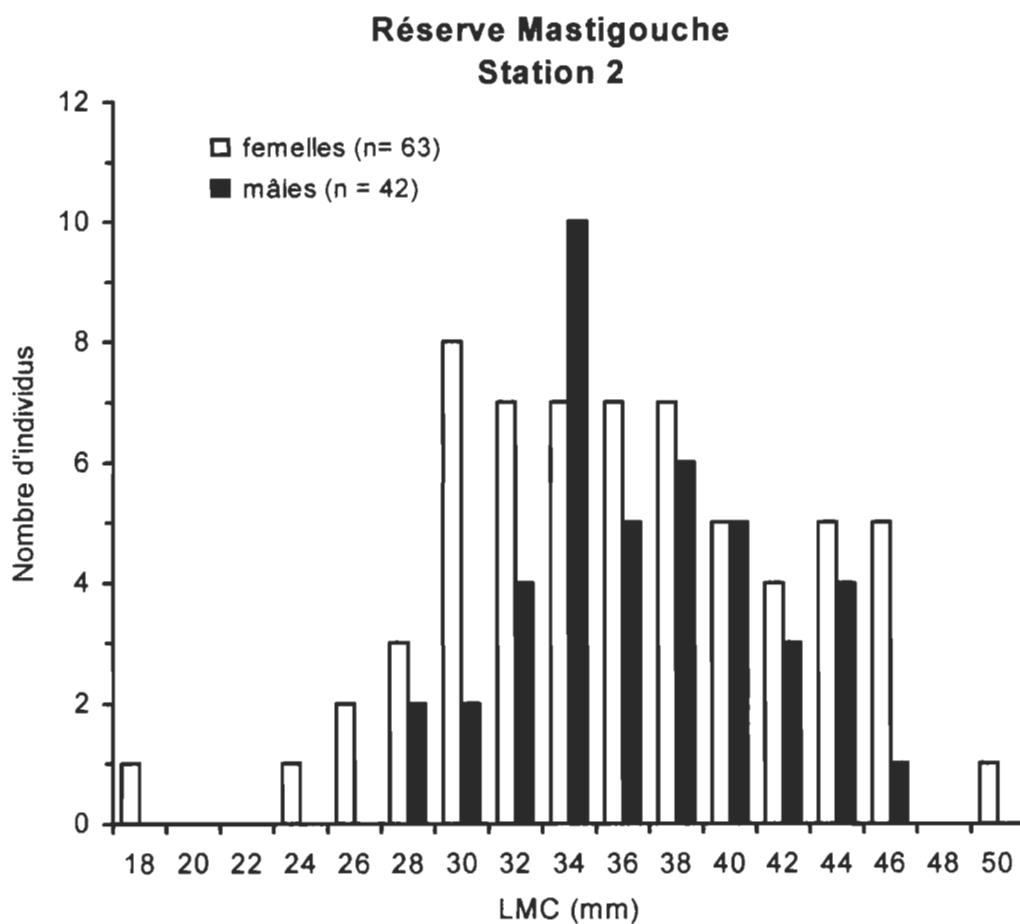


Figure 10 : Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée provenant de la réserve Mastigouche (station 2), saison 1997

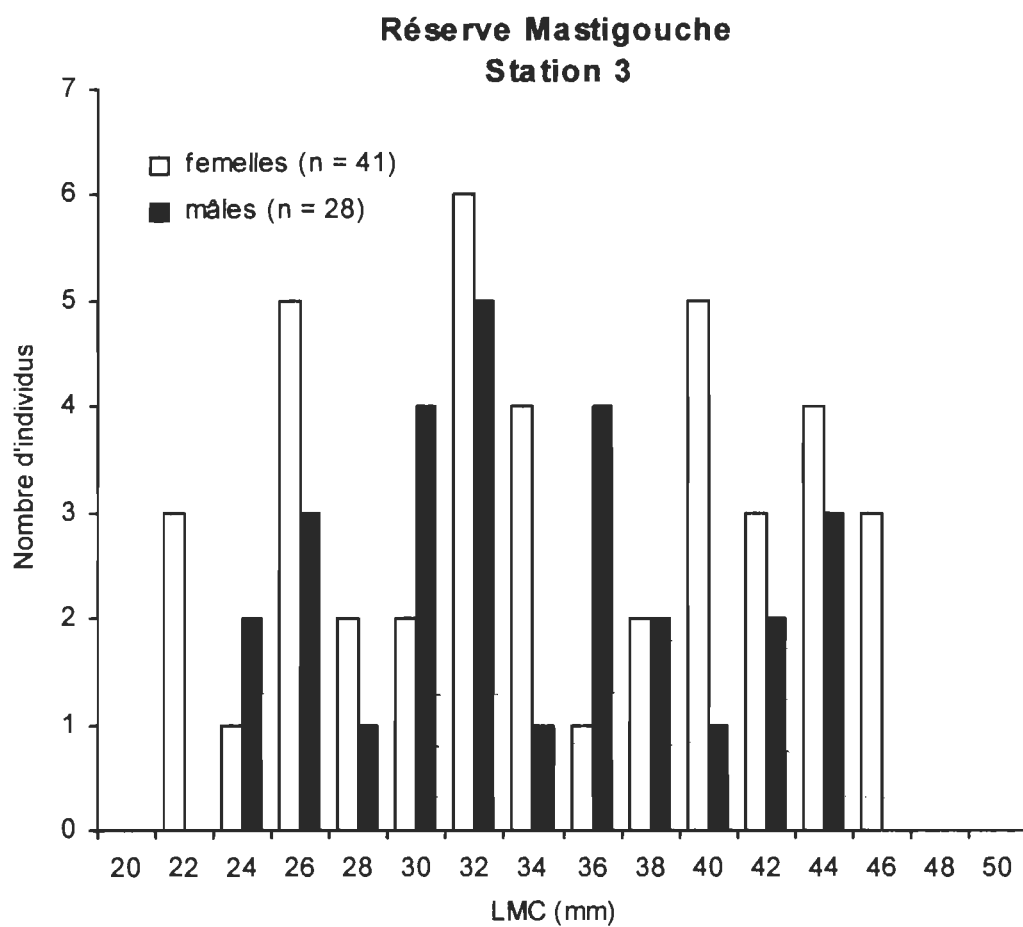


Figure 11 : Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée provenant de la réserve Mastigouche (station 3), saison 1997

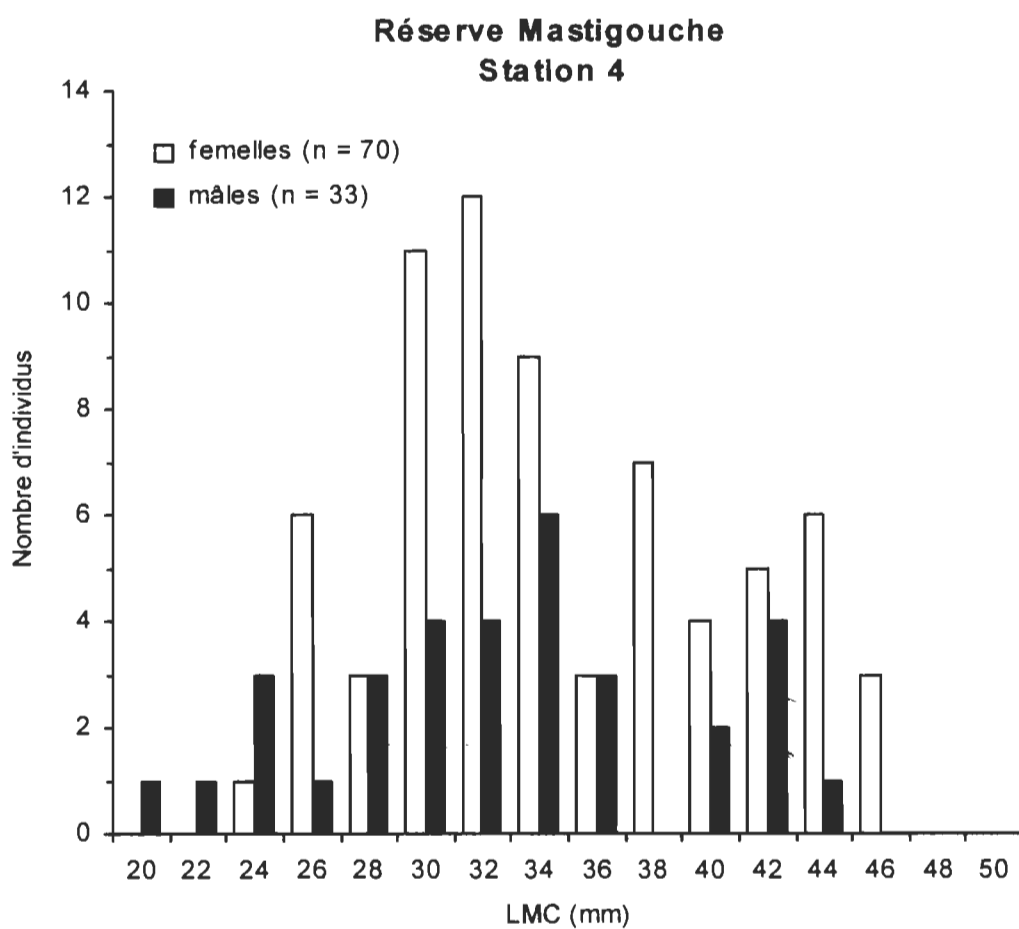


Figure 12 : Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée provenant de la réserve Mastigouche (station 4), saison 1997

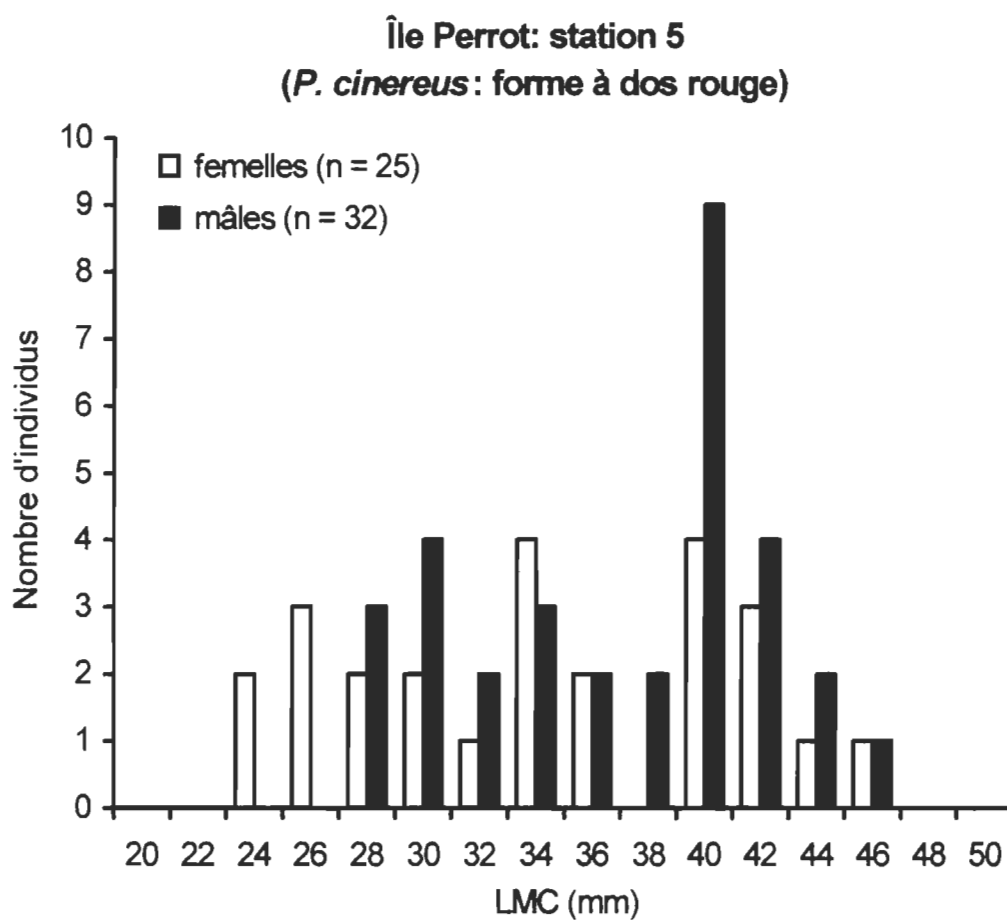


Figure 13 : Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée (forme à dos rouge) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998

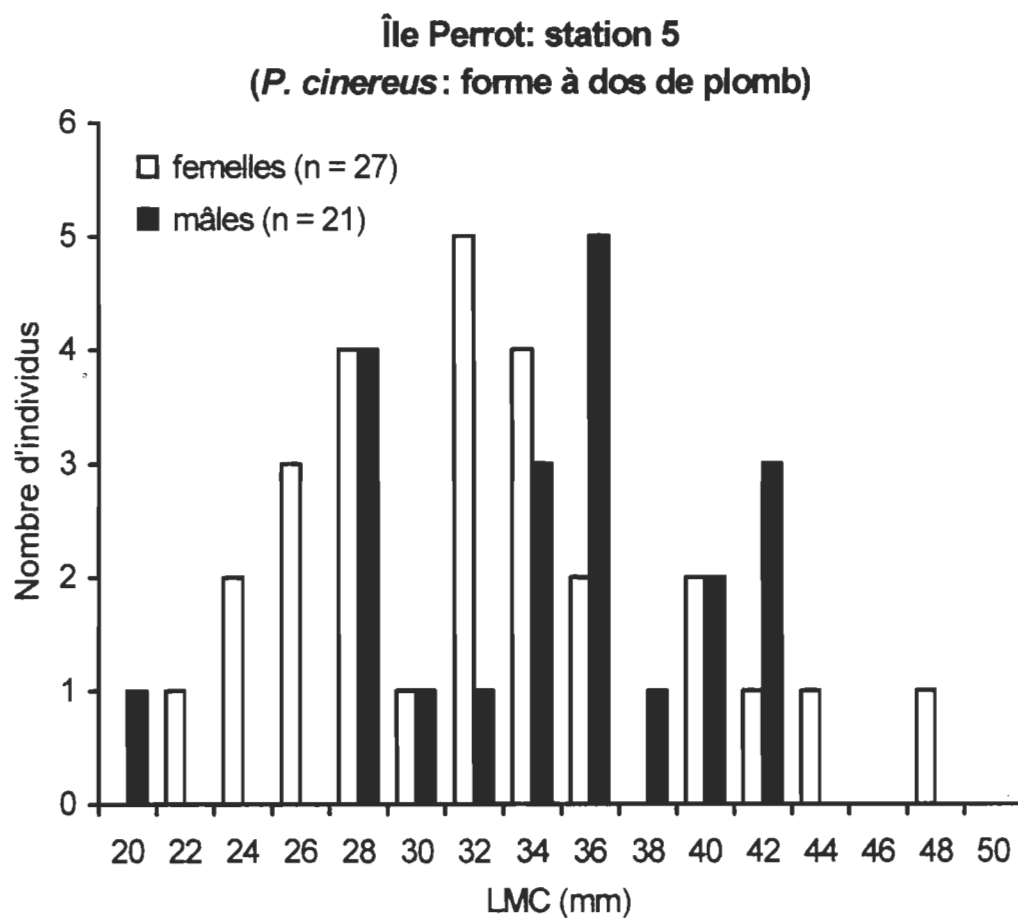


Figure 14: Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée (forme à dos plomb) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998

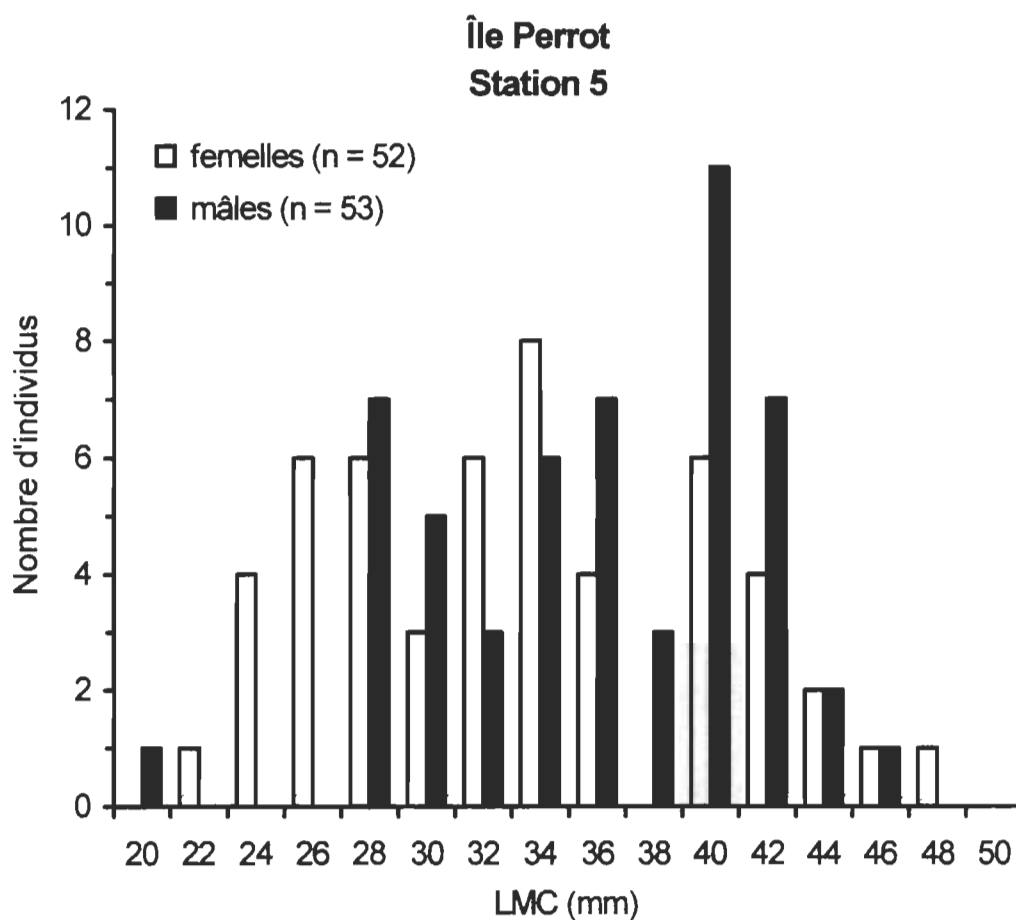


Figure 15: Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée (forme à dos rouge et à dos de plomb regroupées selon le sexe) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998

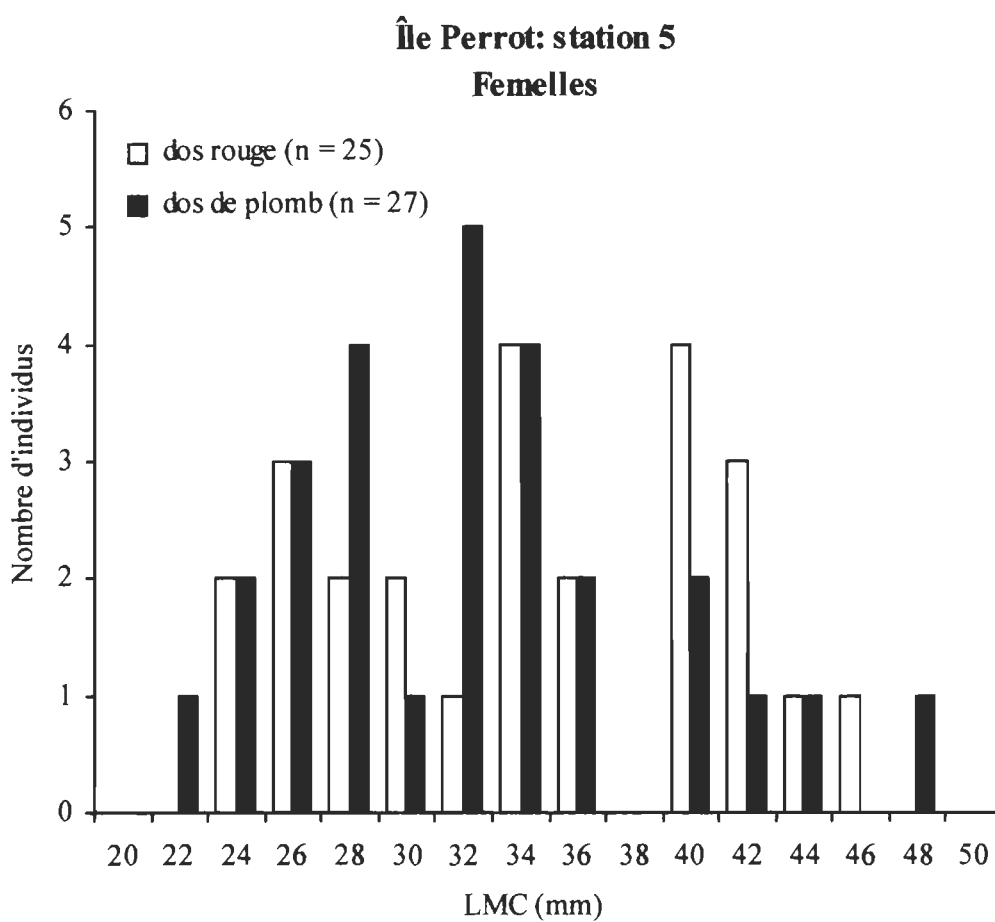


Figure 16 : Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée (femelles) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998

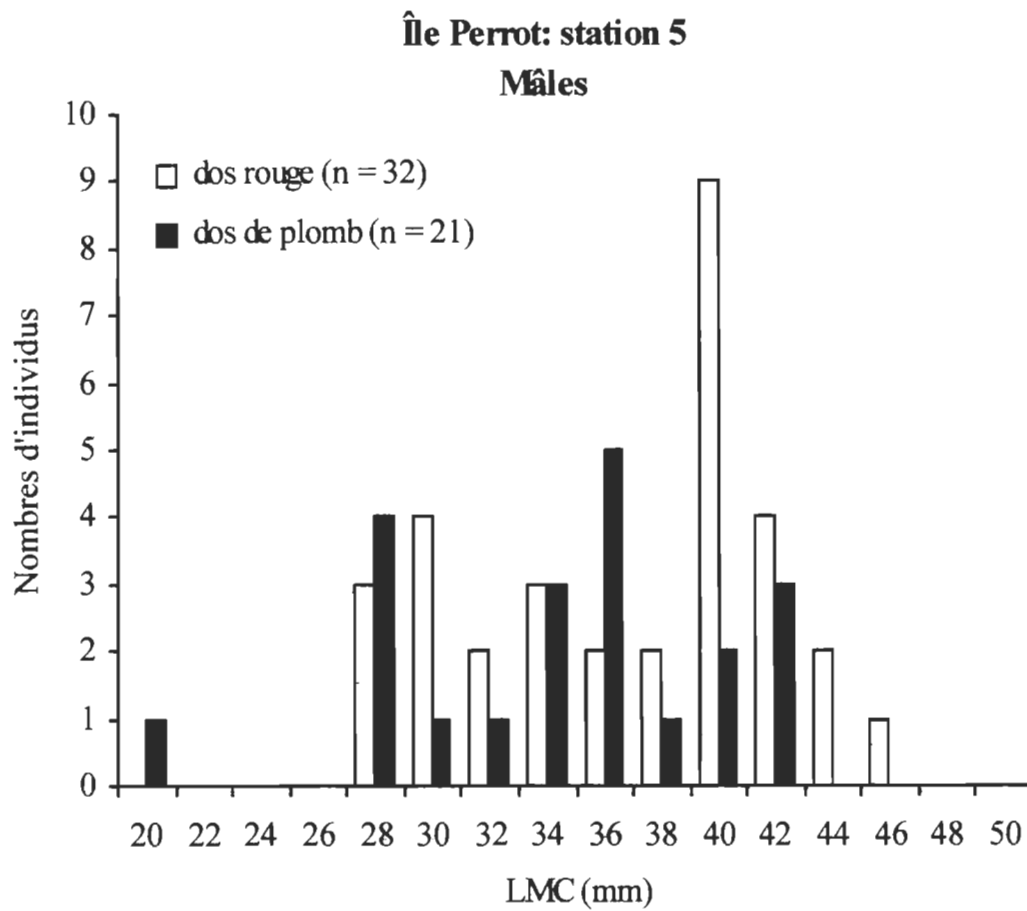


Figure 17 : Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée (mâles) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998

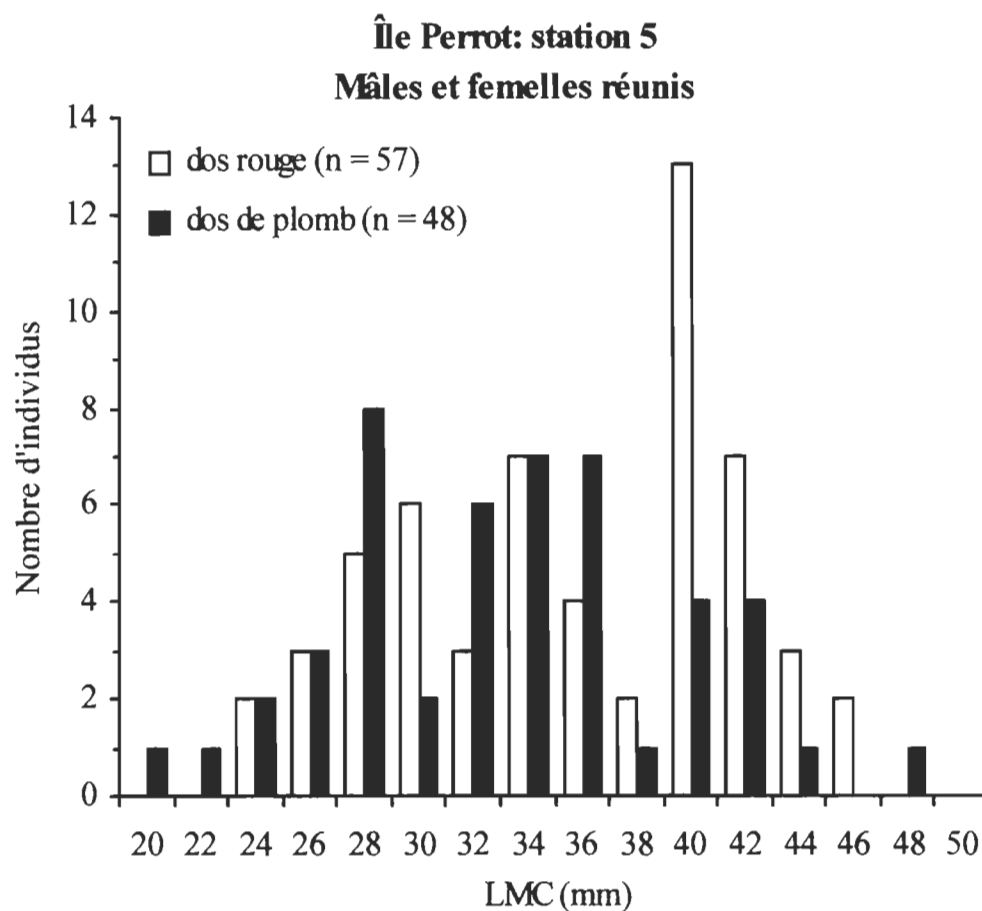


Figure 18 : Distribution des longueurs museau-cloaque (LMC) chez la salamandre rayée (mâles et femelles réunis) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998

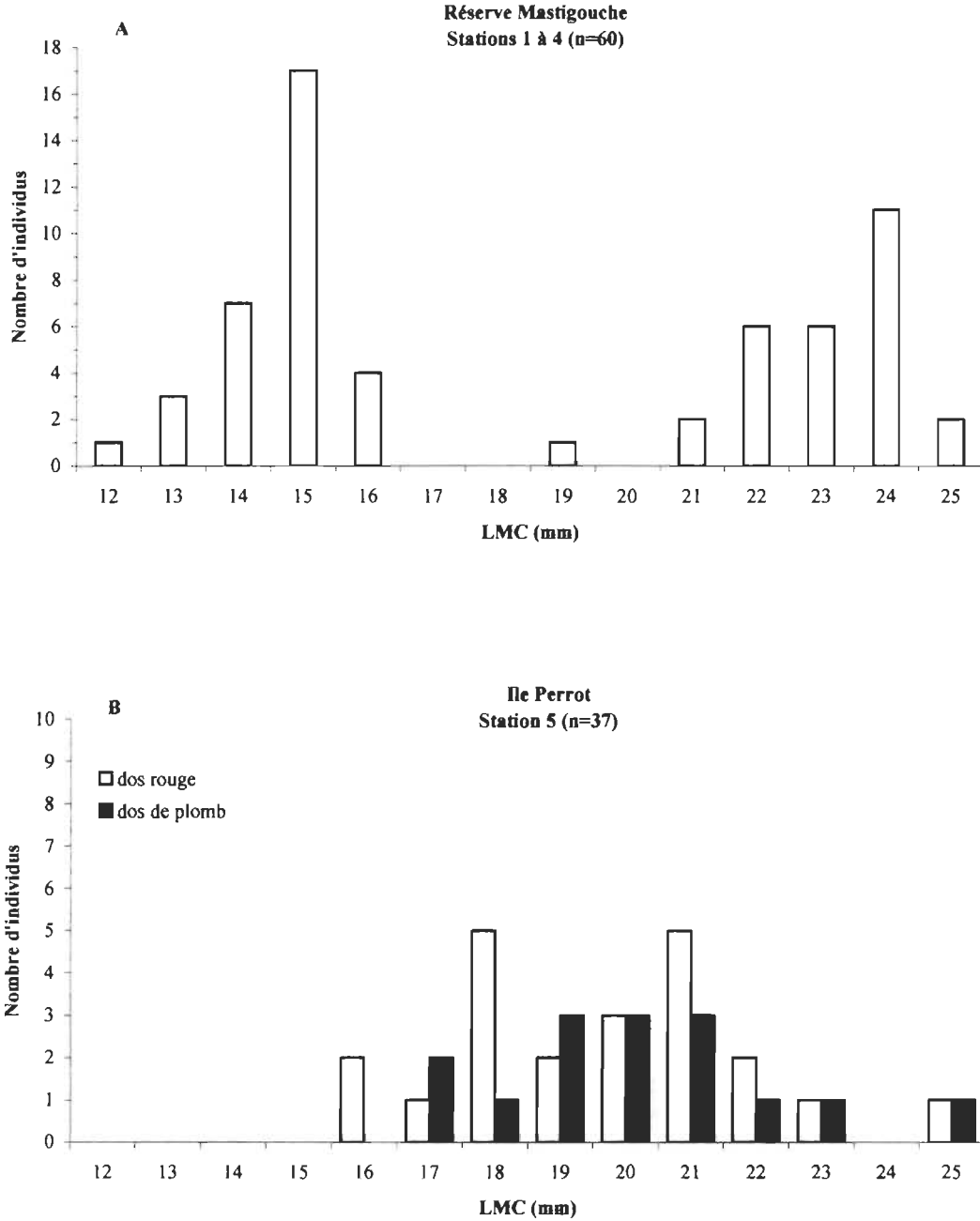


Figure 19: Distribution des fréquences de taille des salamandres rayées juvéniles (LMC ≤ 25 mm). A) Individus capturés dans la réserve Mastigouche à l'automne 1997 ; B) Individus capturés à l'Ile Perrot à l'automne 1998.

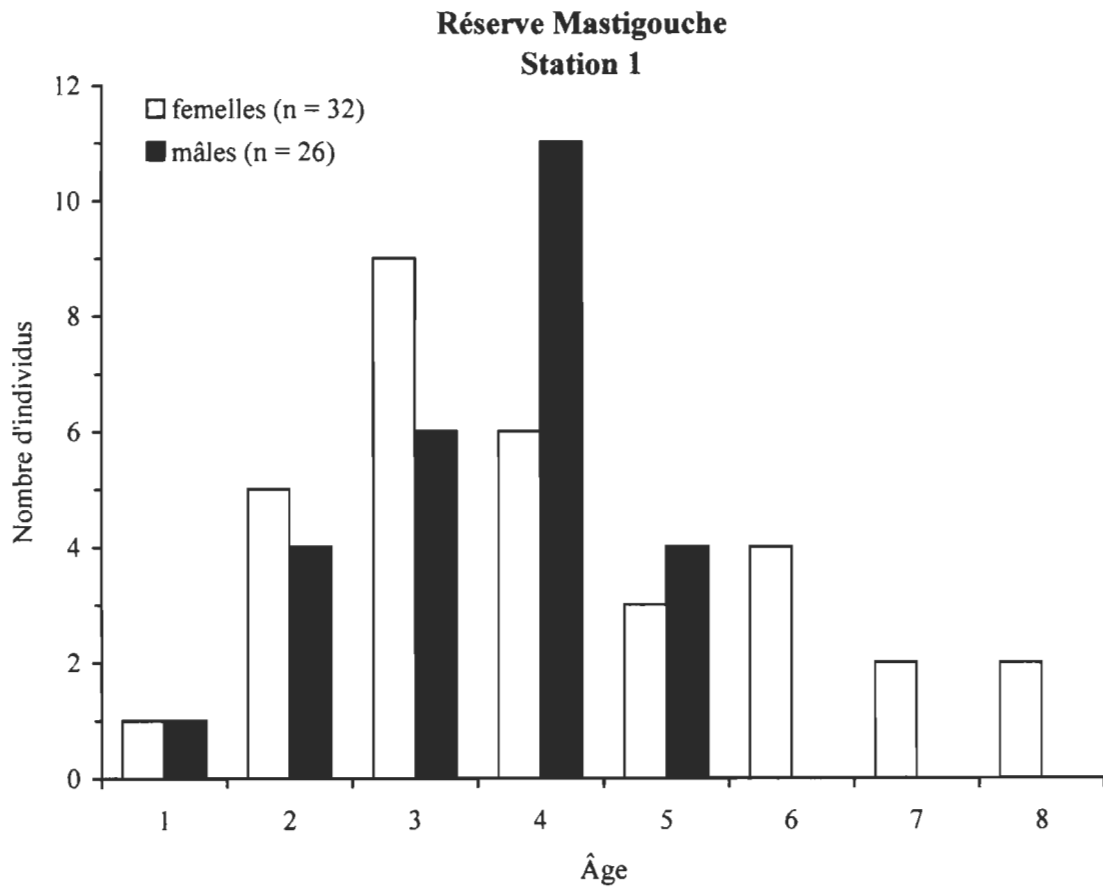


Figure 20 : Structure d'âge des salamandres rayées provenant de la réserve Mastigouche (station 1), saison 1997

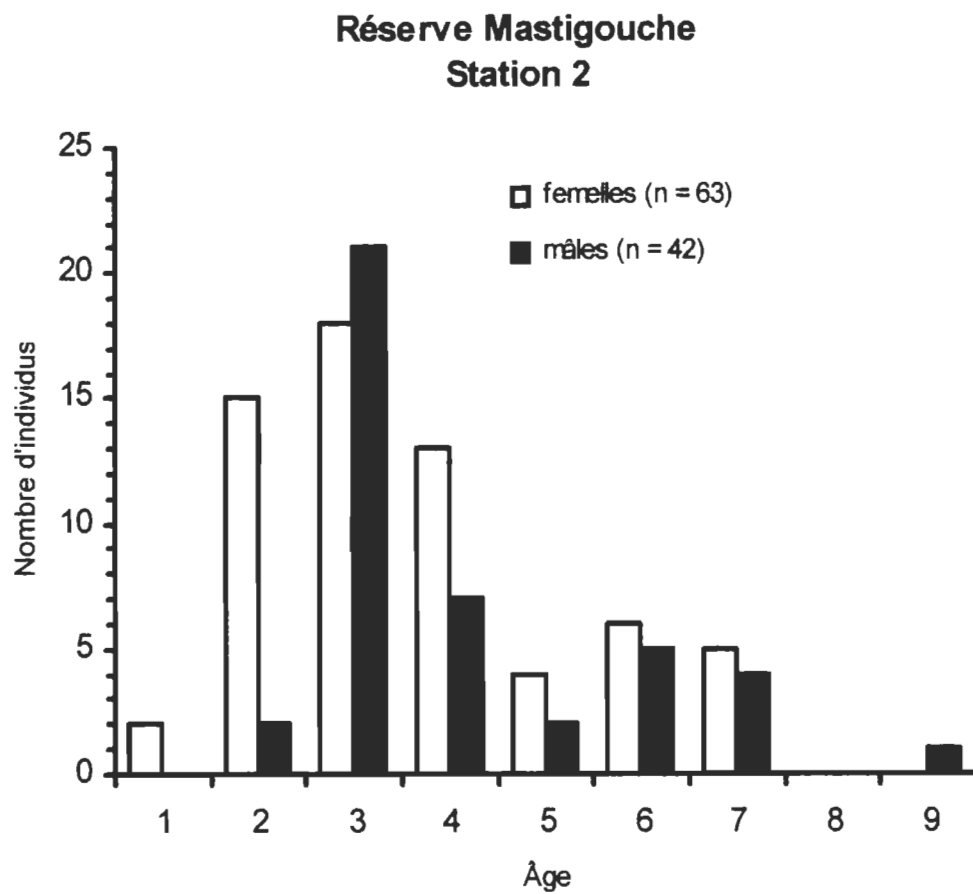


Figure 21 : Structure d'âge des salamandres rayées provenant de la réserve Mastigouche (station 2), saison 1997

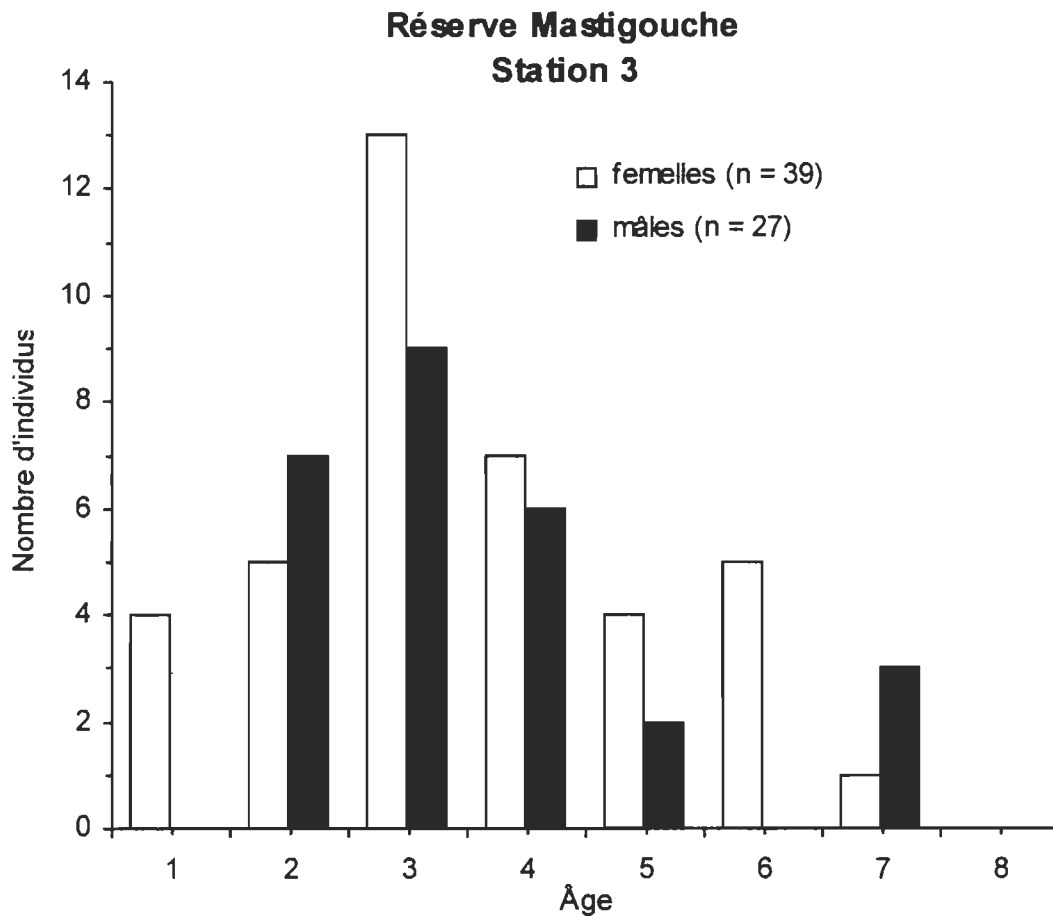


Figure 22 : Structure d'âge des salamandres rayées provenant de la réserve Mastigouche (station 3), saison 1997

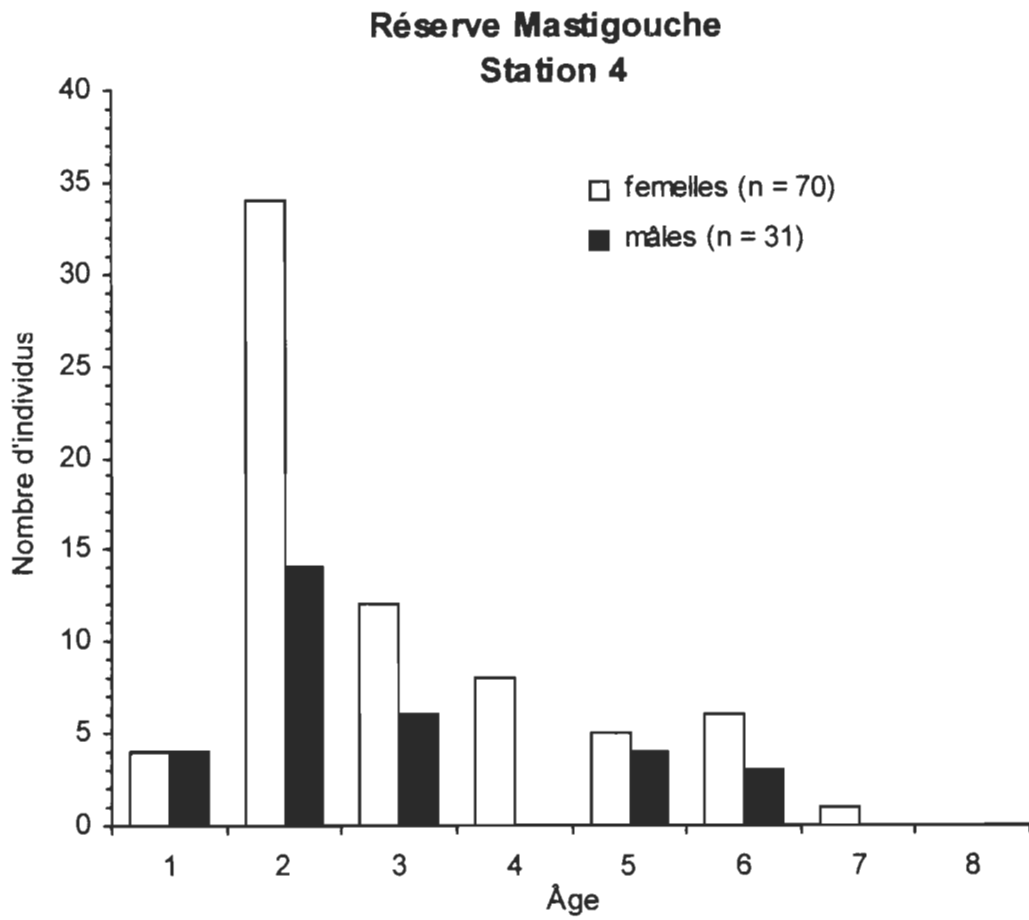


Figure 23 : Structure d'âge des salamandres rayées provenant de la réserve Mastigouche (station 4), saison 1997

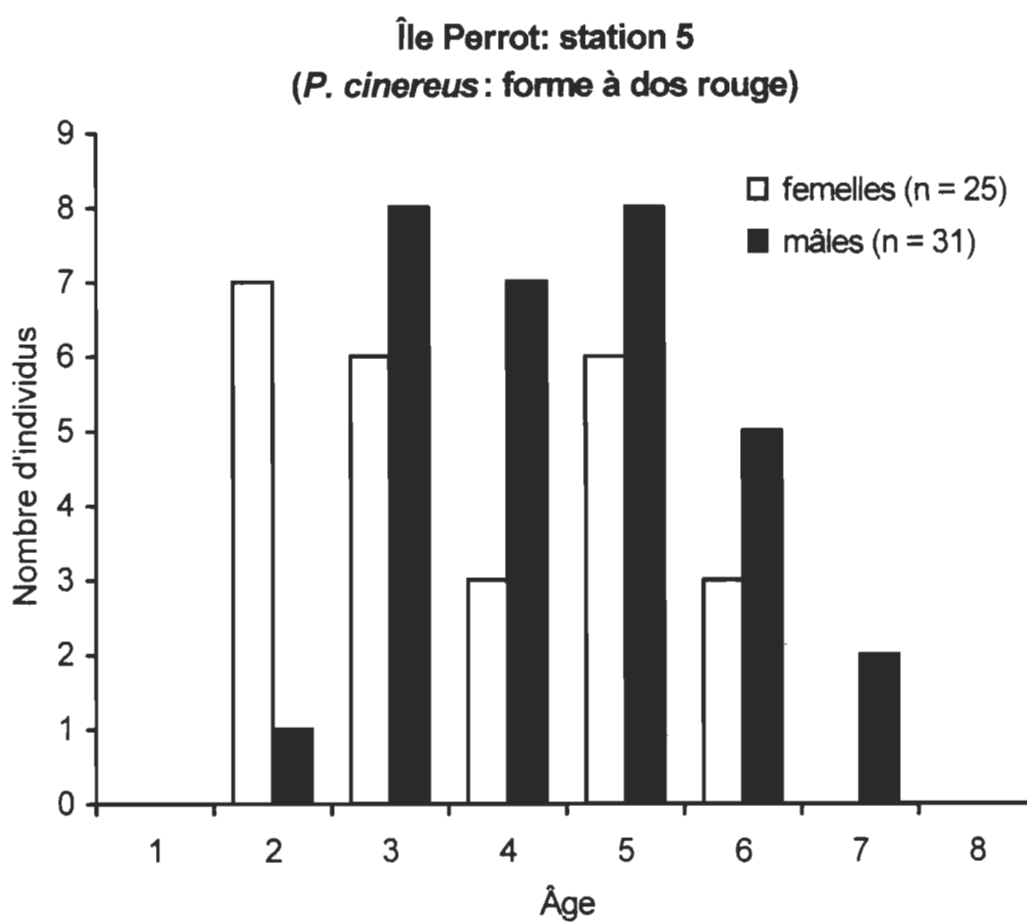


Figure 24 : Structure d'âge des salamandres rayées (forme à dos rouge) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998

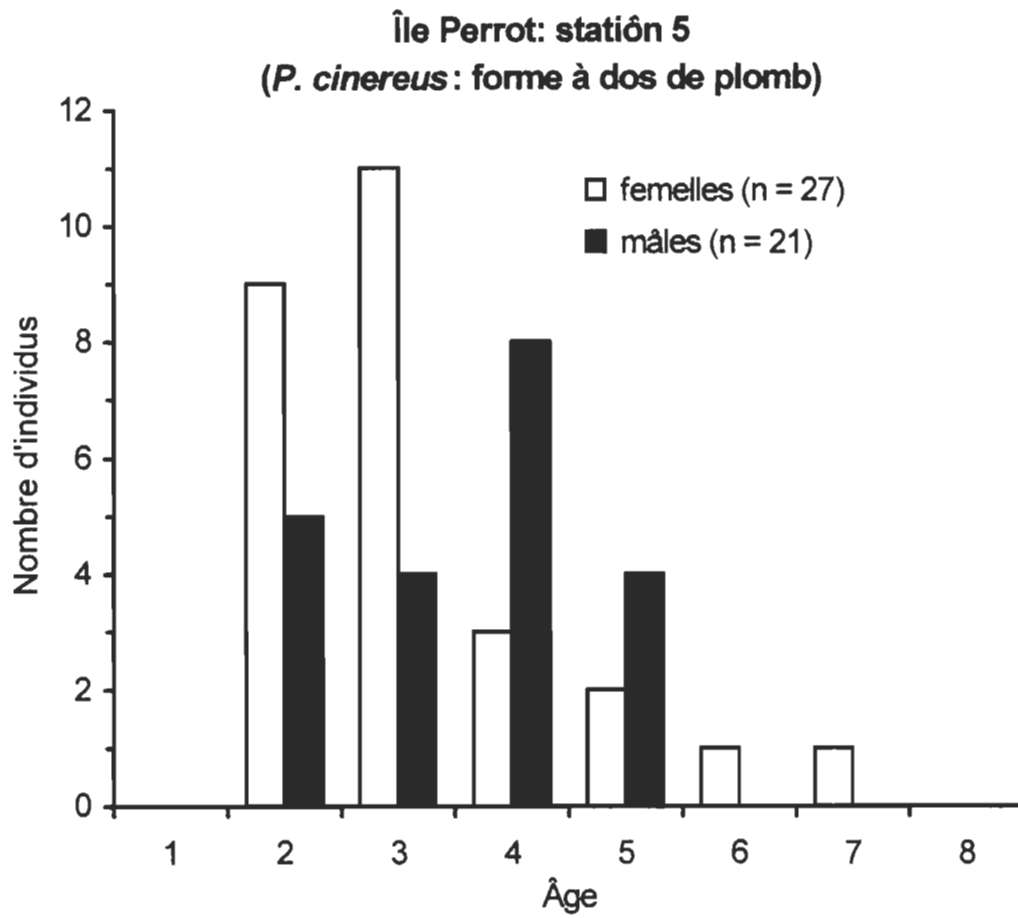


Figure 25 : Structure d'âge des salamandres rayées (forme à dos de plomb) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998

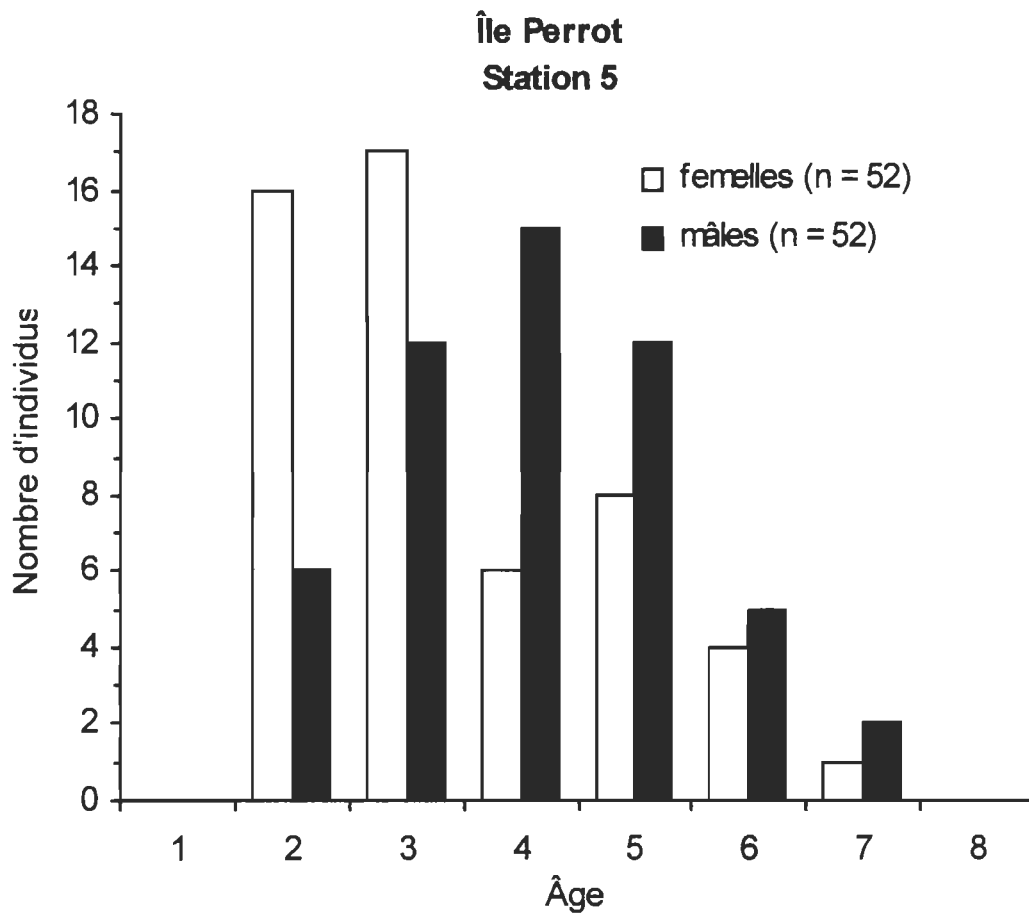


Figure 26 : Structure d'âge des salamandres rayées (forme à dos rouge et à dos de plomb regroupées selon le sexe) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998

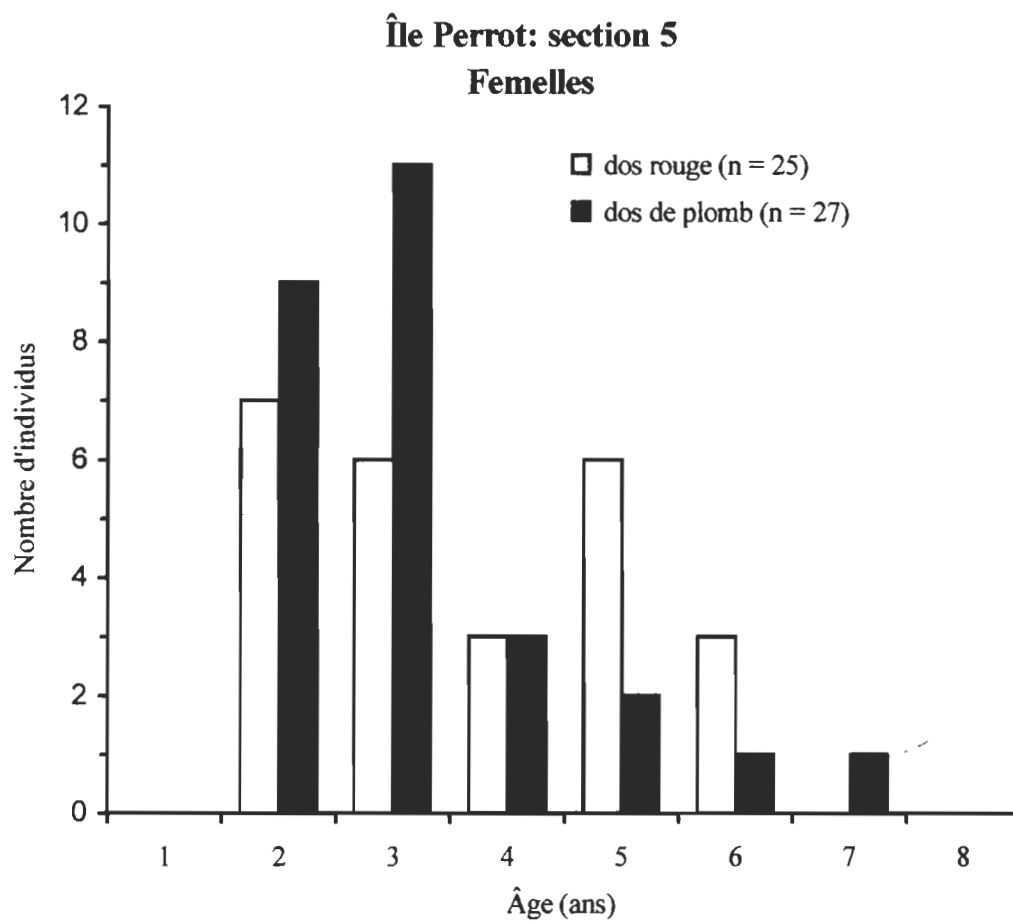


Figure 27 : Structure d'âge des salamandres rayées (femelles) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998

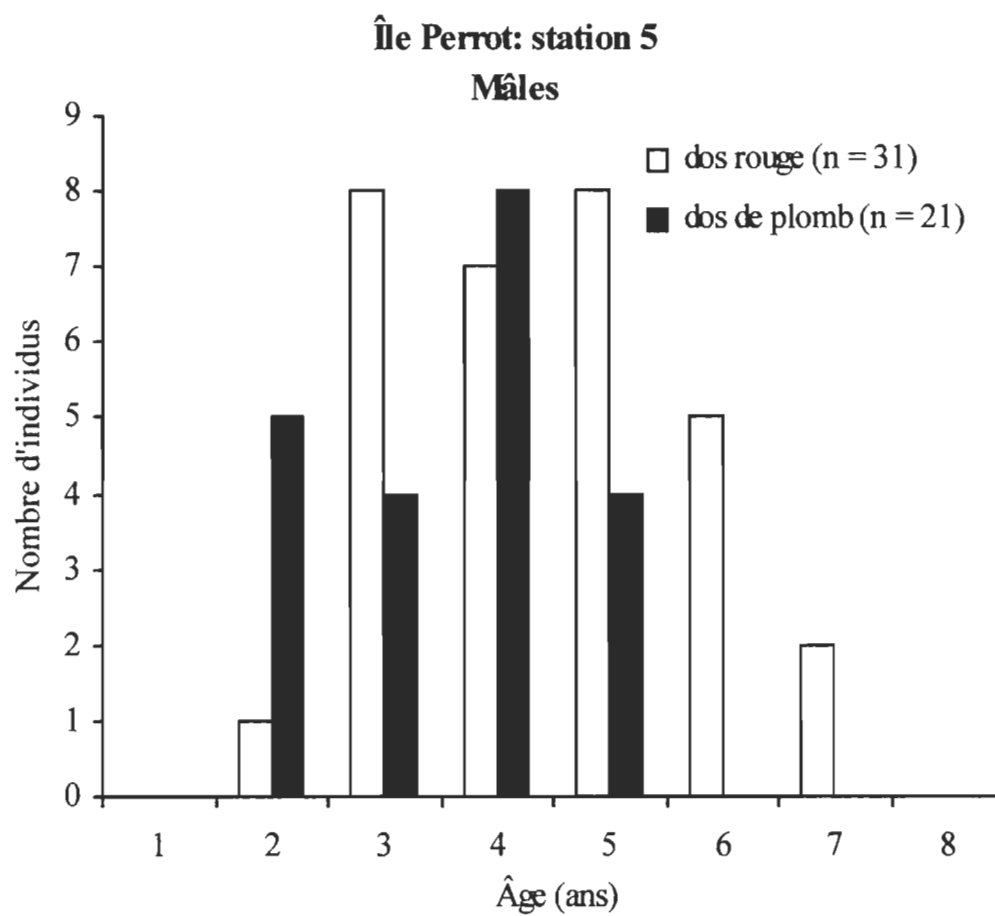


Figure 28 : Structure d'âge des salamandres rayées (mâles) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998

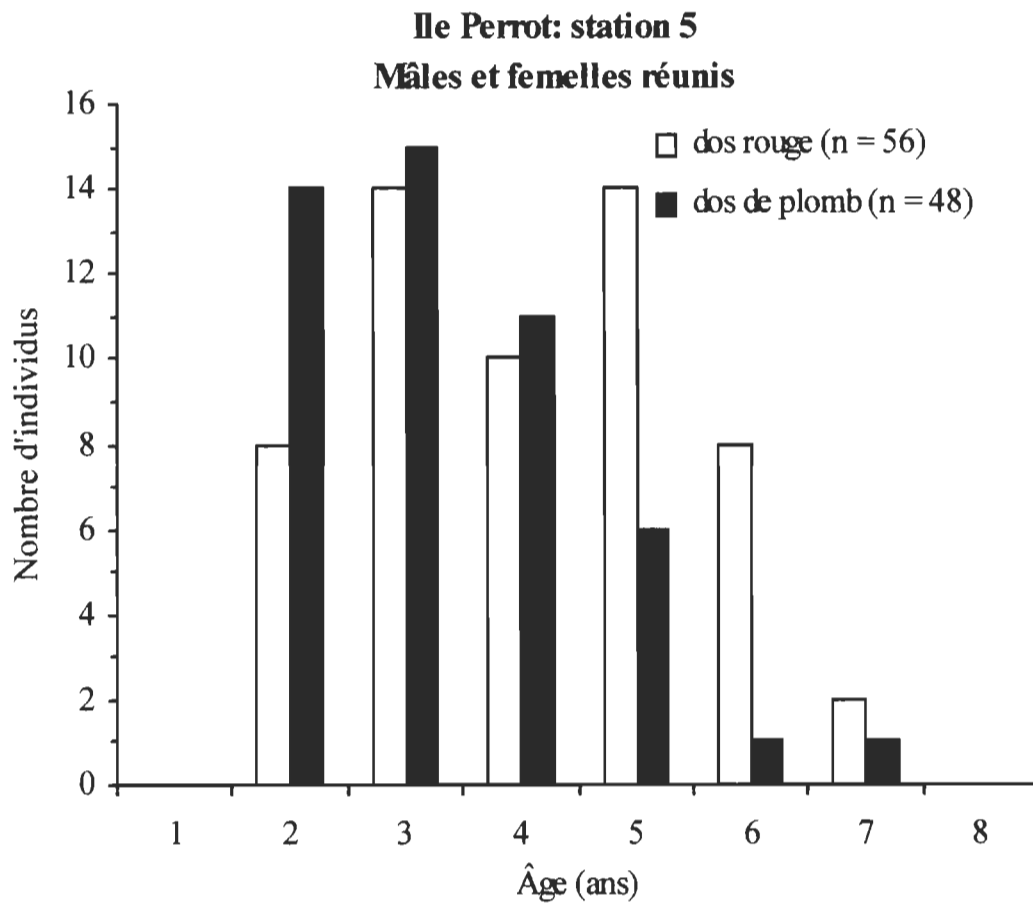


Figure 29 : Structure d'âge des salamandres rayées (mâles et femelles réunis) provenant de l'Île Perrot (station 5), printemps 1998

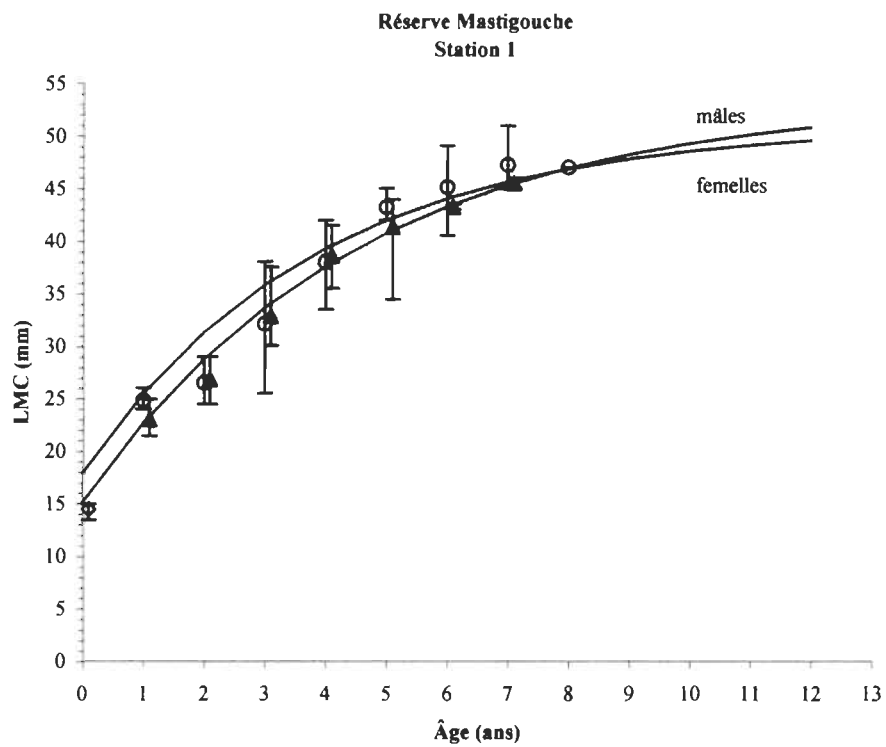


Figure 30: Croissance en longueur (LMC) des salamandres rayées provenant de la station 1. La moyenne et l'amplitude sont donnés à chaque âge. Les courbes suivent le modèle de von Bertalanffy. Mâles : $L_{\infty} = 53.55 (1 - e^{-0.22(t + 1.51)})$; femelles : $L_{\infty} = 51.00 (1 - e^{-0.26(t + 1.67)})$.

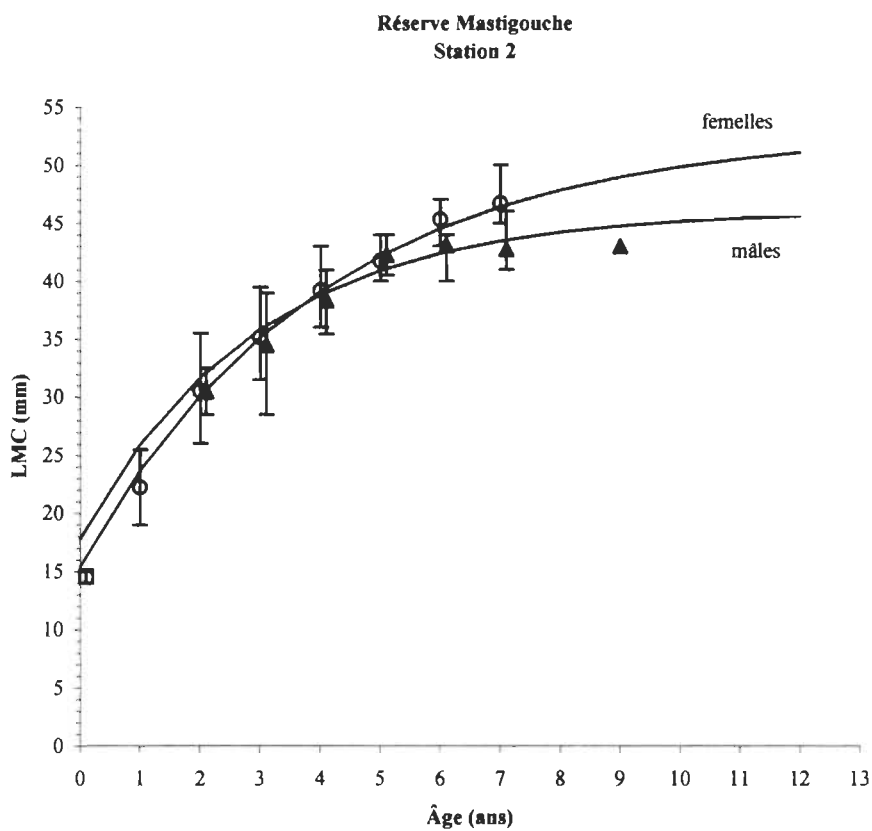


Figure 31: Croissance en longueur (LMC) des salamandres rayées provenant de la station 2. La moyenne et l'amplitude sont donnés à chaque âge. Les courbes suivent le modèle de von Bertalanffy. Mâles : $L_{\infty} = 46.07 (1 - e^{-0.34(t + 1.44)})$; femelles: $L_{\infty} = 52.91 (1 - e^{-0.25(t + 1.38)})$.

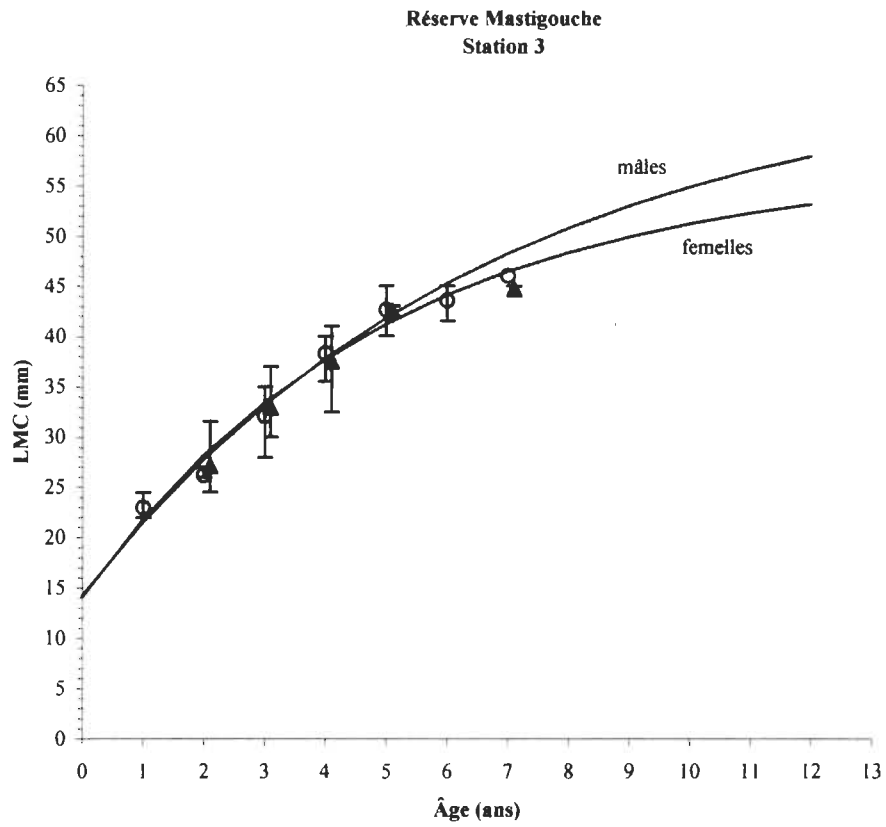


Figure 32: Croissance en longueur (LMC) des salamandres rayées provenant de la station 3. La moyenne et l'amplitude sont donnés à chaque âge. Les courbes suivent le modèle de von Bertalanffy. Mâles : $L_t = 66.50 (1 - e^{-0.15(t+1.61)})$; femelles : $L_t = 57.00 (1 - e^{-0.20(t+1.42)})$.

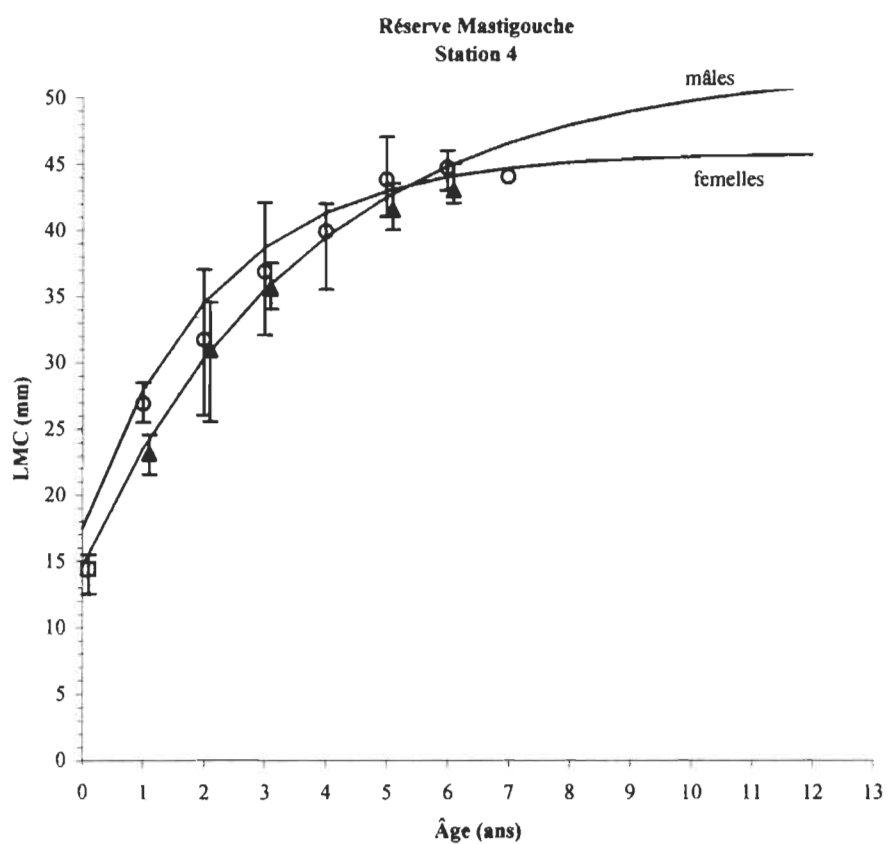


Figure 33: Croissance en longueur (LMC) des salamandres rayées provenant de la station 4. La moyenne et l'amplitude sont donnés à chaque âge. Les courbes suivent le modèle de von Bertalanffy. Mâles : $L_t = 52.21 (1 - e^{-0.27(t + 1.22)})$; femelles : $L_t = 45.76 (1 - e^{-0.46(t + 1.05)})$.

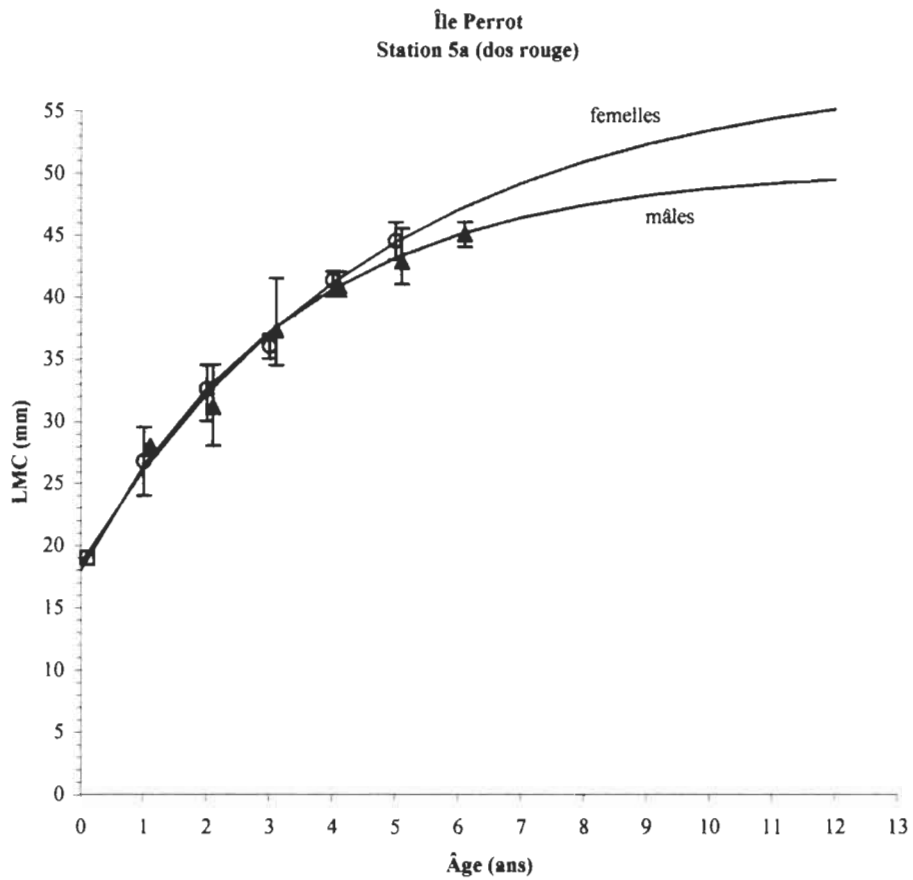


Figure 34: Croissance en longueur (LMC) des salamandres rayées (forme à dos rouge) provenant de l'Île Perrot (station 5). La moyenne et l'amplitude sont donnés à chaque âge. Les courbes suivent le modèle de von Bertalanffy. Mâles : $L_t = 50,31 (1 - e^{-0.30(t + 1.48)})$; femelles: $L_t = 58,26 (1 - e^{-0.21(t + 1.83)})$.

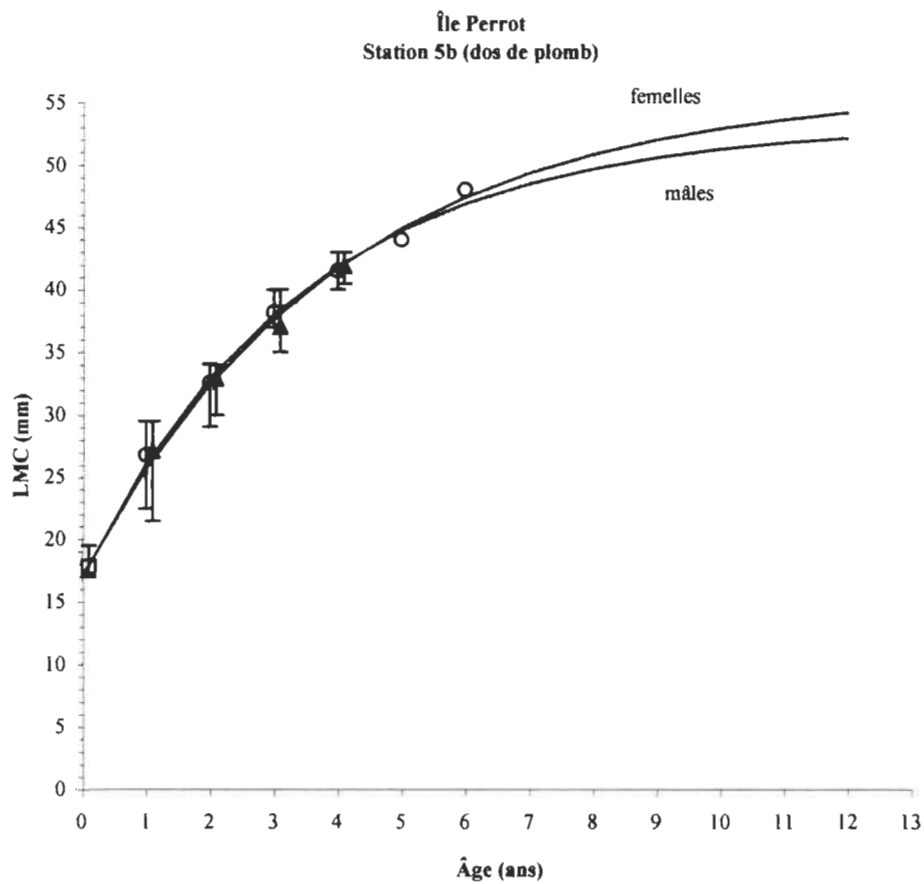


Figure 35: Croissance en longueur (LMC) des salamandres rayées (forme à dos de plomb) provenant de l'Île Perrot (station 5). La moyenne et l'amplitude sont donnés à chaque âge. Les courbes suivent le modèle de von Bertalanffy. Mâles : $L_t = 53,24 (1 - e^{-0,29(t + 1,32)})$; femelles : $L_t = 56,09 (1 - e^{-0,25(t + 1,45)})$.

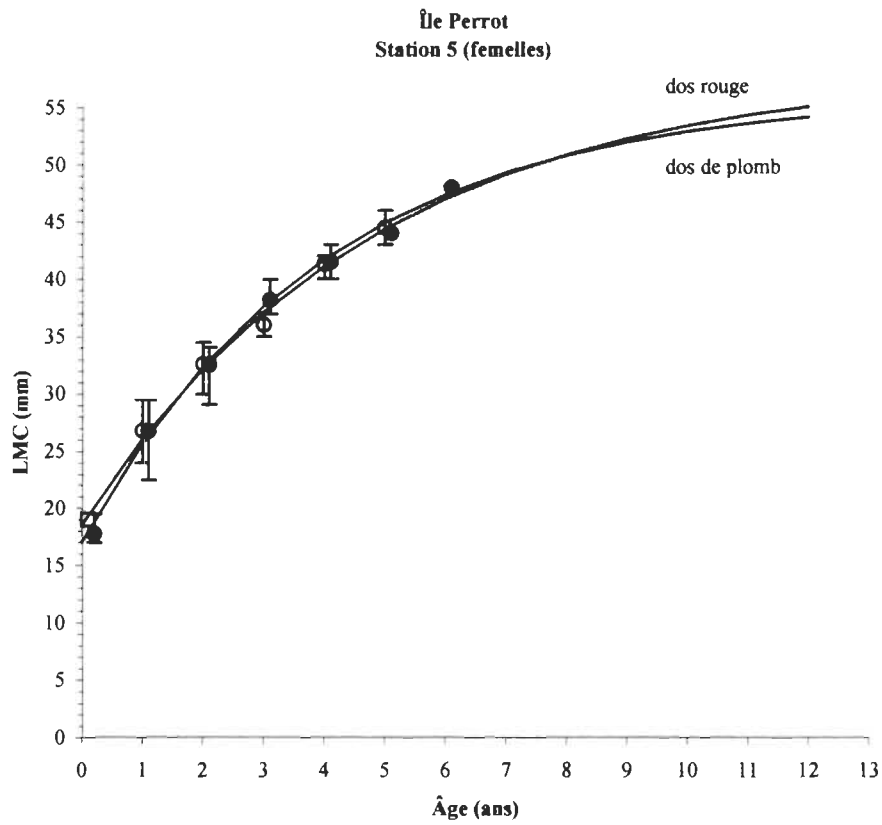


Figure 36: Croissance en longueur (LMC) des salamandres rayées femelles à dos rouge et à dos de plomb provenant de l'Île Perrot (station 5). La moyenne et l'amplitude sont donnés à chaque âge. Les courbes suivent le modèle de von Bertalanffy. Dos rouge: $L_t = 58,26 (1 - e^{-0.21(t + 1.83)})$; dos de plomb: $L_t = 56,09 (1 - e^{-0.25(t + 1.45)})$.

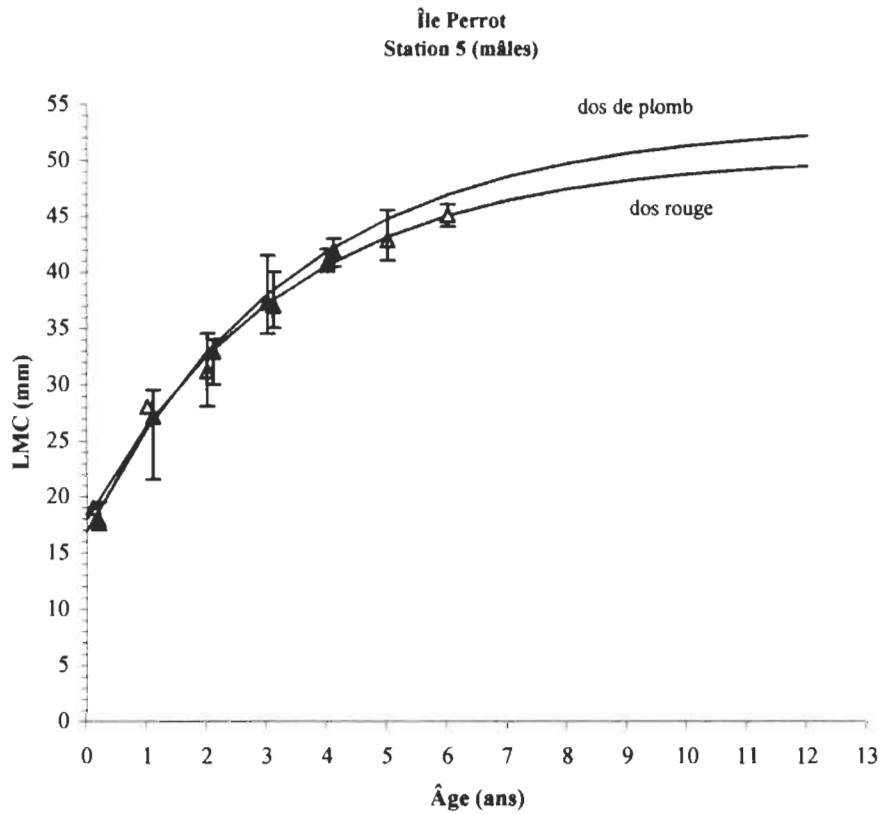


Figure 37: Croissance en longueur (LMC) des salamandres rayées mâles à dos rouge et à dos de plomb provenant de l'Île Perrot (station 5). La moyenne et l'amplitude sont donnés à chaque âge. Les courbes suivent le modèle de von Bertalanffy. Dos rouge: $L_{\infty} = 50,31 (1 - e^{-0,30(t + 1,48)})$; dos de plomb: $L_{\infty} = 53,24 (1 - e^{-0,29(t + 1,32)})$.

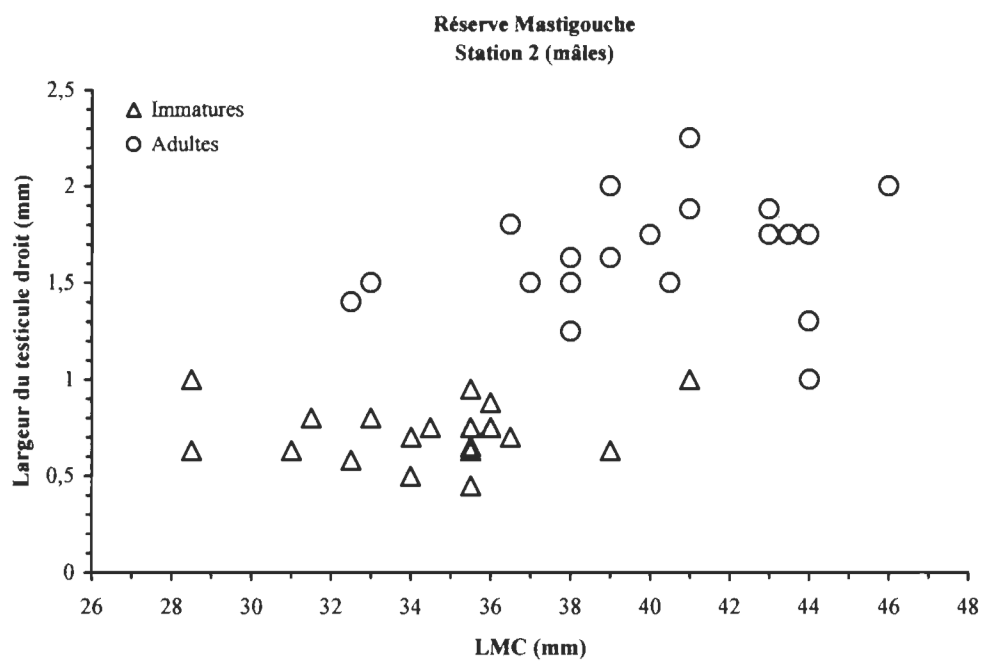


Figure 38: Distribution de la taille des gonades selon la longueur museau-cloaque (LMC) des salamandres rayées mâles de la station 2 (réserve Mastigouche).

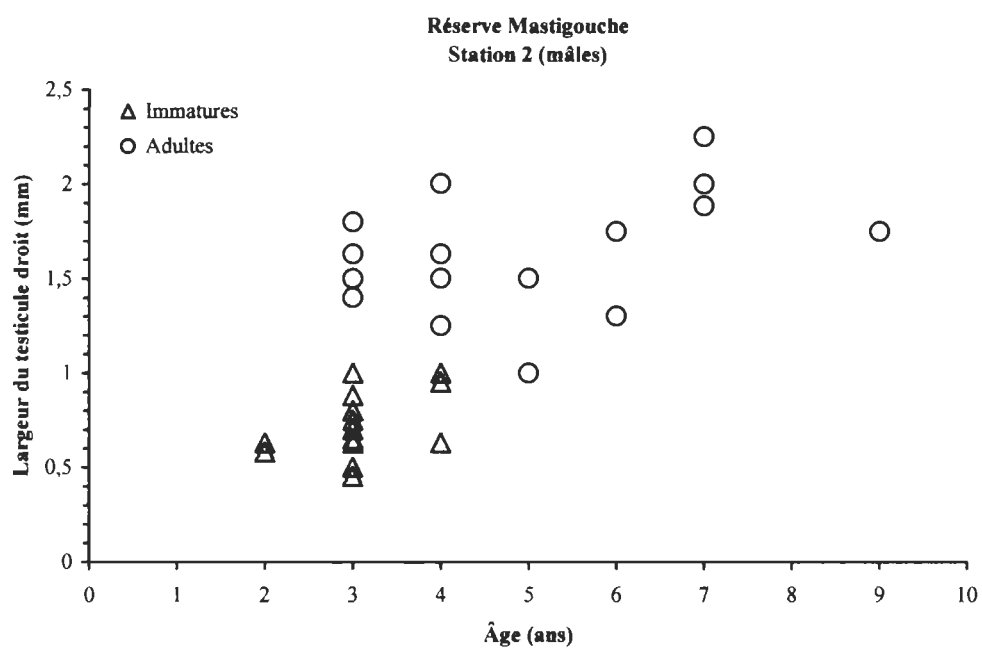


Figure 39: Distribution de la taille des gonades selon l'âge des salamandres rayées mâles de la station 2 (réserve Mastigouche).

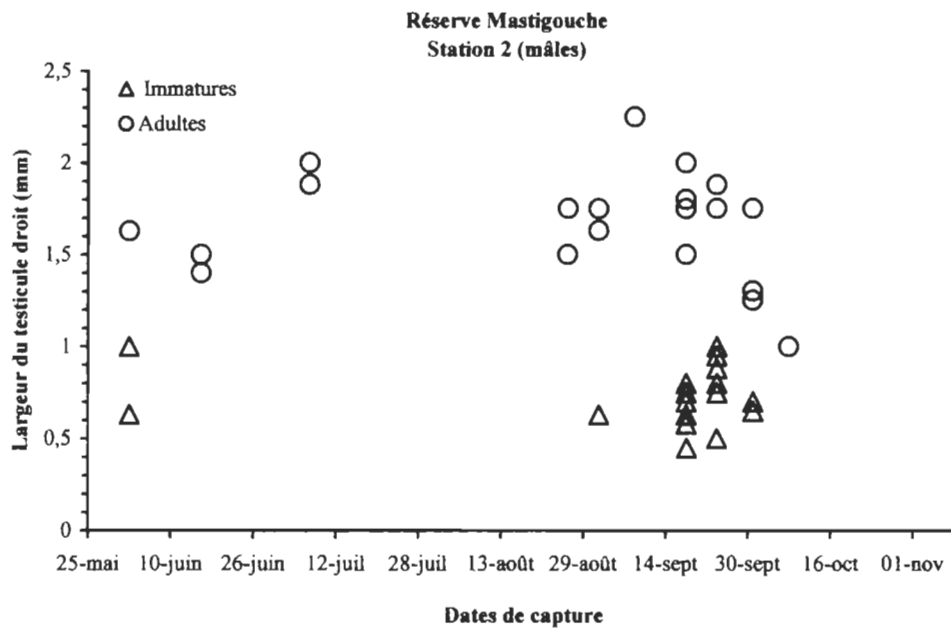


Figure 40: Distribution de la taille des gonades selon la date de capture des salamandres rayées mâles de la station 2 (réserve Mastigouche).

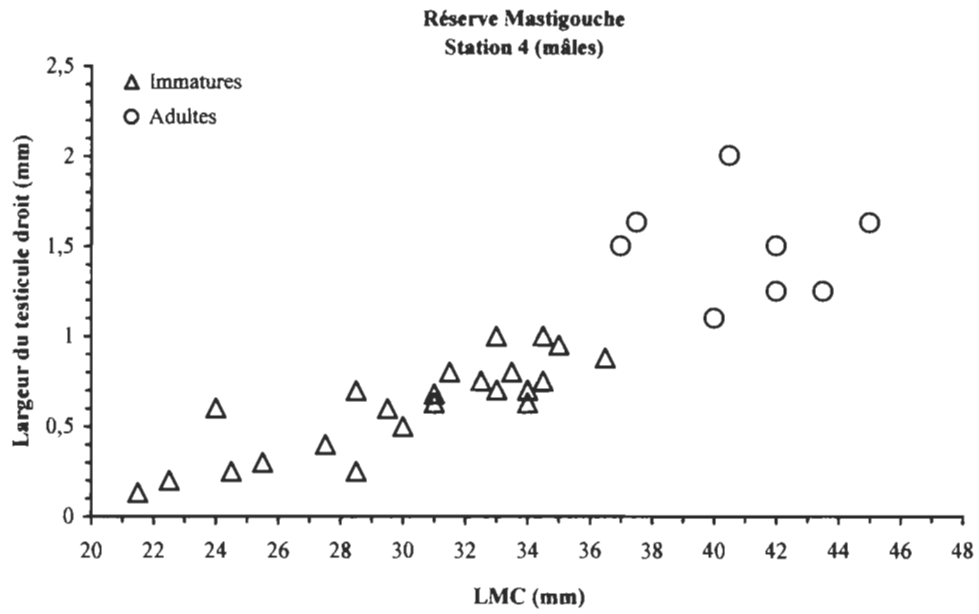


Figure 41: Distribution de la taille des gonades selon la longueur museau-cloaque (LMC) des salamandres rayées mâles de la station 4 (réserve Mastigouche).

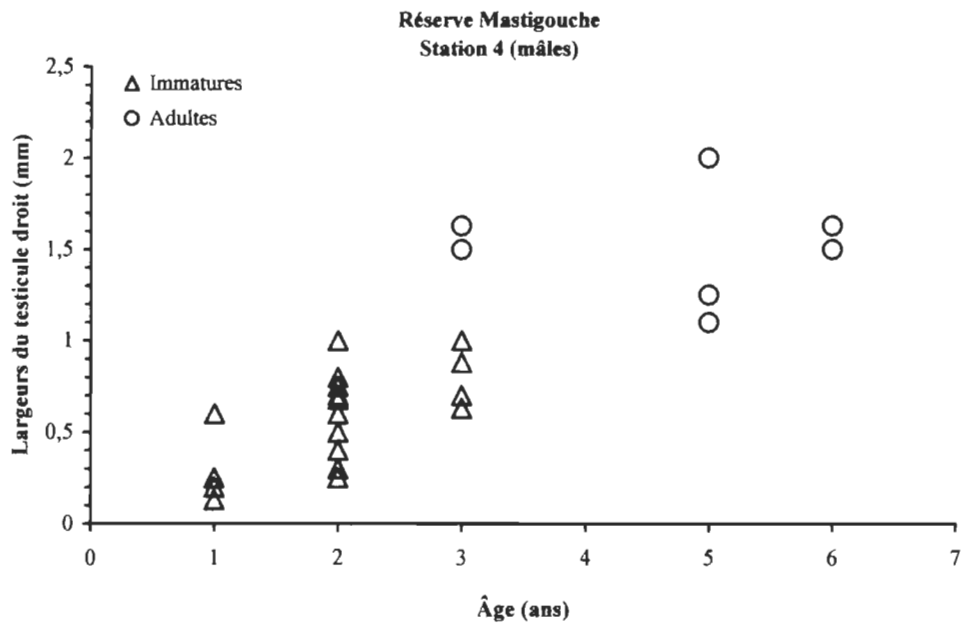


Figure 42: Distribution de la taille des gonades selon l'âge des salamandres rayées mâles de la station 4 (réserve Mastigouche).

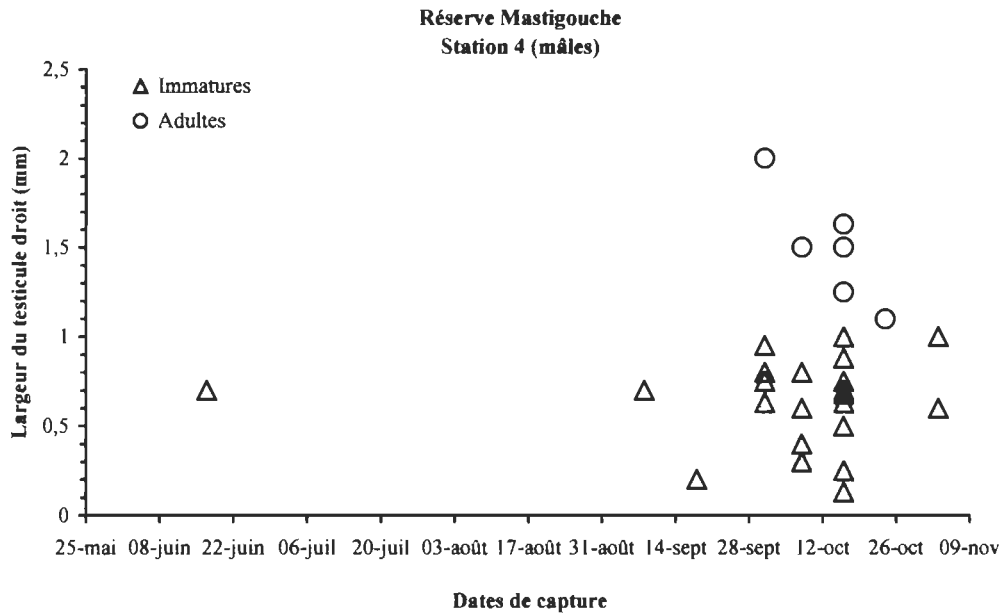


Figure 43: Distribution de la taille des gonades selon la date de capture des salamandres rayées mâles de la station 4 (réserve Mastigouche).

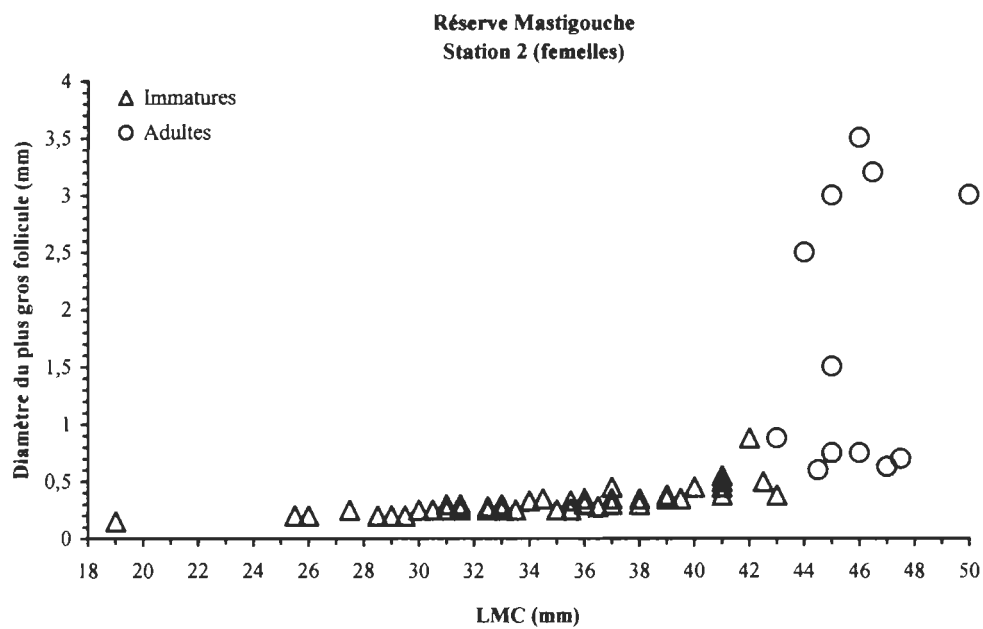


Figure 44: Distribution des diamètres folliculaires selon la longueur museau-cloaque (LMC) des salamandres rayées femelles de la station 2 (réserve Mastigouche).

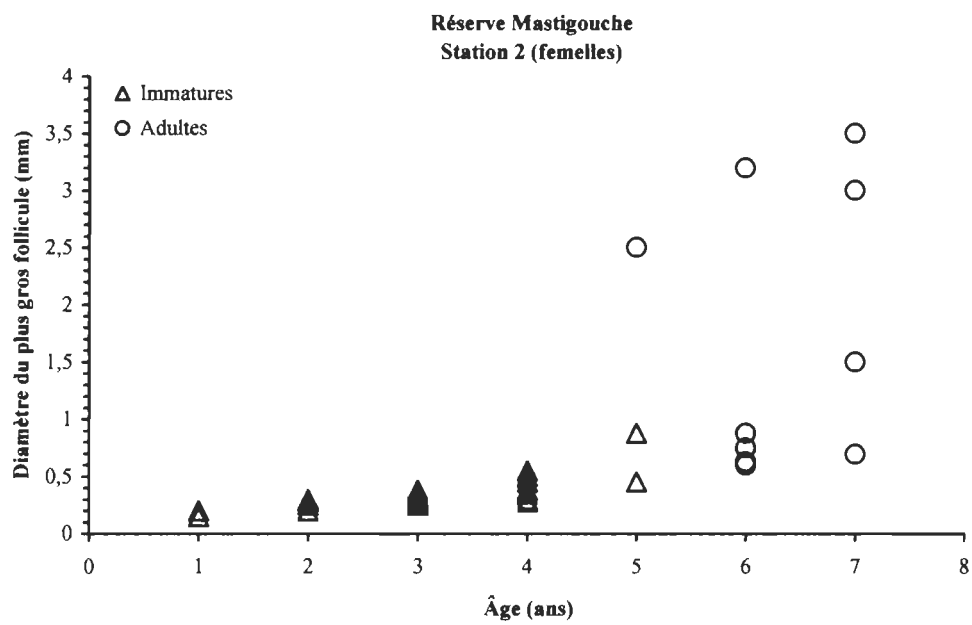


Figure 45: Distribution des diamètres folliculaires selon l'âge des salamandres rayées femelles de la station 2 (réserve Mastigouche).

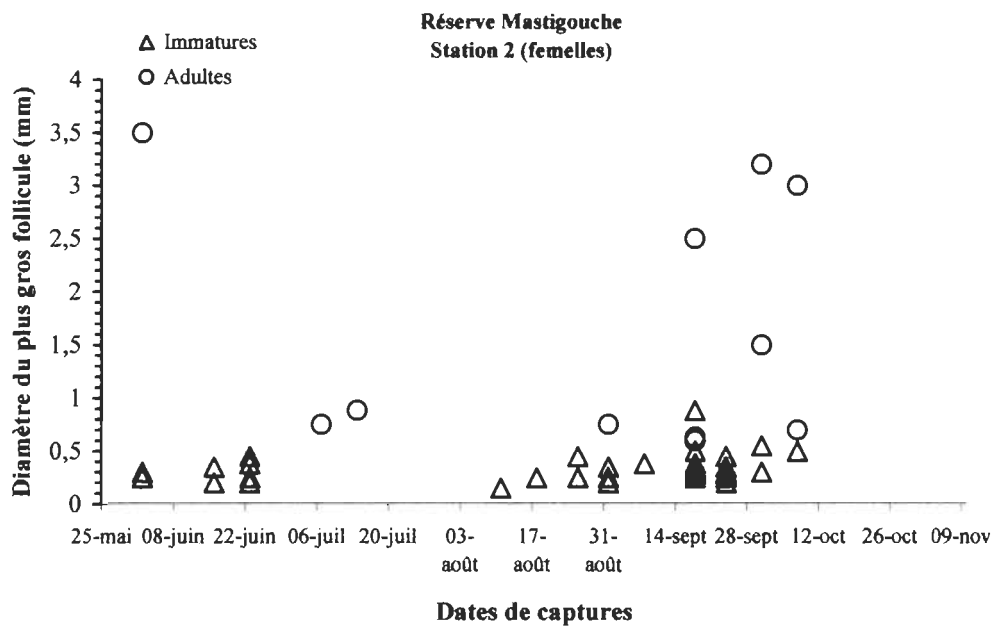


Figure 46: Distribution des diamètres folliculaires selon la date de capture des salamandres rayées femelles de la station 2 (réserve Mastigouche).

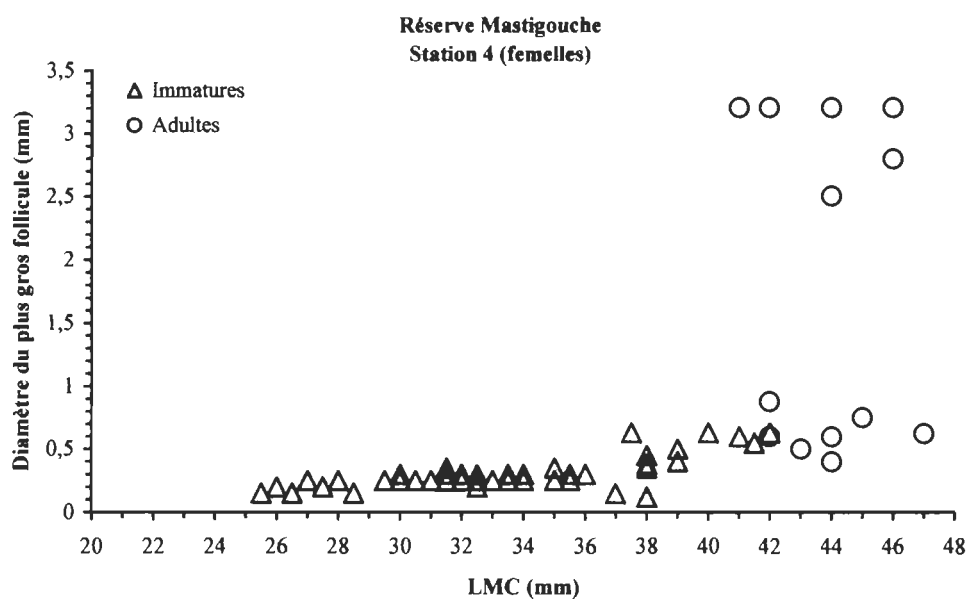


Figure 47: Distribution des diamètres folliculaires selon la longueur museau-cloaque (LMC) des salamandres rayées femelles de la station 4 (réserve Mastigouche).

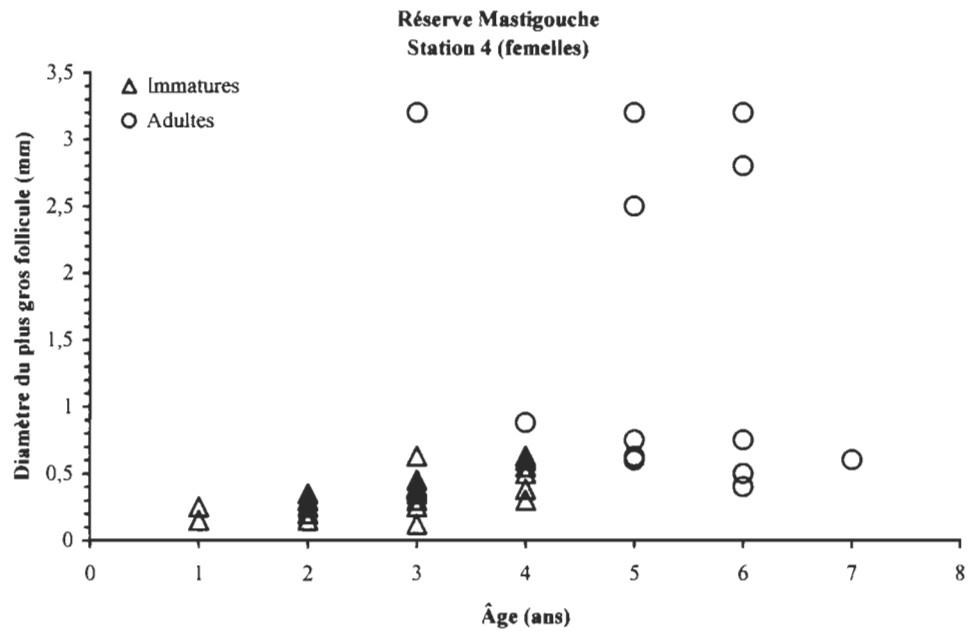


Figure 48: Distribution des diamètres folliculaires selon l'âge des salamandres rayées femelles de la station 4 (réserve Mastigouche).

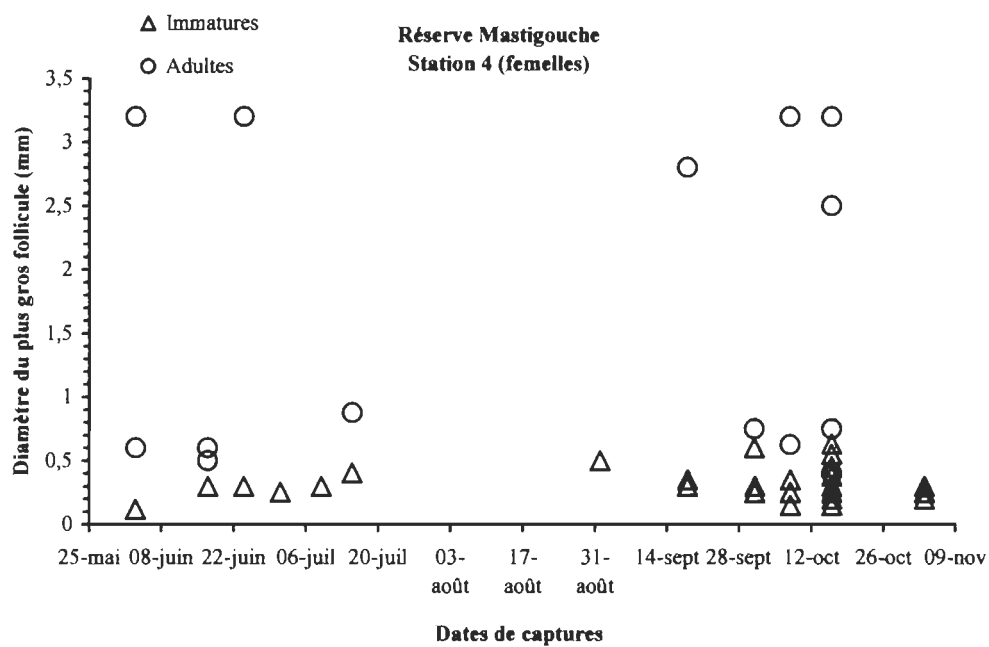


Figure 49: Distribution des diamètres folliculaires selon la date de capture des salamandres rayées femelles de la station 4 (réserve Mastigouche).

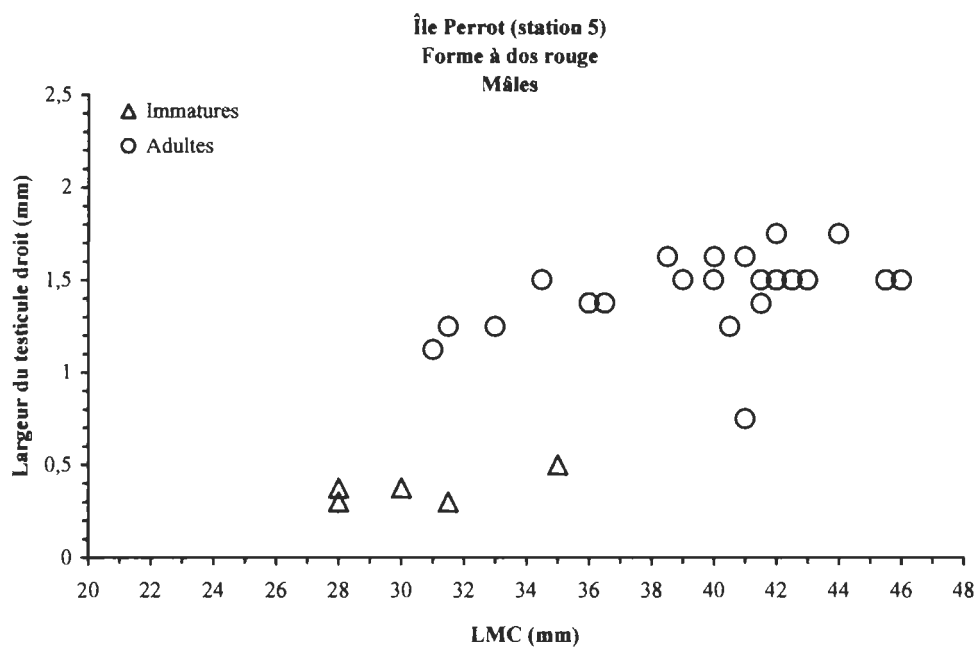


Figure 50: Distribution de la taille des gonades selon la longueur museau-cloaque (LMC) des salamandres rayées mâles de la forme à dos rouge capturées à la station 5 (Île Perrot).

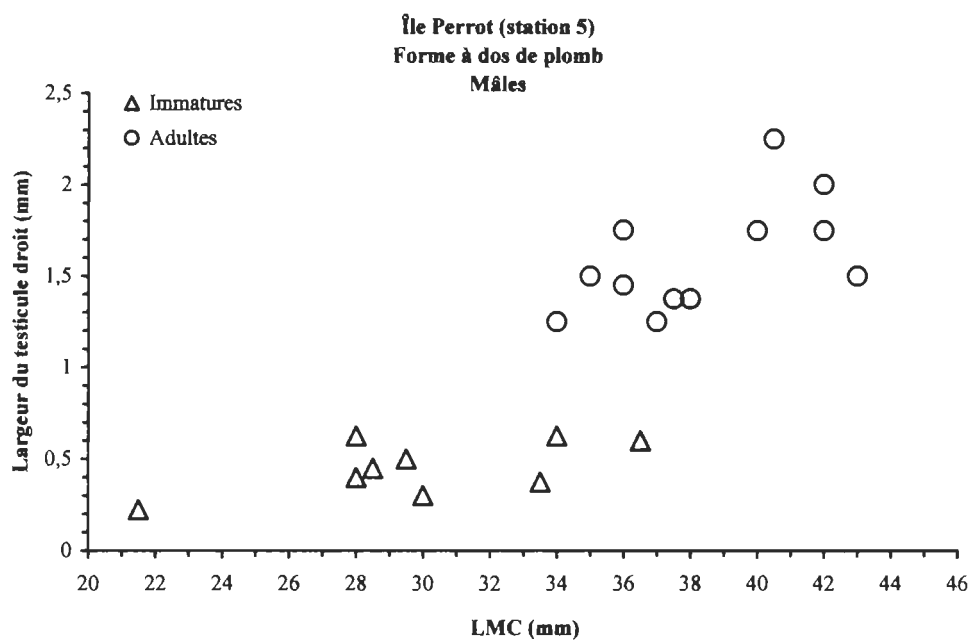


Figure 51: Distribution de la taille des gonades selon la longueur museau-cloaque (LMC) des salamandres rayées mâles de la forme à dos de plomb capturées à la station 5 (Île Perrot).

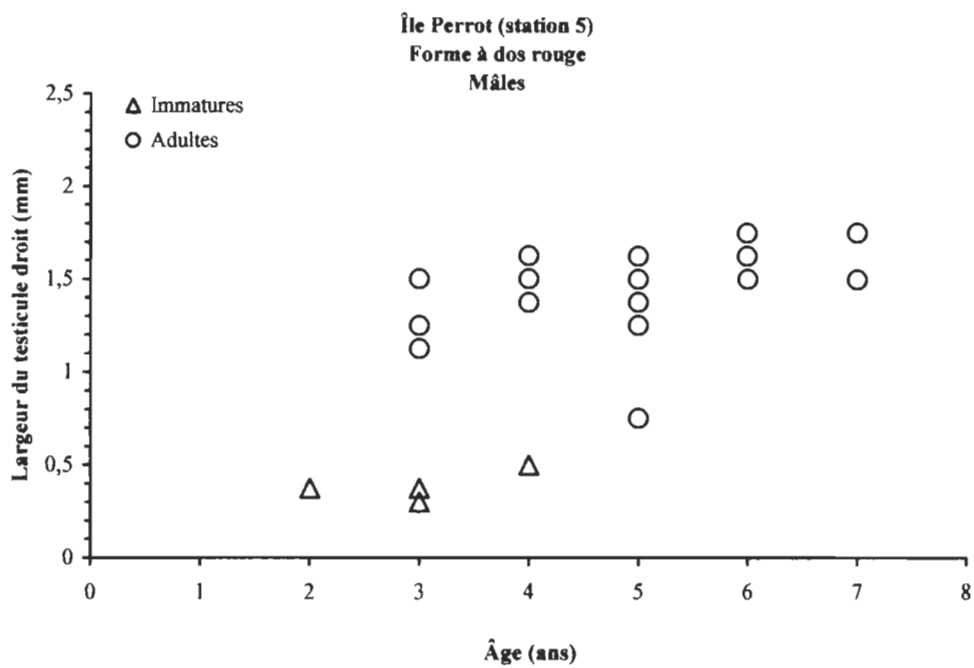


Figure 52: Distribution de la taille des gonades selon l'âge des salamandres rayées mâles de la forme à dos rouge capturées à la station 5 (Île Perrot).

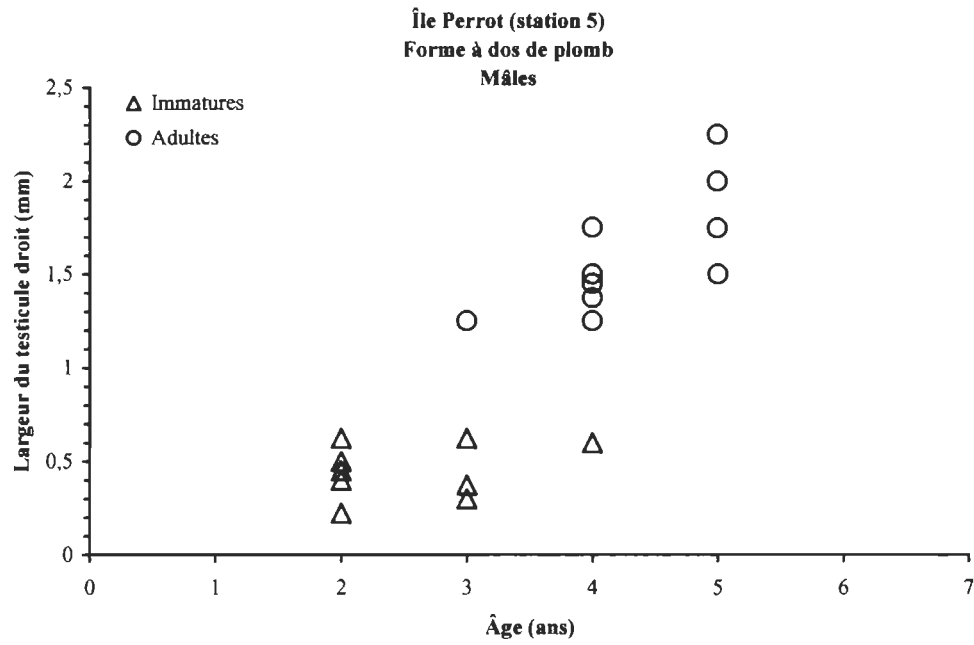


Figure 53: Distribution de la taille des gonades selon l'âge des salamandres rayées mâles de la forme à dos de plomb capturées à la station 5 (Île Perrot).

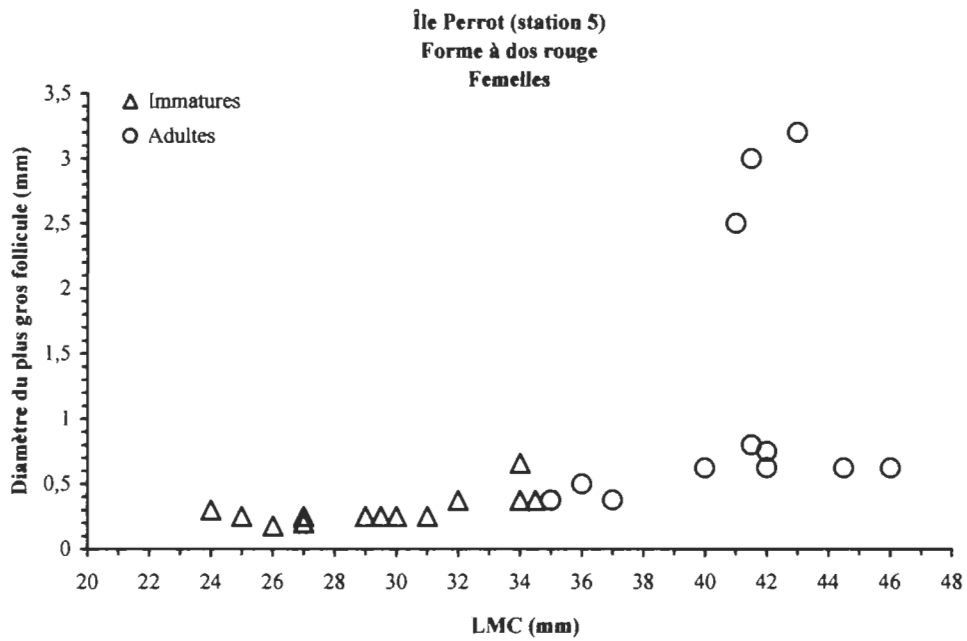


Figure 54: Distribution de la taille des follicules selon la longueur museau-cloaque (LMC) des salamandres rayées femelles de la forme à dos rouge capturées à la station 5 (Île Perrot).

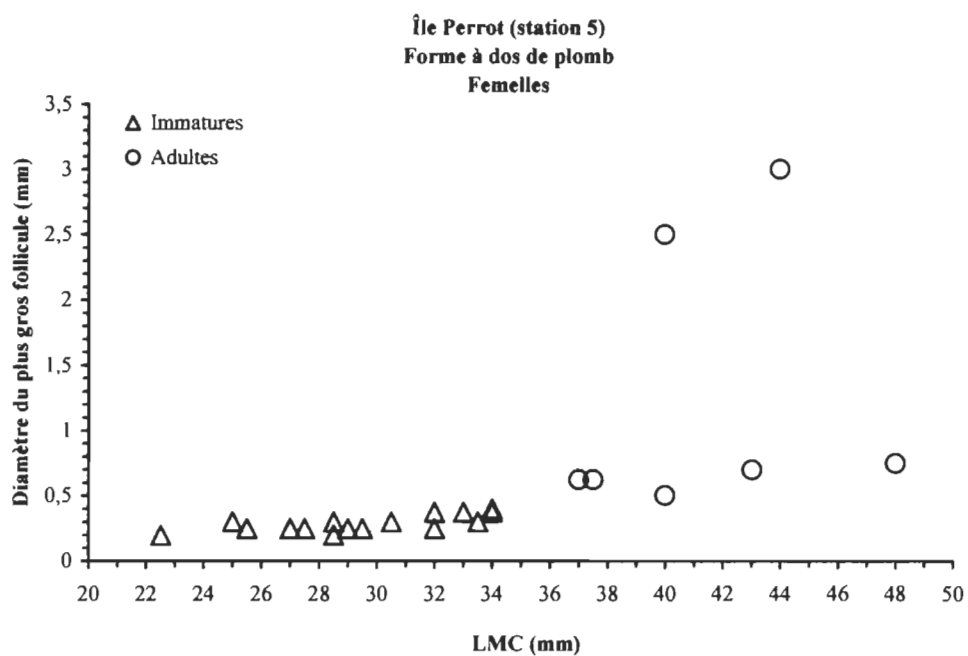


Figure 55: Distribution de la taille des follicules selon la longueur museau-cloaque (LMC) des salamandres rayées femelles de la forme à dos de plomb capturées à la station 5 (Île Perrot).

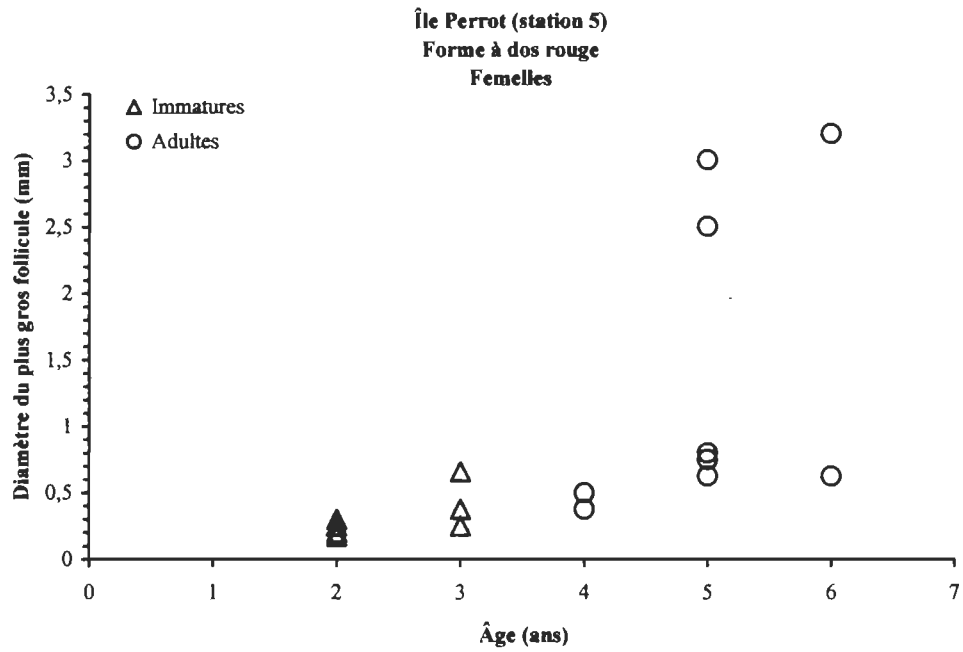


Figure 56: Distribution de la taille des follicules selon l'âge des salamandres rayées femelles de la forme à dos rouge capturées à la station 5 (Île Perrot).

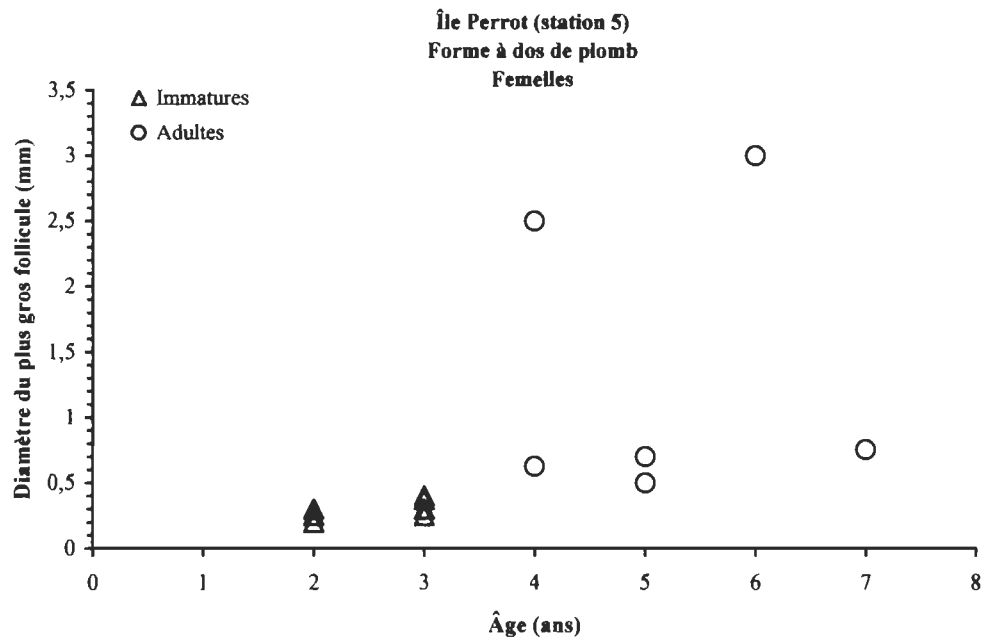


Figure 57: Distribution de la taille des follicules selon l'âge des salamandres rayées femelles de la forme à dos de plomb capturées à la station 5 (Île Perrot).

ANNEXE 3
PHOTOGRAPHIES



Photo 1 : Coupe transversale diaphysaire d'humérus d'une salamandre rayée de l'année. Aucune LAC n'est présente. On remarque que la périphérie de l'os est ondulée, ce qui caractérise la future LAC 1 (flèche).



Photo 2 : Coupe transversale diaphysaire d'humérus d'une salamandre rayée âgée d'un an (réserve Mastigouche). La LAC 1 est située au centre de la corticale osseuse (flèche).

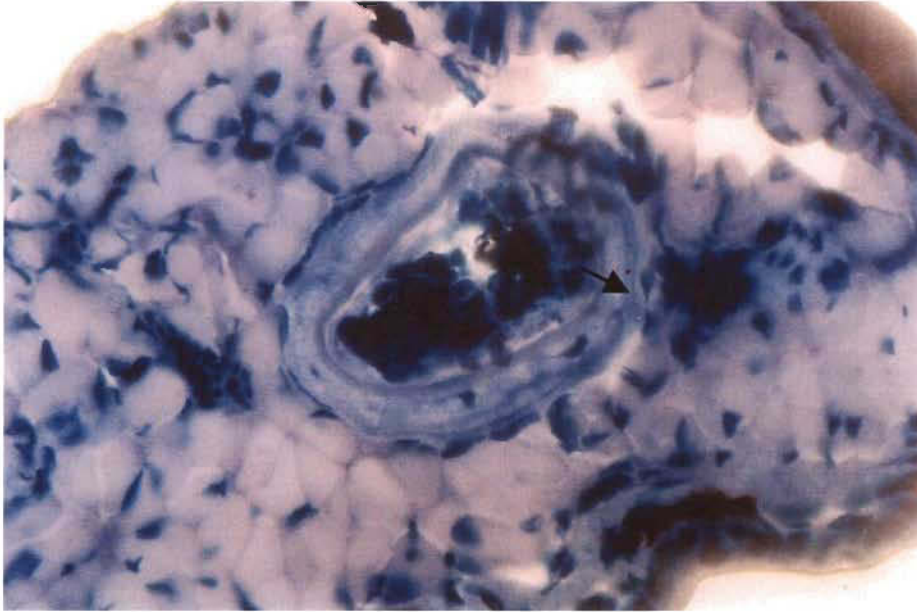


Photo 3 : Coupe transversale diaphysaire d'humérus d'une salamandre rayée âgée d'un an (Ile Perrot). La LAC 1 est située à la périphérie de la corticale osseuse (flèche).

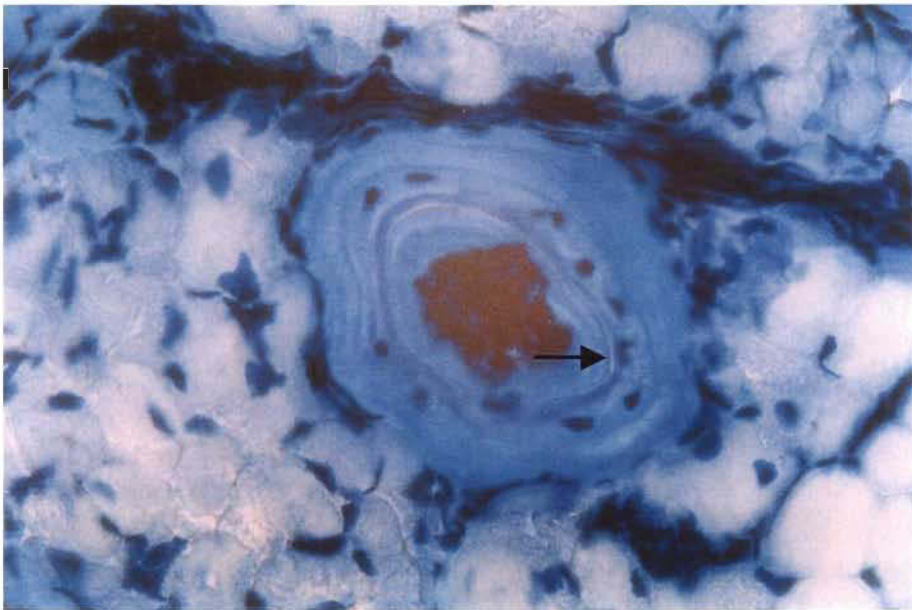


Photo 4 : Coupe transversale diaphysaire d'humérus d'une salamandre rayée âgée de 2 ans. Flèche = ligne cimentante.

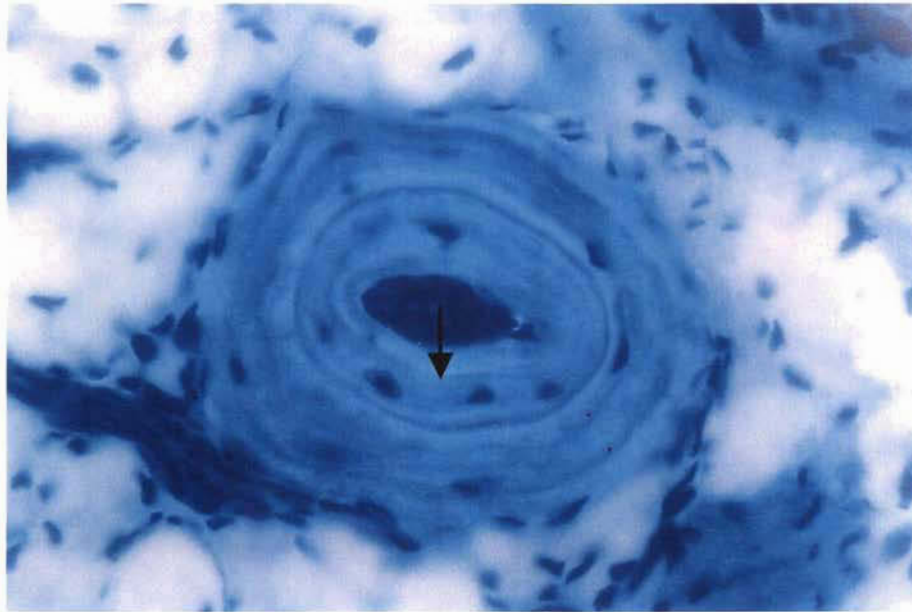


Photo 5 : Coupe transversale diaphysaire d'humérus d'une salamandre rayée âgée de 2 ans. Flèche = LAC 1 de l'endoste. Plusieurs ostéocytes sont visibles dans l'endoste et le périoste.

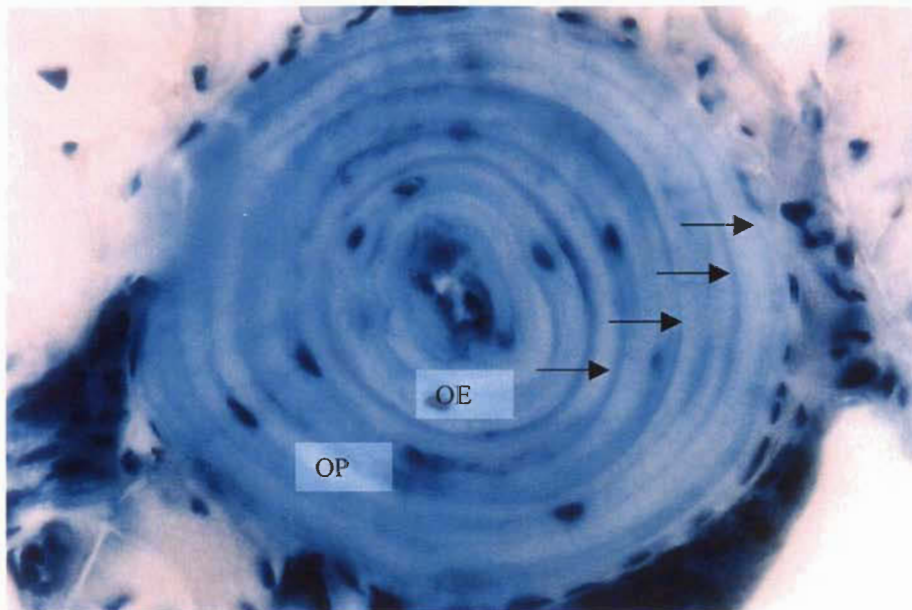


Photo 6 : Coupe transversale diaphysaire d'humérus d'une salamandre rayée âgée de 4 ans. Flèches = LAC 1 à 4. OE = os endostéal; OP = os périostique.

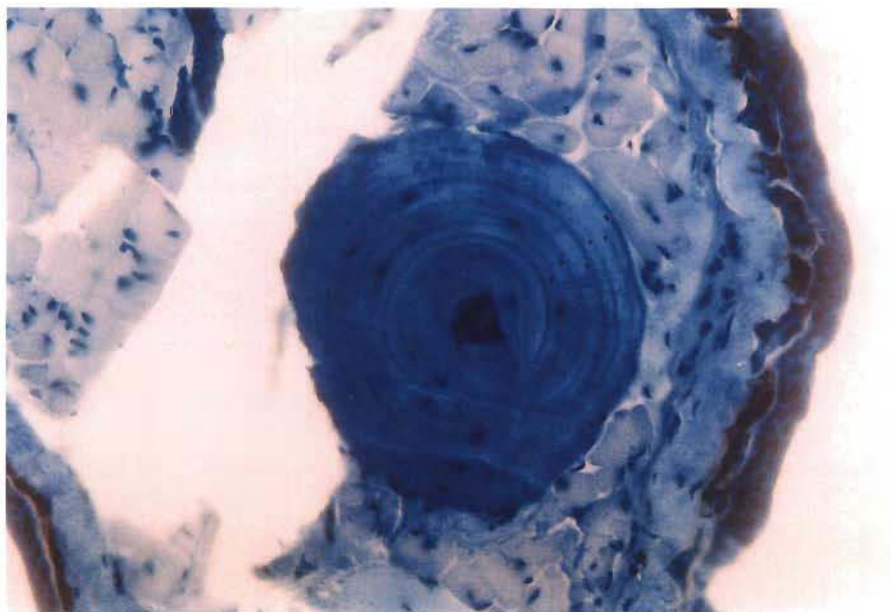


Photo 7 : Coupe transversale diaphysaire d'humérus d'une salamandre rayée âgée de 6 ans. Les points indiquent la position des LAC.

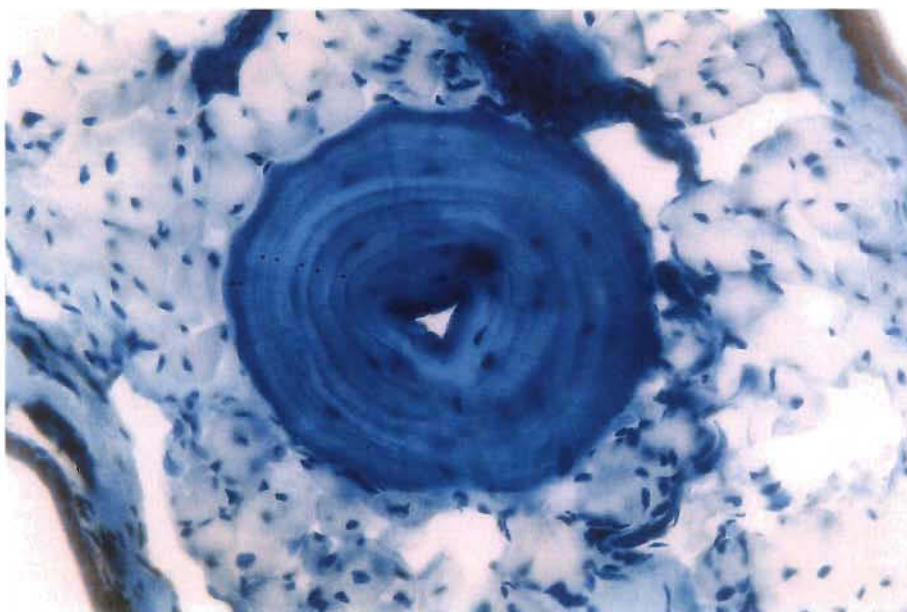


Photo 8 : Coupe transversale diaphysaire d'humérus d'une salamandre rayée âgée de 7 ans. Les points indiquent la position des LAC.