CONTRIBUTION A L'IDENTIFICATION DES DEUX ESPECES DU GENRE *APODEMUS* KAUP : *APODEMUS SYLVATICUS* LINNAEUS, 1758 ET *APODEMUS FLAVICOLLIS* MELCHIOR, 1834, SELON UNE NOUVELLE METHODE BASEE SUR UNE BIOMETRIE COMPLEXE

ALEXANDRA-CRISTINA PĂUNESCO

Les difficultés d'identification des deux espèces : sylvaticus et flavicollis, nous ont déterminé à chercher une nouvelle méthode basée sur un plus grand nombre de mesures prises sur les M1 et M2 inférieures et supérieures des deux espèces. Les meilleurs résultats ont été obtenus grâce à la morphologie et la biométrie des M2 supérieures. Toute une série d'analyses factorielles (AFD et ACP), ont été employées afin de mieux établir l'appartenance du matériel à l'une ou l'autre des deux espèces.

Mots-clé: *Apodemus sylvaticus, Apodemus flavicollis,* Pléistocène moyen, Pléistocène, actuel, biométrie complexe.

En abordant les critères morphologiques et métriques proposés par Pasquier (1974), les différents auteurs ont essayé d'attribuer les populations étudiées, à une ou l'autre des deux espèces : *Apodemus sylvaticus* ou *A. flavicollis* (Pl. I – III).

L'étude de cet auteur a montré que les critères les plus importants pour différencier les deux espèces de mulots sont : le pourcentage de t9 réduit sur la M2/, et le rapport L/l des M2 inférieures et supérieures. Ces valeurs sont plus élevées chez *Apodemus flavicollis* que chez *A. sylvaticus*. Sur les diagrammes, par contre, l'interprétation concernant les populations qui occupent une position intermédiaire, reste difficile.

Il paraît évident que les descriptions détaillées, à l'exception de la taille du t9, ne contribuent pas à différencier les groupes *sylvaticus* et *flavicollis*, mais seulement de les intégrés dans l'ensemble représenté par les mulots de taille moyenne, et de mettre en évidence les principales directions évolutives durant le Quaternaire.

Comme l'identification des deux espèces n'était pas résolue, ni par ces descriptions morphologiques (malgré le très grand nombre de caractères abordés), ni par la méthode biométrique (que nous appelons « classique » de Pasquier), nous avons essayé de trouver d'autres critères.

Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», t. XXXVII–XXXVIII, p. 231–245, Bucarest, 1998–1999

L'étude métrique plus détaillée que nous proposons ici, a permis de tirer des conclusions – non seulement sur la biométrie – mais également sur les particularités morphologiques qui ressortent des molaires d'*Apodemus* des deux espèces (voir pour plus de détailles [8]).

Le materiél étudié provient des sites du Pléistocène moyen et supérieur du Sud de la France: de la Grotte du Vallonet (Roquebrunne Cap-Martin dans les Alpes Maritimes), de la Caune de l'Arago (Tautavel, Pyrénées-Orientales), de la Baume-Bonne (Quinson, Alpes de Haute-Provence), d'Orgnac-3 (Ardèche), de la Grotte du Lazaret (Nice, Alpes-Maritimes), de Fontbrégoua (Salèrne, Var), de Toureil (Ariège) et de l'Abri Mochi (Ligurie, Italie).

Du materiel actuel appartenant à *Apodemus sylvaticus* en provenance de la grotte de la Canadienne (Tautavel, Pyrénées-Orientales), de la Colombière (région de Nice, Alpes Maritimes) et de Nandru (département de Hunedoara, Roumanie) a été utilisé à titre de comparison.

I. LA MÉTHODE BASÉE SUR UNE BIOMÉTRIE COMPLEXE.

Dans ce sens, un ensemble de mesures (Fig. 1) a été pris - sur les M1 inférieures et supérieures en un premier temps, suivi après de la biométrie des M2 supérieures (celle qui a offert les meilleurs résultats).

L'application de cette méthode nous a permis d'isoler le groupe *sylvaticus* (les populations du Vallonnet, de la Caune de l'Arago, d'Orgnac-3, de la Baume Bonne, du Lazaret, de Nandru, de la Canadienne et de la Colombière) du groupe *flavicollis* (les populations de Toureil, de Fontbrégoua et de l'Abri Mochi).

Entre les deux groupes, les valeurs moyennes des différentes variables, sont très proches. Pour cela, nous avons calculé plusieurs rapports en tenant compte des longueurs et des largeurs des différents « segments ».

Ainsi, sur **les premières molaires inférieures**, l'intérêt s'est porté sur la différence des largeurs tA(+c1)-tB (distance noté pour simplifier « lp » car elle correspond à la largeur de la partie postérieure de la dent) et tC-tD (distance noté « lm » car elle correspond à la largeur médiane de la dent). Cette différence des largeurs (« lp - lm ») est plus faible sur les populations d'*Apodemus flavicollis*, par rapport à celles d'*Apodemus sylvaticus*. Cela dénote une forme plus rectangulaire des M/1 d'*A. flavicollis*.

En tenant compte de cette différence de largeurs, deux rapports ont été calculés : l'un, en fonction de la longueur comprise entre tB-tD (notation « Lm-Lp »), et l'autre, en fonction de la largeur totale de la dent (les valeurs de tous les rapports sont données dans le Tableau 1).

Comme nous pouvons en déduire, les deux rapports ainsi calculés sont plus faibles sur les populations d'*Apodemus flavicollis*.

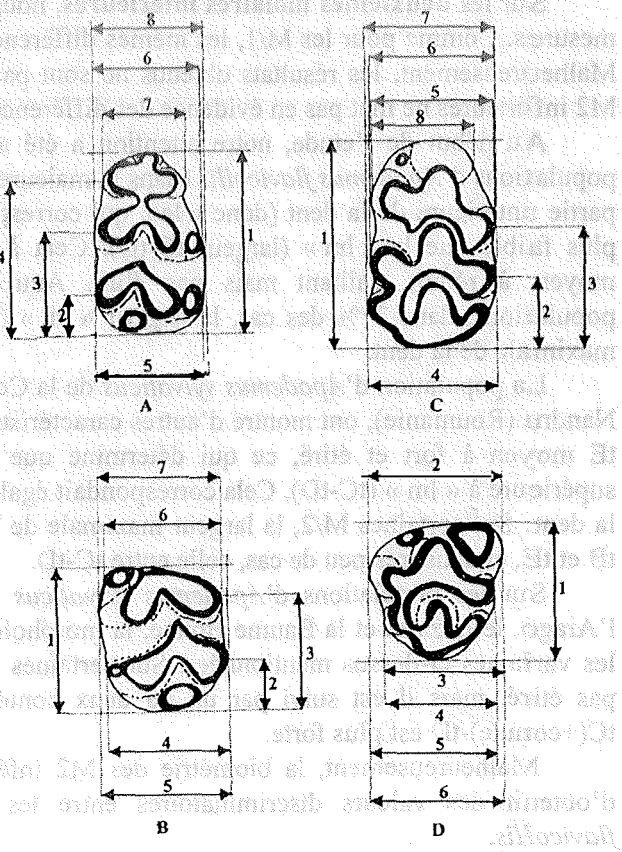


Fig. 1 - Types des mesures prises sur les M1 et M2 inférieures et supérieures d'*Apodemus*.

A - Mesures prises sur les M/1: 1-longueur; 2-Lp (Longueur prise au niveau du tB); 3-Lm (longueur prise au niveau du tD); 4-La (longueur prise au niveau du tF); 5-lp (largeur tC-tD); 7-la (largeur tE-tF); 8-lt (largeur de la dent).

B – Mesures prises sur les M/2: 1-longueur; 2-Lp (longueur prise au niveau du tB); 3-Lm (longueur prise au niveau du tD); 4-lp (largeur tA(+c1)-tB); 5-lt (largeur de la dent); 6-lma (largeur tD-tE); 7-lm (largeur tC-tD).

C – Mesures prises sur les M1/: 1-longueur; 2-L1 (longueur prise au niveau du t4); 3-L2 (longueur prise au niveau du t1); 4-l1 (largeur t4-t9); 5-l3 (largeur t1-t3); 6-l2 (largeur t4-t6); 7-lt (largeur de la dent); 8-l6 (largeur t2-t3).

D – Mesures prises sur les M2/: 1-longueur; 2-l4 (largeur t1-t6); 3-l5 (largeur t1-t9); 4-l1 (largeur t4-t9); 5-l2 (largeur t4-t6); 6-lt (largeur de la dent).

Tableau 1

Valeurs moyennes des différents rapports (x 100) des mesures prises sur les M1 inférieures et supérieures d'*Apodemus* de certains sites et de l'actuel (les valeurs moyennes concernant la différence « lp-lm » sont données en µ).

	M1/		M/1		
SITE	L2-L1/l3-l2 x 100	l2-l3/l1 x 100	lp-lm	lp-lm/Lm-Lp x 100	lp-lm/lt x 100
Toureil	5,261	2,245	27,75	5,918	2,396
Colombière	5,67	2,35	48,5	9,094	4,275
Arago I	6,794	3,086	38,33	7,883	3,449
Arago III	8,911	3,794	47,38	8,245	3,943
Fontbrégoua (ensemble)	5,458	2,343	27,38	4,506	2,334
Orgnac-3	9,606	4,306	50,71	8,733	4,275
Vallonnet	14,33	6,03	58,88	10,262	5,071
Baume Bonne	8,99	3,848	48,09	8,023	3,835
Lazaret	7,152	3,143	40,48	7,257	3,309
Canadienne	-	-	43,57	7,843	3,776
Nandru	6,963	3,024	65,23	10,722	5,498

Sur **les deuxièmes molaires inférieures**, nous avons pris un nombre de sept mesures. Comme pour les M/1, les mêmes différences et rapports ont été calculés. Malheureusement, les résultats obtenus ne sont pas concluants. La biométrie des M2 inférieures ne met pas en évidence des différences entre les deux groupes.

Au début de l'étude, notre attention a été attirée par le fait que dans les populations d'*Apodemus flavicollis* (dans la majeure partie des cas), la largeur de la partie antérieure de la dent (donc « la » qui correspondait à la largeur tD-tE) était plus faible que la « lm » (largeur tC-tD). Cela à cause de la présence d'un tE moyen à réduit, saillant mais pas étiré. Autre remarque : sur les mêmes populations, dans 77% des cas, la largeur « lm » (tC-tD) correspond à la largeur maximale de la dent.

La population d'*Apodemus sylvaticus* de la Colombière, mais surtout celle de Nandru (Roumanie), ont montré d'autres caractéristiques. Dominant est le cas d'un tE moyen à fort et étiré, ce qui détermine que la largeur « la » (tD-tE) était supérieure à « lm » (tC-tD). Cela correspondait également à la largeur maximale de la dent. Sur certaines M/2, la largeur maximale de la dent est celle comprise entre tB et tE, et dans très peu de cas, celle entre tC-tD.

Sur les populations d'*Apodemus sylvaticus* fossiles : comme la Caune de l'Arago, le Lazaret et la Baume Bonne, la morphologie des M/2 est partagée entre les variantes ci-dessus mentionnées. Sur certaines M/2, le tE est réduit à moyen, pas étiré, mais il est suivi par un ou deux conules, ce qui fait que la largeur tC(+conule)-tD est plus forte.

Malheureusement, la biométrie des M2 inférieures, ne nous a pas permis d'obtenir des valeurs discriminatoires entre les deux groupes : *sylvaticus* et *flavicollis*.

Sur **les premières molaires supérieures**, l'intérêt a été suscité par la différence des largeurs t4-t6 (distance noté « l2 ») et t1-t3 (distance noté « l3 »).

En effet, chez les populations d'*Apodemus flavicollis*, cette différence (« l2-l3 ») est plus faible. Donc, dans ces populations, les largeurs « l2 » et « l3 » sont proches. Les dents d'*Apodemus sylvaticus* connaissent une plus forte largeur au niveau du t1-t3 ; le plus souvent cette largeur représente, la largeur maximale de la dent.

Les rapports calculés tiennent compte de la différence « l1-l2 » rapportée à la largeur t4-t9 (noté « l1 »), ou de la longueur comprise entre t1-t4 (notation L2-L1) rapportée à « l2-l3 ».

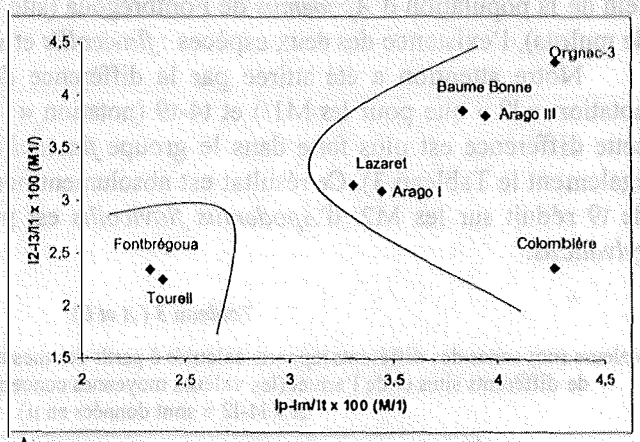
Les valeurs moyennes de ces rapports sont toujours plus faibles sur les populations d'*A. flavicollis* (Tableaux 1 et 2).

Avec les valeurs moyennes de ces rapports ainsi calculés sur les M1 inférieures et supérieures, nous avons réalisé deux types de graphiques. Dans la figure 2A, nous avons présenté le rapport « lp-lm »/largeur totale (« lt ») des M/1

Fig. 2. -*Apodemus sylvaticus* et *Apodemus flavicollis* de différents sites et de l'actuel.

A : Projections des valeurs moyennes du rapport lp-lm/lt x 100 des M/1, en fonction du rapport l2-l3/l1 x 100 des M1/.

B : Projections des valeurs moyennes du rapport lp-lm/Lp-Lm x 100 des M/1, en fonction du rapport L2-L1/l1-l2 x 100 des M1/.



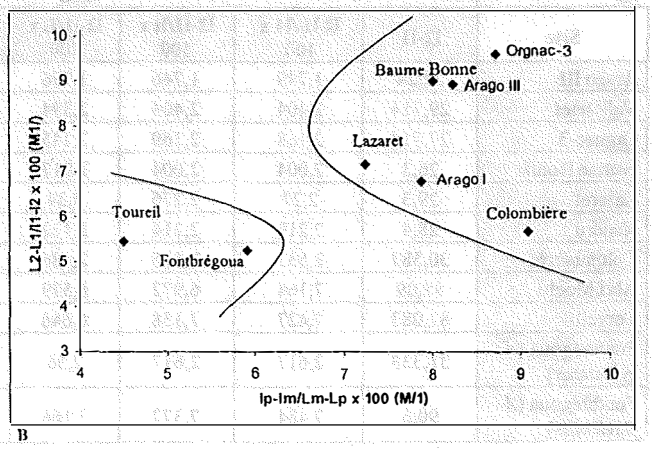


Tableau 2

Valeurs des rapports L2-L1/l3-l2 et l2-l3/l1 (x 100) des mesures prises sur les M1 supérieures d'*Apodemus sylvaticus* et d'*Apodemus flavicollis* de Fontbrégoua.

	M1/	
	L2-L1/l3-l2 x 100	**l2-l3/l1 x 100**
Fontbrégoua – *A. sylvaticus*	6,225	2,845
Fontbrégoua – *A. flavicollis*	4,794	2,01

en fonction du rapport l2-l3/ l1 des M1/, et dans la figure 2B, le rapport « lp-lm »/ « Lm-Lp » des M/1, en fonction du rapport « L2-L1 »/ « l1-l2 » des M1/.

Par contre, les meilleurs résultats ont été obtenus grâce à la biométrie **des deuxièmes molaires supérieures**. Les résultats antérieurement obtenus sont confirmés. De plus, la biométrie des M2/, nous a permis de mettre en évidence, au

sein de la population d'*Apodemus* de Fontbrégoua (site extrêmement riche en restes de mulots), l'existence des deux espèces : *flavicollis* et *sylvaticus*.

Notre attention a été attirée par la différence des largeurs t4-t6 (la même notation « l2 » que pour les M1/) et t4-t9 (notation « l1 »). La valeur moyenne de cette différence est plus forte dans le groupe *flavicollis* que dans *sylvaticus* (voir également le Tableau 3). Ce résultat est absolument normal, vu que le pourcentage de t9 réduit sur les M2/ d'*Apodemus flavicollis* est plus fort que sur celles d'*A. sylvaticus*.

Tableau 3 (A et B).

Valeurs moyennes des différents rapports calculés à partir des mesures prises sur les M2/ d'*Apodemus* de différents sites et de l'actuel (les valeurs moyennes concernant les différences « l2-l1 » et « l4-l2 » sont données en µ).

A.

	M2/						
Site	l2-l1	l2-l1 /l4 x 100	l2-l1/lt x 100	l2-l1/L x 100	l4-l2	l4-l2/lt x 100	l4-l2/L x 100
Arago III	22,24	1,749	1,746	1,776	40,48	3,253	3,225
Vallonnet	29,714	2,404	2,404	2,394	35,714	2,95	2,919
Orgnac-3	27,714	2,168	2,169	2,145	30,0	2,386	2,389
Baume Bonne	26,3	2,004	2,004	2,017	33,5	2,591	2,669
Lazaret	29,3	2,27	2,276	2,34	31,4	2,36	2,401
Nandru	28,4	2,219	2,214	2,122	39,0	3,074	3,059
Colombière	30,387	2,533	2,515	2,486	14,516	1,197	1,195
Abri Mochi	87,09	7,164	6,972	6,579	-22,909	-1,868	-1,673
Toureil	87,083	7,427	7,158	6,646	-41,666	-3,44	-3,225
Fontbrégoua (*A. sylvaticus*)	31,333	2,617	2,617	2,56	20,25	1,566	1,609
Fontbrégoua (*A. flavicollis*)	90,6	7,484	7,372	7,166	-6,2	-0,492	-0,489

B.

	M2/			
Site	l1/lt x 100	l4/lt x 100	l1/l4 x 100	L/l
Arago III	94,889	99,883	96,719	1,005
Vallonnet	94,596	99,951	96,999	1,016
Orgnac-3	95,309	99,866	97,559	0,999
Baume Bonne	95,041	99,637	97,39	0,989
Lazaret	94,945	99,581	97,624	0,98
Nandru	94,447	99,74	96,875	1,019
Colombière	95,75	99,464	98,816	1,011
Abri Mochi	92,51	97,614	102,038	1,068
Toureil	92,841	96,559	103,213	1,071
Fontbrégoua (*A. sylvaticus*)	95,243	99,427	97,121	1,011
Fontbrégoua (*A. flavicollis*)	92,643	99,1	100,144	1,023

Le fait d'avoir quantifié par des mesures précises ces distances, nous paraît plus logique, celles-ci remplaçant avec beaucoup de succès les affirmations très subjectives concernant la taille du t9 : réduite, moyenne et forte.

Ainsi, la différence « l2-l1 » a été rapportée à d'autres distances : à la largeur t1-t6 (donc « l3 ») ; à la largeur totale de la dent (« lt ») ; ou bien à la longueur totale de la dent (« L »). Nous déduisons logiquement : les plus fortes valeurs ont été obtenues pour le groupe *flavicollis*.

Le test t (de Student) appliqué sur les valeurs moyennes de cette différence pour les populations d'*Apodemus sylvaticus* et *A. flavicollis* de Fontbrégoua, a confirmé les différences hautement significatives que nous avons soupçonnées (t = 3,776).

La différence des largeurs t1-t6 (« l4 ») et t4-t6 (« l2 ») est importante pour les deux groupes.

Les valeurs obtenues pour le groupe *flavicollis* sont négatives (remarquables sur les populations de Toureil, de Fontbrégoua et de l'Abri Mochi).

Les valeurs moyennes pour le groupe *sylvaticus* sont beaucoup plus fortes, et toujours positives (cela a été prouvé par la série de sept populations étudiées).

Ces résultats sont en liaison avec la forme de la partie antérieure des M2/ - chez le groupe *sylvaticus*, le t1 est plus « extérieur » que le t4 (dans la majeure partie des cas), ou au moins, au même niveau ; tandis que dans le groupe *flavicollis*, le t1 est plus « intérieur », et très rarement, le t1 et le t4 sont presque au même niveau. Dans le groupe *flavicollis*, la largeur t4-t6 est plus forte que celle comprise entre t6-t1, et correspond donc à la largeur maximale de la dent.

Le test t (de Student) appliqué pour la moyenne de la « l2-l1 » entre les populations d'*Apodemus sylvaticus* et *A. flavicollis* de Fontbrégoua, a prouvé une différence hautement significative (t = 2,779).

A l'inverse, dans le groupe *sylvaticus*, la largeur t1-t6 est supérieure à t4-t6 (le plus souvent), et c'est elle qui correspond à la largeur maximale de la dent. Chez *sylvaticus*, il y a aussi (dans plusieurs cas) la situation où la largeur t4-t6 correspond à celle comprise entre t4-t9, ou encore, quand elle est légèrement inférieure à cette dernière (c'est le cas ou le t9 est fortement développé).

Les rapports calculés prennent ainsi en considération, la différence « l2-l4 » en fonction de la largeur totale de la dent, ou de sa longueur totale. Comme nous pouvons en déduire, les valeurs moyennes de ces rapports sont négatifs pour le groupe *flavicollis*.

Il sera intéressant de mesurer aussi la distance t1-t3 (« l2 »), comme nous avons procédé pour les M1/, et d'essayer de remplacer dans les calculs, la distance « l4 » par celle-ci. Normalement, les résultats devront être les mêmes.

D'autres rapports ont été calculés et exposés dans le tableau 3B (« l1/lt » ; « l4/lt »; « l1/l4 »). Nous remarquons – et cela se généralise pour tous les rapports calculés – que les valeurs données dans les tableaux sont multipliées par 100.

Dans la Figure 3, nous avons proposé quatre types de graphiques (de A à D) qui ont contribué à mieux visualiser le regroupent des populations étudiées dans les deux groupes : *flavicollis* et *sylvaticus*. Selon nous, la meilleure façon de visualiser l'isolement des populations du groupe *flavicollis*, de celles du groupe *sylvaticus*, est offerte par la Figure 2A (la projection des moyennes des « l2-l1 » en fonction de celles de « l4-l2 ») ; et sa variante dérivée (la Figure 2B), qui présente le rapport « l2-l1 »/lt x 100 en fonction de « l4-l2 »/lt x 100.

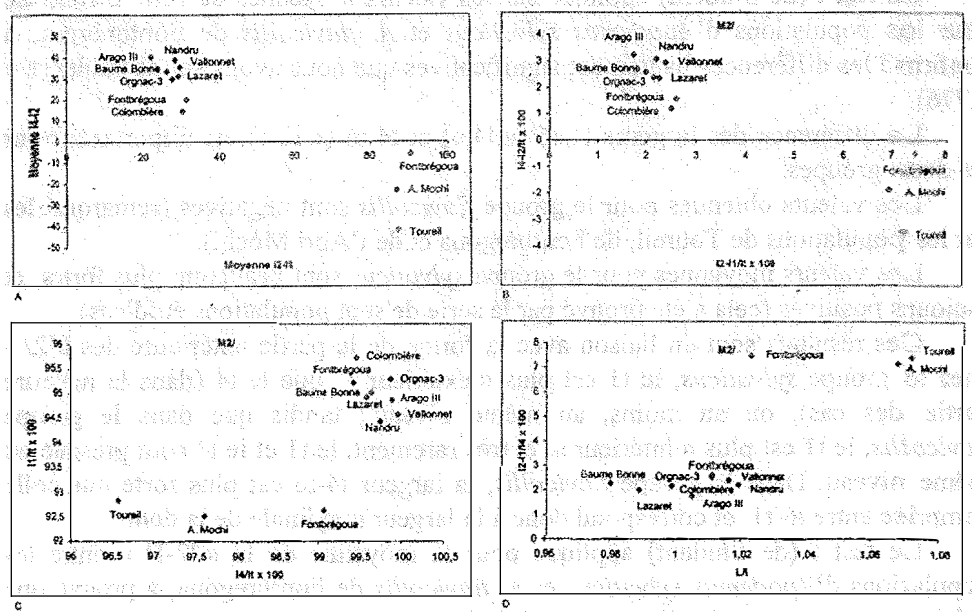


Fig. 3. – *Apodemus sylvaticus* et *Apodemus flavicollis* de différents sites et de l'actuel. **A** : Projections des valeurs moyennes des l2-l1 en fonction des celles des l2-l4 des M2/. **B** : Projections des valeurs moyennes du rapport l2-l1/lt x 100, en fonction du rapport l2-l4/lt x 100 des M2/. **C** : Projections des valeurs moyennes du rapport l4/lt x 100 en fonction du rapport l1/lt x 100 des M2/. **D** : Projections des valeurs moyennes du rapport L/l, en fonction du rapport l2-l3/l4 x 100 des M2/.

Conclusion sur la méthode biométrique complexe

Comme nous avons pu le percevoir dans ce chapitre, la biométrie des M1 inférieures et supérieures peut contribuer a séparer les deux groupes : *flavicollis* et *sylvaticus*, mais la meilleure façon de les isoler est réalisée à partir des deuxièmes molaires supérieures. Sur les M2/, la largeur qui inclus le t9 et celle correspondante au t1, sont discriminantes.

II. LES ANALYSES FACTORIELLES DISCRIMINANTES

Nous avons procédé également à toute une série d'analyses factorielles discriminantes (AFD – Fig. 4), et des analyses en composantes principales (ACP – Fig. 5) sur les M1 inférieures et supérieures, et M2 supérieures. Les ACP ont été réalisées sur les axes 1 et 2, 1 et 3, 2 et 3 - en prenant en considération l'ensemble des variables présenté dans le chapitre précèdent, ou bien, chacune d'entre elles, comme variable filtre.

Malheureusement, dans les cas des premières molaires inférieures et supérieures, les résultats obtenus n'ont pas été concluants.

Par contre, nous allons présenter les représentations obtenues par les AFD sur les deuxièmes molaires supérieures (Fig. 4).

Dans un premier moment, l'AFD a été construite en tenant compte de l'ensemble des variables (les différences des largeurs « l2-l1 » et « l2-l3 » comprises), sur les axes 1 et 2 ; 1 et 3 ; 1 et 4 (avec une inertie de 73,5% sur l'axe 1 ; 17,7% - sur l'axe 2 ; 5,24% - sur l'axe 3 ; 3,2% sur l'axe 4). Les représentations étant proches, nous allons nous contenter de présenter seulement deux d'entre elles (Fig. 4A - sur les axes 1 et 2 ; et Fig. 4B - sur les axes 1 et 3). La projection des points correspondants aux populations qui s'inscrivent dans le groupe *sylvaticus* dans le plan factoriel, ne se fait pas de la même façon que celle du groupe *flavicollis*. La séparation n'est pas parfaite, mais nous pouvons considérer que l'axe 2 (respectivement 3 - dans la figure B) contribue à la séparation des deux groupes.

En prenant comme variable filtre la différence des largeurs « l2-l1 », les projections dans le plan factoriel ont été effectuées sur les axes 1 et 2, et 1 et 3, avec une inertie de 96,97% sur l'axe 1, de 2,27% sur l'axe 2, et de 0,56% sur l'axe 3. La projection dans le plan factoriel, des espèces du groupe *flavicollis*, se fait du côté des fortes valeurs.

Dans la situation où la différence des largeurs « l3-l2 » a été prise comme variable filtre, la projection obtenue dans le plan factoriel, sur les axes 1 et 2, est donnée dans la Figure 4E. L'inertie sur le premier axe est de 86,09%, et sur l'axe 2, de 17,33%.

Dans ce cas, nous pouvons observer un type de projection appelée « effet Guttman » (nuage en forme de croissant enroulé autour du point G). Notre attention est attirée par le fait que l'axe 2 oppose les valeurs extrêmes (les valeurs faibles qui correspondent aux populations de type *flavicollis*, à celles plus fortes, du groupe *sylvaticus*).

L'analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée de deux manières : avec l'ensemble des individus des deux groupes de populations (Fig. 5A), et pour plus de clarté, avec les valeurs moyennes de chaque variable, des populations analysées.

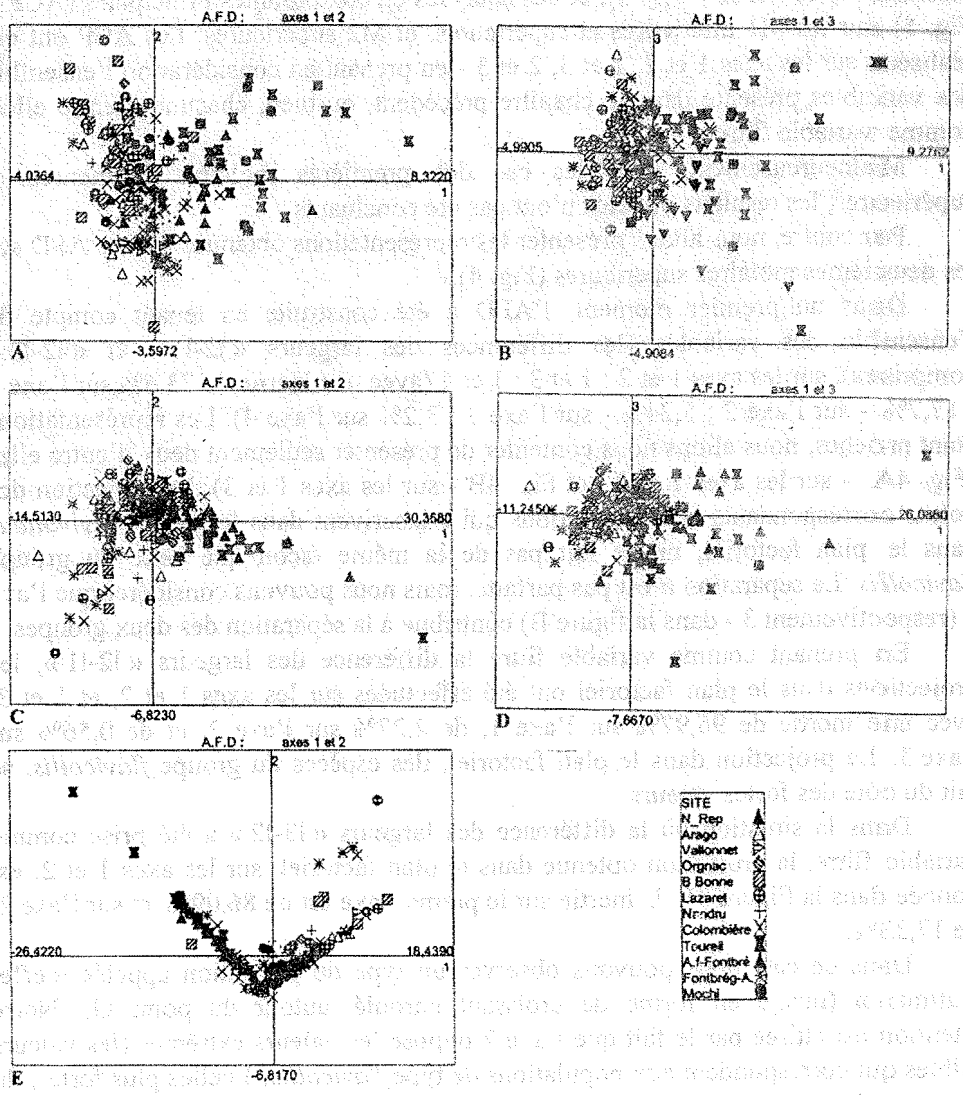


Fig. 4 – *Apodemus sylvaticus* et *Apodemus flavicollis* de différents sites et de l'actuel. Analyses factorielles discriminantes. A et B : AFD en fonction de l'ensemble des variables. C et D : AFD en prenant comme variable filtre « l1-l2 ». E : AFD en prenant comme variable filtre « l1-l2 ».

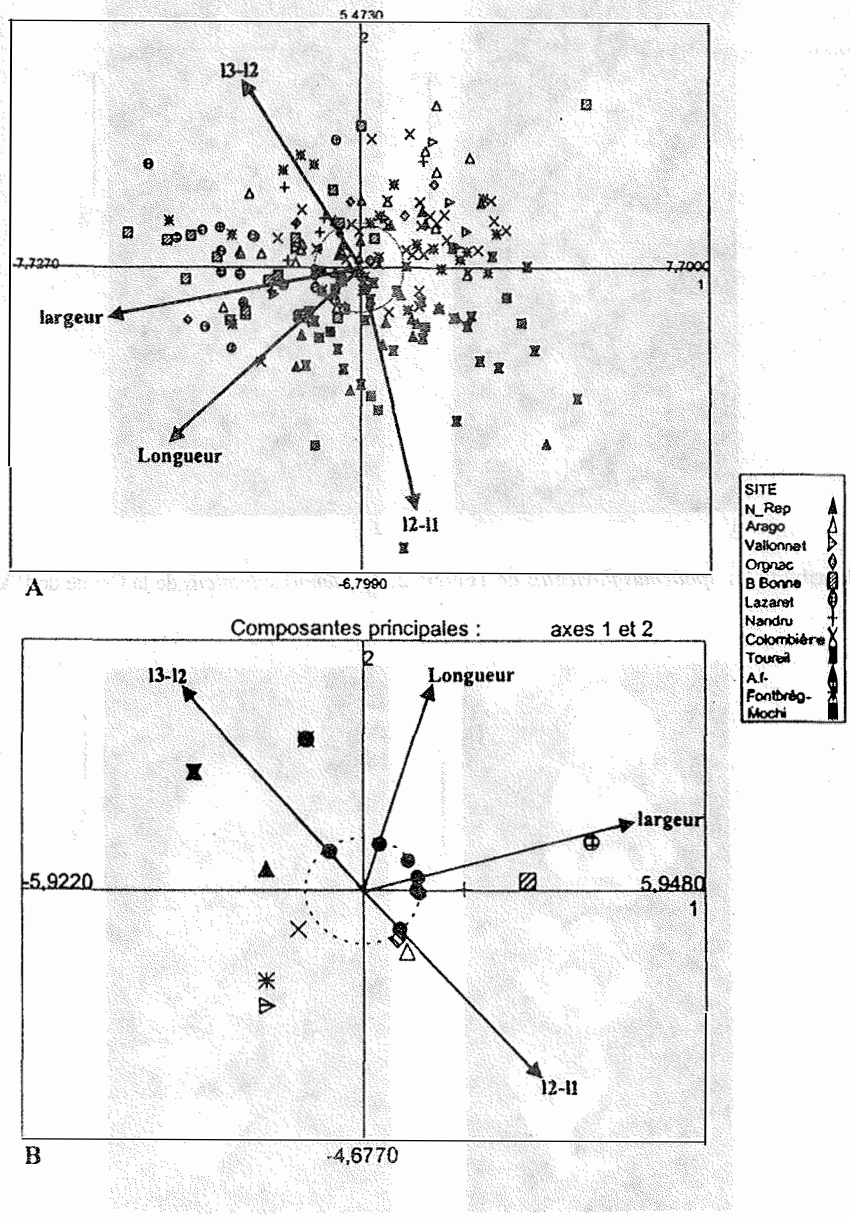


Fig. 5 – *Apodemus sylvaticus* et *Apodemus flavicollis* de différents sites et de l'actuel. Analyses en composantes principales. A : ACP sur les individus. B : ACP sur les valeurs moyennes.

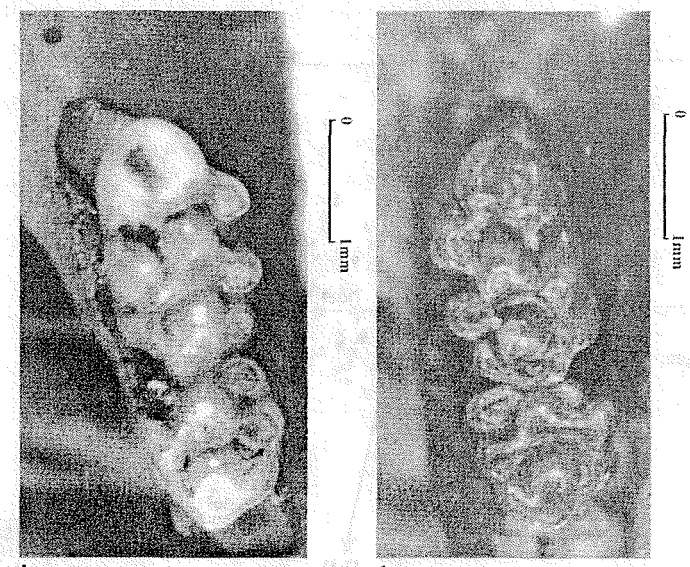


Planche I – **1.** *Apodemus flavicollis* de Toureil. **2.** *Apodemus sylvaticus* de la Caune de l'Arago.

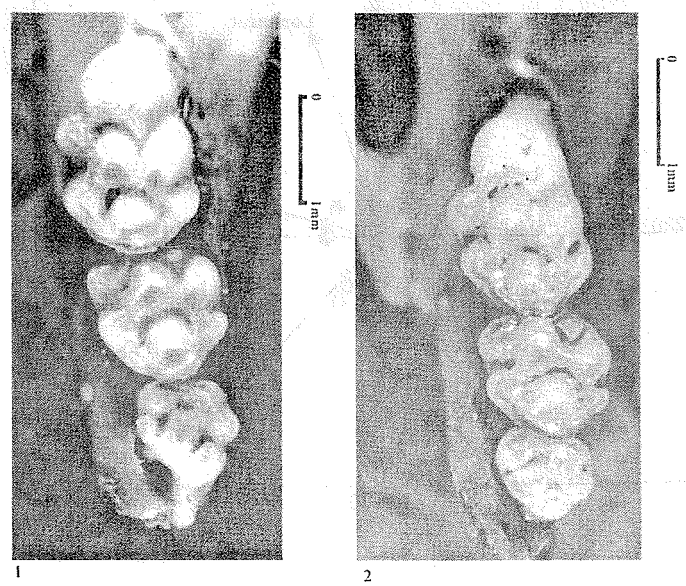


Planche II – **1.** *Apodemus sylvaticus* d'Orgnac-3. **2.** *Apodemus sylvaticus* du Lazaret.

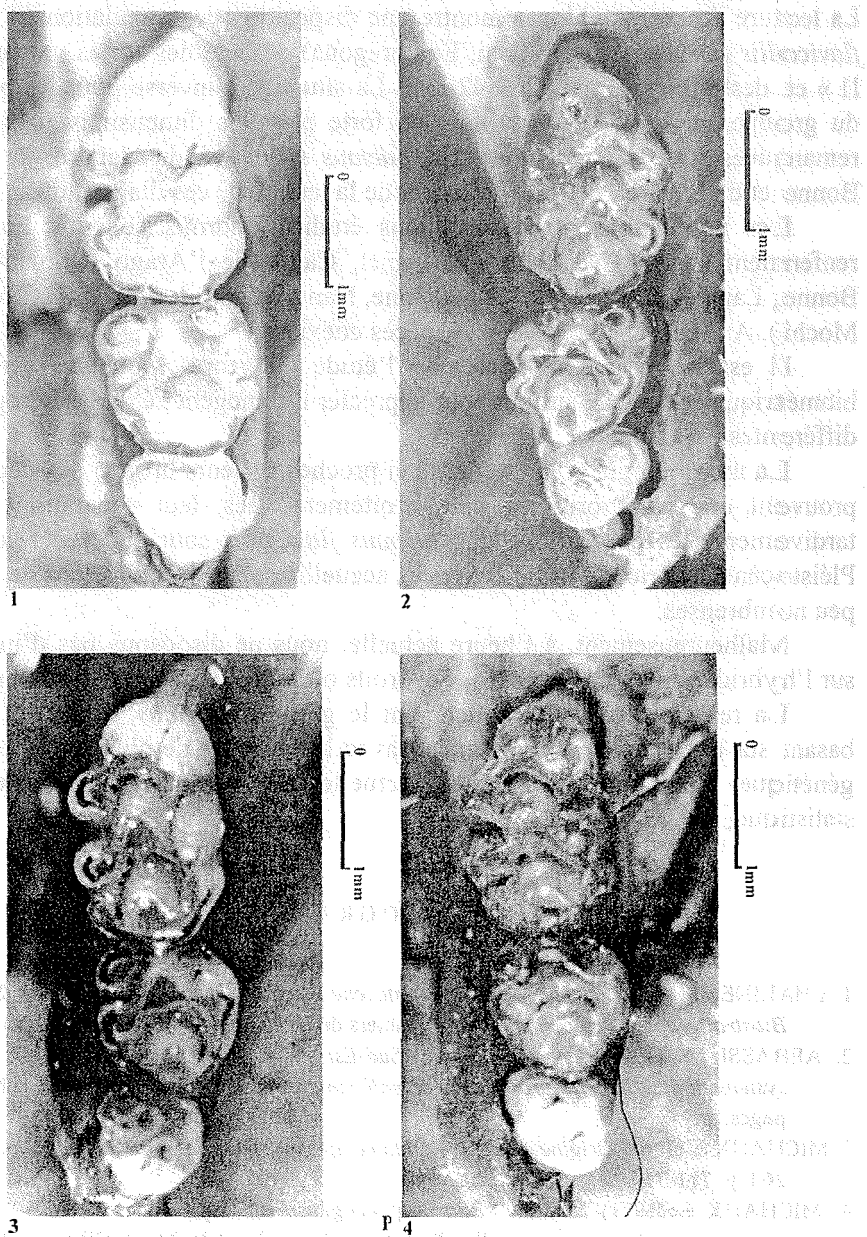


Planche III – **1 – 2.** *Apodemus sylvaticus* de Fontbrégoua. **3-4.** *Apodemus flavicollis* de Fontbrégoua.

La lecture de ces graphiques montre une disposition des populations d'*Apodemus flavicollis* (Toureil, Abri Mochi, Fontbrégoua) du côté des fortes valeurs de « 12-11 » et des faibles valeurs de « 12-13 ». La situation s'inverse pour les populations du groupe *sylvaticus*. Une taille plus forte pour les dimensions fondamentales, remarquées sur les populations d'*Apodemus sylvaticus* du Nandru, de la Baume Bonne et du Lazaret, ressort également de la lecture de ces diagrammes.

Les populations que nous avons étudiées, hormis celle de Fontbrégoua, renferment soit *A. sylvaticus* (Vallonnet, Caune de l'Arago, Orgnac-3, Baume Bonne, Lazaret, Colombière, Canadienne, Nandru), soit *A. flavicollis* (Toureil, Abri Mochi). A Fontbrégoua, les deux espèces coexistent.

Il est intéressant de reprendre l'étude du genre *Apodemus* sur une base biométrique complexe, surtout pour apprécier l'homogénéité ou l'hétérogénéité des différentes populations.

La morphologie et la biométrie si proches (valeurs brutes) des deux espèces, prouvent que leurs origines sont étroitement liées, leur séparation étant faite tardivement (les populations d'*Apodemus flavicollis* sont citées dès le début du Pléistocène supérieur). Les différences accueillies dans ce court laps de temps sont peu nombreuses.

Malheureusement, à l'heure actuelle, nous ne disposons pas d'informations sur l'hybridation naturelle dans les endroits où les deux espèces coexistent.

La reprise des études concernant le genre *Apodemus*, doit être faite en se basant sur une biométrie complexe et avec le concours de plusieurs disciplines (la génétique, l'éthologie des espèces actuelles, de la taphonomie, paléoécologie, statistique, etc.).

BIBLIOGRAPHIE

1. CHALINE J. (1972) *Les rongeurs du Pléistocène moyen et supérieur de France (Systématique-Biostratigraphie-Paléoclimatologie).* Cahiers de Paléontologie, Ed. C.N.R.S., Paris, 410 pages.
2. ABBASSI M. (1999) *Les rongeurs du Sud-Est de la France et de Ligurie : implications systématiques, biostratigraphiques et paléoenvironnementales.* Thèse M.N.H.N. Paris, 230 pages.
3. MICHAUX J. (1967) *Origine du dessin dentaire Apodemus (Rodentia, Mammalia).* C.R. Sc. Paris, 264, p. 711-714.
4. MICHAUX J. (1971) *Muridae (Rodentia) néogènes d'Europe sud-occidentale Evolution et rapports avec les formes actuelles.* Paléobiologie continentale, Montpellier, vol. II, n° 1, 65 p.
5. MICHAUX J., PASQUIER L. (1974) *Dynamique des populations de Mulots (Rodentia, Apodemus) en Europe durant le Quaternaire.* Premières données, B.S.G.F.(7), XVI, n° 4, p. 431-439.
6. PASQUIER L. (1974) *Dynamique évolutive d'un sous-genre de Muridae - Apodemus (Sylvaemus). Etude biométrique des caractères dentaires de populations fossiles et actuelles d'Europe occidentale*, 164 p..

7. PAUNESCU A.-C. (1996) *Les rongeurs de la Caune de l'Arago (Tautavel, Pyrénées Orientales) : paléontologie, biostratigraphie, paléoécologie.* Mém. D.E.A. M.N.H.N. Paris.
8. PAUNESCU A.-C. (2001) *Les rongeurs du Pléistocène inférieur et moyen de trois grottes du Sud-Est de la France (Vallonnet, Caune de l'Arago, Baume Bonne). Implications systématiques, biostratigraphiques et paléoenvironnementales.* Thèse M.N.H.N. Paris, 514 p.
9. RUIS BUSTOS A. & MICHAUX J. (1976) *Le site préhistorique nouveau de Cullar de Baza-I (Province de Grenade, Espagne) d'âge pléistocène moyen. Etude préliminaire et analyse de la faune des Rongeurs.* Géologie méditerranéenne, Tome III, 3, p. 173-182.
10. SAINT GIRONS M.-C. (1962) *A propos de l'hybridation éventuelle entre le mulot gris Apodemus sylvaticus (Linnaeus, 1758) et le mulot fauve Apodemus flavicollis (Melchior, 1834).* Säugetiers. Mitt., 10, 25, 1 p.
11. SAINT GIRONS M.-C. (1968) *Etude du genre Apodemus en France.* Mammalia, 30, p. 547-600.
12. SAINT GIRONS M.-C. (1973) *Les Mammifères de France et du Bénélux (faune marine exceptée).* Doin, éd., Paris, p. 275-384.
13. SCHILLING D., SINGER D., DILLER H., CUISIN M. (1986) *Guide des Mammifères d'Europe.* Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, Paris, p. 72-140.

Institut de Spéologie «E. Racovitza»
str. Frumoasă, 11, 78114 Bucarest 12
Roumanie