

Étude du polymorphisme morphologique dans une population de *Bufo viridis* Laurenti, 1768 de Mohammedia.

Lalla Meriem BENHACHEM,
Touria BENAZZOU et Sehhar AYACHI

للا مريم بن هاشم ،
ثرية بن عزو وسحر العياشي

Mots clés : *Bufo brongersmai*, Biométrie, Cytocaryologie, Polymorphisme, Maroc.

ملخص

دراسة التعداد التشكيلي عند مجموعة *Bufo viridis* 1768 بالمحمدية. يعرض موضوع هذا المقال دراسة التعداد الشكلي عند عشيرة من الضفادع الخضراء (*Bufo viridis*) بناحية المحمدية، استعملت في هذا الشأن ثلاثة معايير : المظهر الخارجي والقياسات الحيوية والخصائص «السيثكارولوجية». أظهرت دراسة المظهر الخارجي لأثني وعشرين عينة أنها تحمل بأرجلها «درنة وظيفة» مزدوجة، وهو ما يميز النوع *Bufo brongersmai* Hoogmoed 1972.

بينت القياسات الحيوية المتعلقة بأربع وعشرين متغيرة محمية واثنى عشرة متغيرة كيفية على عينة من 123 ذكر و18 أنثى. واستعملت في هذه الدراسة أربع طرق للتحليل التعدادي، ولم تسفر كلها عن ثبوت فرق بين الشكلين (ذي الدرنة المزدوجة وذي الدرنة الواحدة). وهذه النتيجة تطابق ما وصلنا إليه من خلال دراسة الشكل الخارجي. أظهرت الدراسة السيثكارولوجية أن كل الضفادع البرية الخضراء المدروسة بناحية المحمدية لها نفس الصيغة الكروموزومية ($2N = 22$) مما يؤكد الاستنتاج المحصل عليه بواسطة القياسات الحيوية.

RÉSUMÉ

Une étude du polymorphisme morphologique au sein de la population des crapauds verts de Mohammédia a été menée au moyen de trois méthodes d'investigation (habitus, biométrie et cytocaryologie).

L'étude de l'habitus des 22 specimens, porteurs d'un double TMSAS 4ème distal (d'après les données d'HOOGMOED, 1972) a montré qu'ils peuvent être rattachés à la nouvelle espèce : *Bufo brongersmai* HOOGMOED, 1972.

Les résultats de la biométrie au moyen de quatre analyses multivariées (ACP, AFC, AFD et CA) effectuées sur 24 caractères morphologiques quantitatifs et 14 qualitatifs de 123 mâles et de 18 femelles n'ont révélé aucune différence biométrique entre les specimens à simple ou à double TMSAS 4ème O distal. Ces résultats ne vont pas dans le même sens que ceux obtenus par la seule étude de l'habitus.

L'étude cytocaryologique montre que les crapauds verts de Mohammédia possèdent tous la même formule chromosomique qui est de $2N = 22$ et confirme, par ailleurs, les résultats obtenus par la biométrie.

SUMMARY

A study of the morphological polymorphism within the population of the green toad of Mohammedia was carried out with the aid of three methods of investigation- habitus, biometry and cytology.

The habitus of the 22 samples possessing a double under-articular metatarsal distant tuber under the fourth toe, according to the data of HOOGMOED, 1972, has shown that they could be linked to the new species : *Bufo brongersmai* Hoogmoed, 1972.

The biometrical results achieved via four multivariate analysis (APC, FAC, DFA and AC), carried out on 24 quantitative and 14 qualitative morphological features of 123 males and 18 females, have not revealed any biometrical difference between the samples, be they of simple or double U.A.M.D.T. U.F.T. have proved to be different from those obtained by the habitus study alone.

The karyologic study shows that all the green toads of those population possess the same chromosomal formula, that is, $2N = 22$ and confirm, therefore, the results obtained through biometry.

INTRODUCTION

Au Maroc, la famille des Bufonidés est représentée par quatre espèces qui sont : *Bufo viridis* Laurenti, 1768 ; *Bufo bufo* Linné, 1758 ; *Bufo mauritanicus* Schlegel, 1841 et *Bufo brongersmai* Hoogmoed, 1972.

D'après la clé de détermination des crapauds marocains établie par HOOGMOED (1972), le principal caractère morphologique qui sépare *B. viridis* des autres espèces de Bufonidés est le tubercule métatarsien sous articulaire distal sous le quatrième orteil (TMSAS 4ème O) qui est simple chez *B. viridis* et double chez le reste des espèces. Chez ces dernières, le second caractère morphologique qui les distingue est le pli tarsien qui est absent chez *B. bufo* et présent chez *B. mauritanicus* et *B. brongersmai*. Les deux espèces sont différentes l'une de l'autre surtout par la région interorbitaire concave chez *B. mauritanicus* et plate chez *B. brongersmai*.

D'après HOOGMOED (1972), les caractères morphologiques spécifiques de *B. brongersmai* et qui permettent de la séparer de *B. viridis* sont :

- 1.- Tubercule sous articulaire distal sous le quatrième orteil double.
- 2.- Absence de la glande sur le tibia.
- 3.- Espace interorbitaire plus large que la paupière supérieure de l'œil.
- 4.- Tête très plate.
- 5.- Absence de tubercules sur la face dorsale de la tête.
- 6.- Petite taille.
- 7.- Absence de la rayure claire vertébrale.
- 8.- Petites glandes parotoïdes.
- 9.- Tympan presque rond.

Signalons que l'aire de répartition géographique de *B. viridis* couvre tout le Maroc (fig. 1), alors que celle de *B. brongersmai* se limite uniquement au Sud-Ouest du Maroc (HOOGMOED, 1972).

La récolte de 142 spécimens de crapaud vert à Dayet El Hatba à Mohammedia montre deux lots :

Le premier est formé par des spécimens à TMSAS 4ème O distal simple et dont le reste des caractères morphologiques coïncide parfaitement avec ceux de *B. viridis*.

Le second lot est composé de spécimens possédant des caractères morphologiques communs avec les autres espèces de Bufonidés si l'on s'appuie sur les clés de détermination établies par BOULENGER (1897 - 1898), PASTEUR et BONS (1959) ou par HOOGMOED (1972).

En effet, dans cette Daya, nous avons trouvé des spécimens à :

- Double TMSAS 4ème O distal et qui caractérise *B. brongersmai*.
- Doubles tubercules métatarsiens sous articulaires le long du 4ème orteil et qui est un caractère morphologique spécifique à *B. calamita* (espèce absente au Maroc).
- Double tubercule métatarsien sous articulaire avant le distal sous le 4ème orteil et qui ne caractérise ni *B. viridis* ni *B. calamita*. Ce caractère se retrouve uniquement chez l'holotype de *Bufo brongersmai* décrit par HOOGMOED.

Par ailleurs, certains spécimens présentent un pli tarsien sur chacune des deux pattes postérieures. Alors que ce pli est absent ou réduit chez les autres.

Il existe également une variation de la pigmentation chez ces crapauds.

Vu le mélange des caractères morphologiques

dans ce lot, le problème de leur appartenance à telle ou à telle espèce est alors posé. Pour essayer de le résoudre, nous avons utilisé trois méthodes d'investigation à savoir :

- l'étude de l'habitus,
- l'étude de la biométrie et
- l'étude de la cytocaryologie.

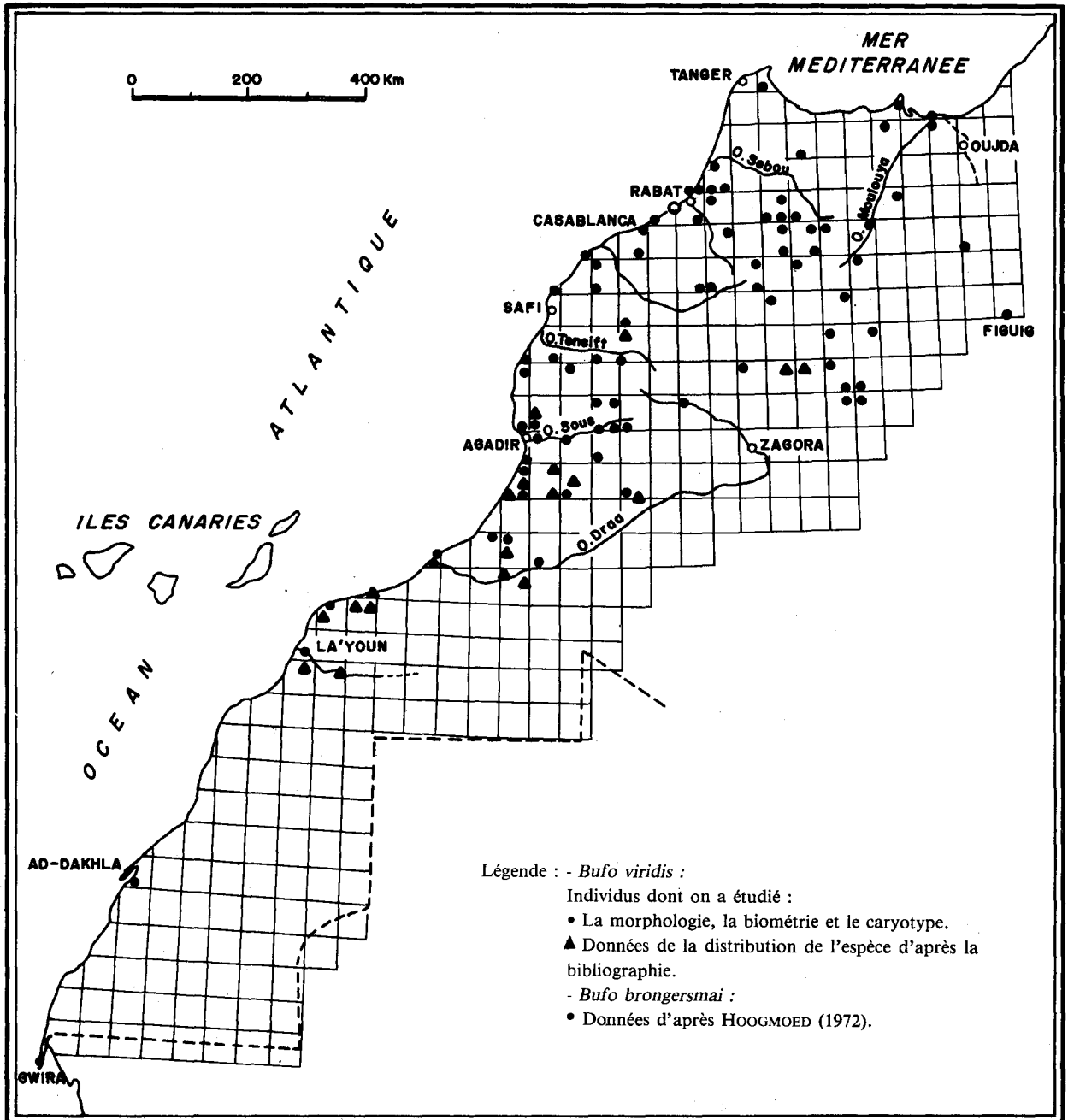


Figure 1 : Répartition géographique de *Bufo viridis* et de *Bufo brongersmai*.

ETUDE DE L'HABITUS

L'étude des 22 spécimens de *Mohammedia* possédant le double TMSAS 4ème O a été faite suivant la clé de détermination des crapauds marocains établie par HOOGMOED (1972), de la diagnose de *B. brongersmai*, de ses caractères de variations ainsi que des caractères distinctifs entre *B. brongersmai* et *b. viridis* (BENHACHEM, 1989) et de dimorphisme sexuel du crapaud de BRONGERSMA. Il apparaît donc que ces 22 spécimens peuvent-être attribués à l'espèce *B. brongersmai*.

Deux hypothèses peuvent-être émises suite à cette étude :

- Soit que *B. brongersmai* ne se limite pas au Sud-Ouest du Maroc comme l'a déjà signalé HOOGMOED (1972) et par conséquent l'aire de répartition géographique de cette nouvelle espèce se trouve agrandie puisqu'elle serait présente en sympatrie avec *B. viridis* à Mohammedia.

- Soit alors que les caractères morphologiques considérés par HOOGMOED (1972) comme spécifiques au crapaud de BRONGERSMA ne le sont pas vraiment et peuvent se retrouver chez le crapaud vert. Il faut donc essayer de trouver d'autres caractères morphologiques chez *B. brongersmai* que ceux décrits par HOOGMOED pour la distinguer de *B. viridis*.

L'étude de la biométrie et de la cytocyologie permettront, peut-être, d'opter pour l'une ou l'autre des deux hypothèses.

ÉTUDE BIOMÉTRIQUE

Nous avons utilisé la méthode de COOK (1983), qui a travaillé sur les crapauds de l'Amérique du Nord (*Bufo americanus*). Cette méthode utilisée également par LEE (1982), consiste à prendre les mesures¹ des caractères morphologiques des spécimens conservés dans l'alcool² ou dans le formol isopropylique.

24 caractères morphologiques de type

quantitatif ont été mesurés³ sur des spécimens après conservation (fig. 2) et 14 caractères qualitatifs ont été relevés chez les mêmes spécimens avant leur conservation et qui sont :

- 8 caractères concernant la répartition des tâches sur la face ventrale,
- présence, absence ou réduction du pli tarsien,
- nature du tubercule métatarsien,
- TMSAS 4ème O (simple, double,... etc),
- présence ou absence de la raie médiadorsale,

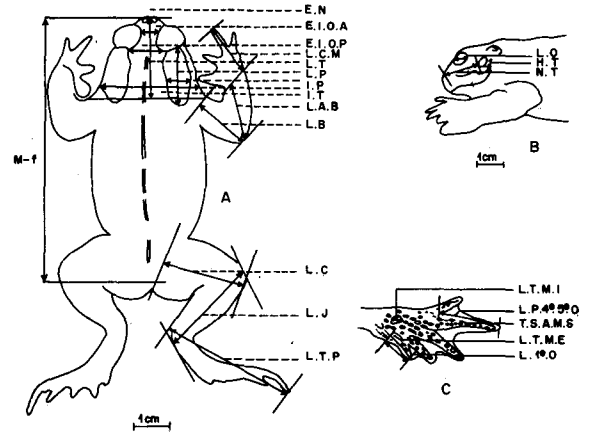


Figure 2 : Schéma du crapaud vert montrant les caractères morphologiques mesurés : A : Face dorsale de l'animal entier ; B : Face latérale de la tête ; C : Face ventrale de la main.

- M-F : Longueur du Museau - fente cololaquale
 EIOA : Espace inter-orbitaire antérieur
 EIOP : Espace inter-orbitaire postérieur.
 EN : Espace nasal.
 H.T. : Hauteur du tympan.
 NT : Distance entre la narine et le tympan.
 LO : Longueur de l'oeil.
 LT : Longueur de la tête.
 lt : Largeur de la tête.
 LC : Longueur de la cuisse.
 LJ : Longueur de la jambe.
 LTP : Longueur du tarse et du pied
 P.4.5.O : Longueur de la palmure entre le 4ème et le 5ème orteil.
 LTMI : Longueur du tubercule métatarsien interne.
 LTME : Longueur du tubercule métatarsien externe.
 L1erO : Longueur du 1^{er} orteil.
 LB : Longueur du bras.
 LAB : Longueur de l'avant-bras.
 LCM : Longueur de la carpe et de la main
 LP : Longueur de la paratoïde
 lP : Largeur de la paratoïde.

1. Les mesures des caractères morphologiques sur les crapauds de *Mohammedia* ont été faites après quatre mois de conservation.

2. Les spécimens ont été conservés dans un mélange d'alcool à 75 % et du formol à 10%.

3. Les spécimens conservés ainsi que les données brutes concernant leurs mesures sont déposés à la salle de collections à l'Institut Scientifique de Rabat.

- dimension des tubercules dorsaux et
- coloration des tubercules dorsaux.

Quatre types d'analyses multivariées ont été utilisées : il s'agit de l'Analyse en Composantes Principales (A.C.P.), de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C.) de l'Analyse Factorielle Discriminante (A.F.D.) et de la Classification Automatique (C.A.) (ROUX, 1986).

Ces analyses ont été utilisées dans le but de comparer, entre eux, les crapauds à simple ou à double TMSAS 4ème O.

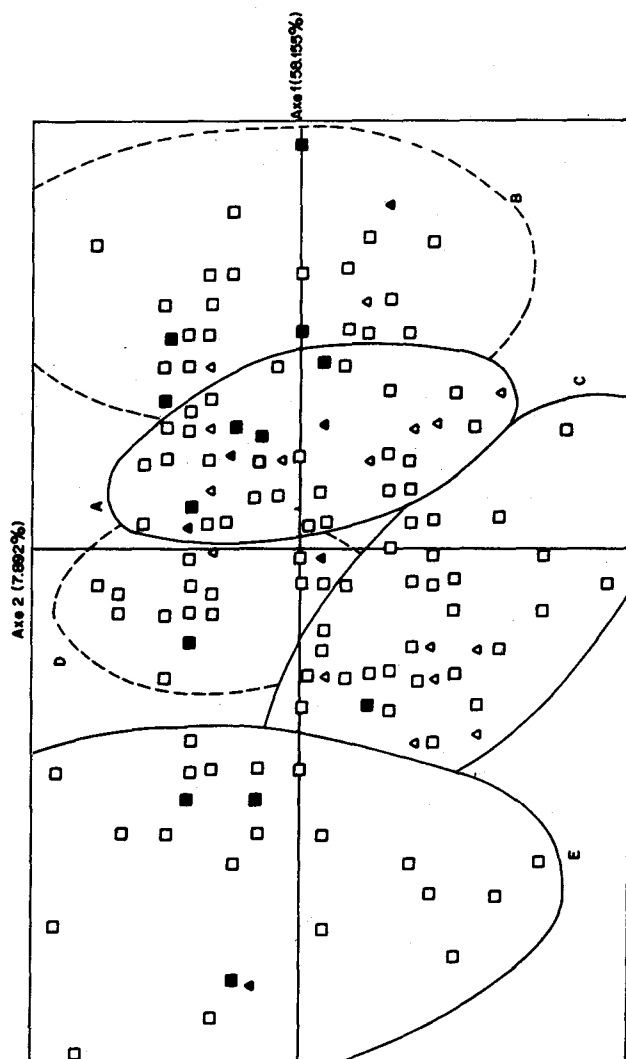


Figure 3 : Analyse en composantes principales.

Représentation sur le plan défini par les axes 1 et 2 des 141 crapauds verts de Mohammedia □ mâles à simples tubercules sous articulaires sous le 4ème orteil, △ mâles à doubles tubercules sous articulaires sous le 4ème orteil, ■ femelles à simples tubercules sous articulaires sous le 4ème orteil et ▲ femelles à doubles tubercules sous articulaires sous le 4ème orteil.

Les résultats de l'A.C.P. et de l'A.F.C. (fig. 3.4.5 et 6) effectuées sur les données morphologiques de *B. viridis* (mâles ou femelles⁴ ou mâles et femelles ensemble) montrent : Une grande dispersion des individus sur le plan factoriel F_1 - F_2 , ce qui traduit l'existence de variations morphologiques plus au moins importantes entre les spécimens au sein de la même population.

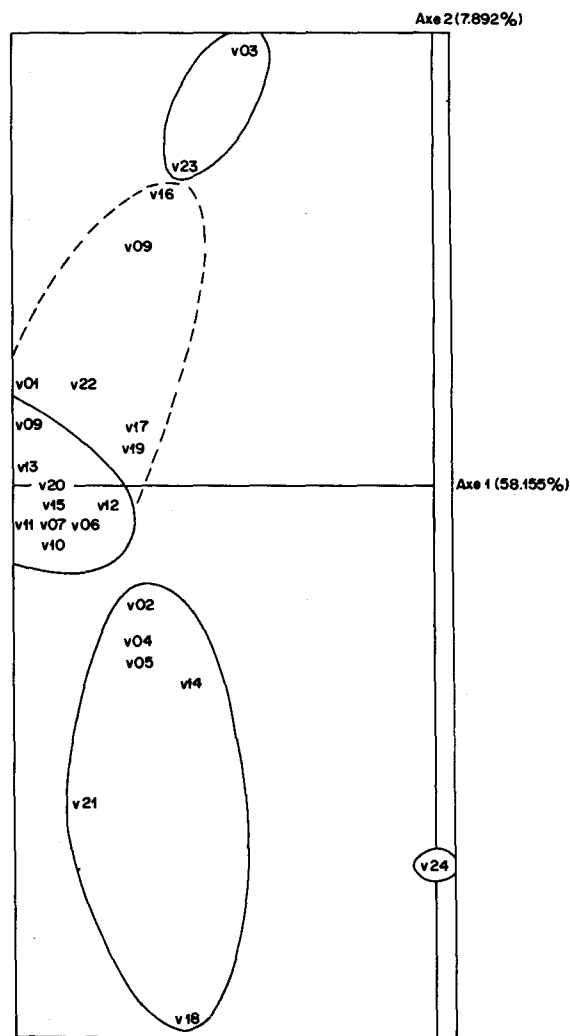


Figure 4 : Analyse en composantes principales. Représentation sur le plan défini par les axes 1 et 2 les 24 variables de *Bufo viridis* (mâles et femelles) de Mohammedia.

⁴ Les résultats de l'ACP et de l'AFC effectués sur les données morphologiques des mâles ou des femelles ne sont pas exposés et pour plus de détail, voir (BENHACHEM, 1989). Seuls les résultats de, ces mêmes analyses effectuées sur les données morphologiques des mâles et femelles ensemble seront donnés dans le présent travail.

Des groupes d'individus sont triés par C.A. chacun des groupes renferme des individus à double TMSAS 4ème O distal en proportion différentes.

Il n'y a donc pas de séparation entre les

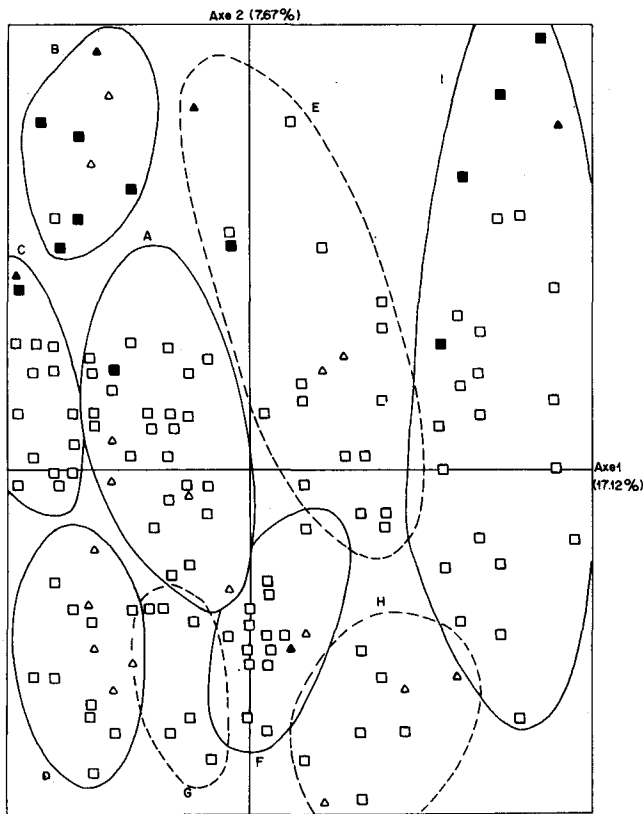


Figure 5 : Analyse factorielle des correspondances. Représentation sur le plan défini par les axes 1 et 2 les 141 mâles et femelles de *Bufo viridis* de Mohammédia. Δ mâles à doubles tubercules sous articulaires sous le 4ème orteil. (DTMSAS 4ème O). \square mâles à simples tubercules sous articulaires sous le 4ème orteil (STMSAS 4ème O); \blacktriangle femelles à DTMSAS 4ème O; \blacksquare femelles à STMSAS 4ème O.

Ce résultat a été confirmé par ceux de l'AFD (fig. 7) effectué sur les mêmes données morphologiques. Cette dernière analyse a, en plus, montré une séparation plus au moins nette entre les mâles et les femelles de cette population. Il s'agit donc là d'un net dimorphisme sexuel.

D'après ces analyses multivariées, il semble que

individus à simple ou à double TMSAS 4ème O distal au sein de la même population. C'est-à-dire que les uns et les autres ne sont pas différents de point de vue biométrique.

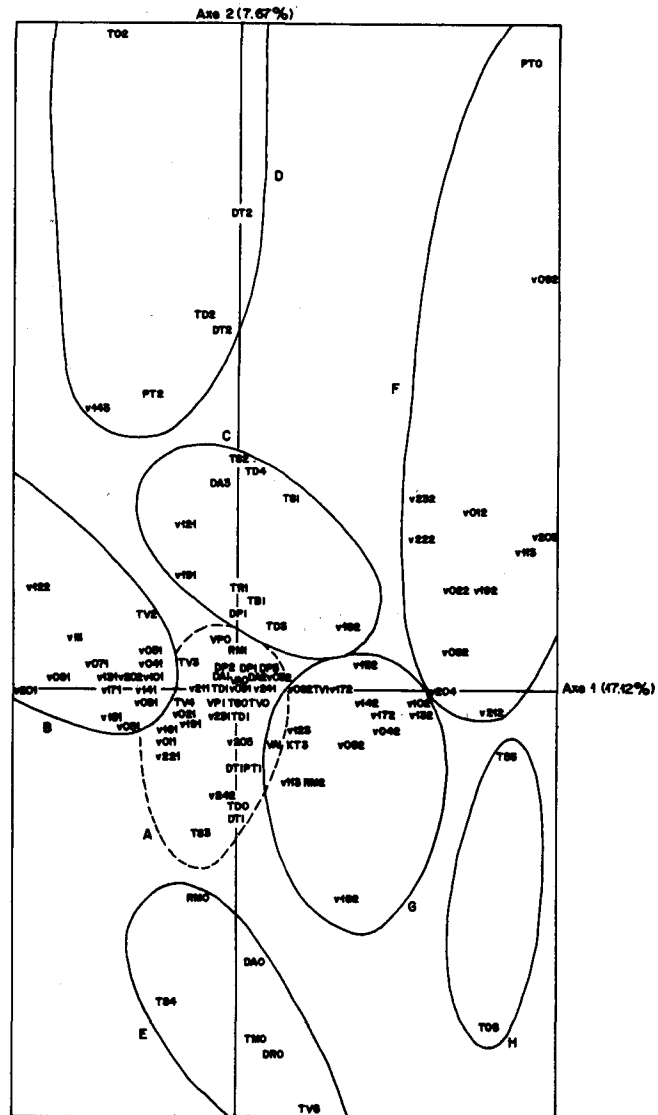


Figure 6 : Analyse factorielle des correspondances. Représentation sur le plan défini par les axes 1 et 2 les 101 modalités des 141 mâles et femelles de *Bufo viridis*.

les crapauds de Mohammédia possèdent un simple ou un double TMSAS 4ème O distal et présentent des spécimens qui ne sont pas biométriquement différents les uns des autres. Cependant, cette population se caractérise par un net dimorphisme sexuel.

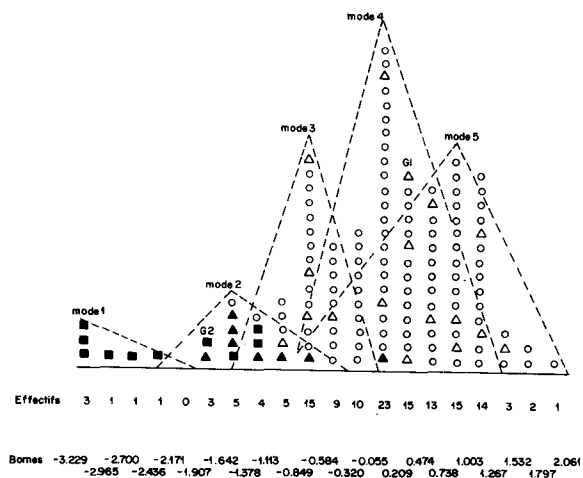


Figure 7 : Représentation des individus sur un histogramme : mâles : Δ individus à doubles tubercules sous articulaires sous le 4ème orteil (DTMSAS 4ème O) \circ individus à simples tubercules sous articulaires sous le 4ème orteil (STMSAS 4ème O). femelles : \blacktriangle individus à DTMSAS 4ème O \blacksquare individus à STMSAS 4ème O.

ETUDE CYTOCARYOLOGIQUE

Dans cette étude, la technique suivie pour l'obtention des chromosomes métaphasiques est celle de FORD et HAMERTON (1956).

Six specimens porteurs d'un simple ou d'un double TMSAS 4ème O distal ont été utilisés.

La formule chromosomique retrouvée chez tous les specimens est de $2N = 22$.

Comme leurs caryotypes n'ont pu être réalisés, nous nous sommes limités à donner les métaphases représentées par les figures 8 et 9.

Nous avons pu reconnaître deux grands groupes d'éléments parmi les 22 chromosomes :

- Groupe I : composé de six grandes paires de

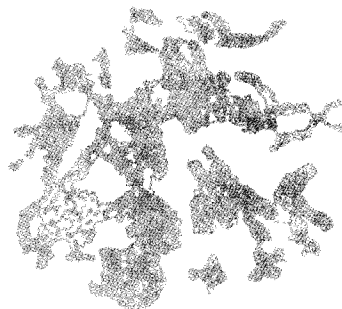


Figure 8 : Métaphase colchicinique de *Bufo viridis* porteur d'un simple tubercule sous articulaire sous le 4ème orteil (femelle).

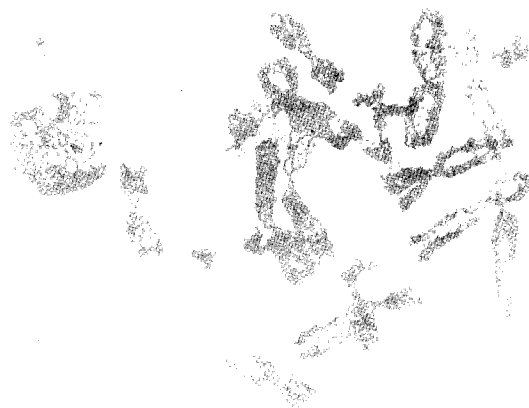


Figure 9 : Métaphase colchicinique de *Bufo viridis* porteur d'un double tubercule sous articulaire sous le 4ème orteil (mâle).

chromosomes métacentriques ou submétacentriques.

- Groupe II : formé par cinq petites paires de chromosomes dont nous n'avons pu déceler avec précision les métacentriques, des submétacentriques. Le chromosome sexuel n'a pas été précisé comme c'est le cas chez les Amphibiens en général.

Aucune différence n'a été observée entre les caryotypes des specimens à double ou à simple TMSAS 4ème O distal, ce qui confirme donc l'étude biométrique.

CONCLUSION

D'après l'ensemble des résultats obtenus à partir de ces méthodes d'investigation, il ne semble

donc pas exister de différence entre les crapauds à simple ou à double TMSAS 4ème O distal. Il s'agit donc de specimens faisant tous partis de la même espèce : *Bufo viridis* Laurenti, 1768.

Par conséquent, le caractère morphologique (double TMSAS 4ème O distal) considéré par HOOGMOED comme spécifique à *B. brongersmai*

ne l'est pas vraiment car il se retrouve chez les spécimens de *B. viridis* et il faut donc chercher un autre caractère morphologique plus discriminant pour séparer les deux espèces : *B. viridis* Laurenti, 1768 et *B. brongersmai* HOOGMOED, 1972.

Une étude de l'espèce *B. brongersmai* est donc indispensable pour préciser son statut taxonomique.

BIBLIOGRAPHIE

- BENHACHEN, M. (1989).- *Taxinomie et caractérisation de deux espèces d'Amphibiens Anoures : Rana ridibunda Pallas. 1771 et Bufo viridis Laurenti, 1768 au Maroc.* Thèse Doct. 3ème cycle. Rabat. 220 p.
- BONS, J. et N. (1959).- sur la faune herpétologique des Doukkala. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc*, 39,2 , 117 - 128.
- BONS, J. (1960).- Aperçu sur le peuplement herpétologique du Maroc oriental. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc*, 40, 1 , 53-75.
- BONS, J. (1967).- *Recherche sur la biogéographie et la biologie des Amphibiens et Reptiles au Maroc.* Thèse Doct. Sci. Nat., Montpellier, CNRS, A.O., 2345, 321 p.
- BONS, J. (1972).- Herpétologie marocaine. I.- Liste commentée de Amphibiens et Reptiles du Maroc. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc*, 52, 107-126.
- BONS, J. (1973).- Herpétologie marocaine. II.- Origine évolution et particularité du peuplement herpétologique du Maroc. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc*, 53, 63-110.
- BOULENGER, G.A. (1981).- Catalogue of the Reptiles and Batrachians of barbary (Morocco, Algeria, Tunisia) based chiefly up on the notes and collections made in 1880 by M. FERNAND LATASTE. *Trans. Zool. Soc. London* 3, 6, 93-164.
- BOULENGER, J.A. (1897).- *The tailles Batrachians of Europe.* Part. I. *London. Ray-Society*, I-III + 1 - 20.
- BOULENGER, G.A. (1898).- *The tailles Batrachians of Europe.* Part. II. *London. Ray. Society*, pp : 211-376.
- BENZEKRI, J.P. (1973).- L'analyse des données. Dunod-Paris.
- COOK, F.R. (1983).- An analysis of toad of the *Bufo americanus* group in a contact Zone in central northern north America. *Natural sciences*, n° 3, *National Museum, Ottawa. Canada* : 1-89.
- DORE, J.C. : MICHELOT, D., D., GORDON, G., LABIA, R. ZAGATTI, P.; RENO, M. and DESCOINS, Ch. (1986).- Approche factorielle des relations entre 8 tribus de lepidoptères *Tortricidae* et 41 molécules à effet attractif sur les mâles. *Antils. Soc. Ent. Fr. (N.S.)*, 22, 3, 387.
- EL OUALIDI, J. (1987).- *Approche de l'étude biosystématique des Teucrium de la section Polium (GAMIACEAE) du Maroc.- contribution à la flore «pratique» du Maroc.* Mém. D.E.A. évol. Ecol. Acad. Univ. Sci. Tech. Montpellier, 76-91.
- FORD, C. E. et HAMERTON, J.L. (1956).- A colchicine hypotonic citrate Squach sequence for mammalian, chromosomes. *Stain Tech.*, 31 , 247-251.
- HOOGMOED, M. S. (1972).- On a new species of toads from southern Morocco. *Zool. Meded. Leien*, 47,4 , 49-64.
- OULD SABAR, M.S. (1987).- *Etude des Anoures fossiles des gisements karstiques de carrières Doukkala I et II (Région de Témara Maroc). Contribution à la connaissance de pleistocène moyen (Amirien) et supérieure (Tensiftien et soltanien) du littoral atlantique marocain.* Thèse Doct. Sci. Nat. Souissi-Rabat, 98 p.
- PASTEUR G. (1954).- Note de terrain. *C.R. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc*, xx, 7, 177-179.
- PASTEUR, g. & BONS, J. (1959).- Les Batraciens du Maroc. *Trav. Ins. Sci. Cher., Ser. Zool.* n° 17, IX + 241 p.
- PELLEGRIN, J. (1912c).- *les vertébrés d'eau douce du Maroc.* C.R.A.F.A.S. Nîmes, pp. 419-424.
- PELLEGRIN, J. (1924).- Batraciens et poissons du Sud-Est du Maroc et du Sud Oranais. *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.*, xxx, 3, 178 - 180.
- PELLEGRIN, J. (1925).- Liste des Reptiles, Batraciens et Poissons d'eau douce de collection du musée de l'Institut Scientifique chérifien à Rabat. *Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc*, V. 7-8, 315-321.
- ROUX, M. (1986).- *Algorithme de classification.* Masson, Paris, 151 p.
- VARALDI, M.K. (1953).- Les Batraciens du Maroc Occidental. *C.R. Soc. Sci. Nat. Maroc*, XIX, séan. 5 Nov., 119-120.
- VARALDI, M.K. (1953).- Les Batraciens Anoures. *C.R. Soc. Sci. Nat. Maroc*, XIX, 8, séan. 5 déc., p. 131.