

# Application de l'analyse factorielle des correspondances à la biométrie des rongeurs : séparation des *Cricetomys emini* et des *Cricetomys gambianus* de Côte d'Ivoire

L. BELLIER,

Ecologiste de l'O.R.S.T.O.M.  
Abidjan (Côte d'Ivoire).

## RÉSUMÉ

L'Analyse Factorielle des Correspondances permet de confirmer les résultats acquis concernant les deux espèces de *Cricetomys* de Côte d'Ivoire et de mettre en évidence, à l'intérieur de chaque espèce, des sous-groupes géographiques dont certains peuvent constituer des sous-espèces valables.

## SUMMARY

The Factor Analysis of Correspondances enables us to confirm the results obtained in the classical way concerning the two species of *Cricetomys* of Ivory Coast. Moreover, it permits us to show, in the case of both species, the existence of geographical subgroups, some of which may be true subspecies.

L'Analyse Factorielle des Correspondances est une méthode statistique qui permet le déploiement sur un diagramme et éventuellement la séparation en groupes homogènes d'un ensemble composite d'individus, dont on connaît — qualitativement ou quantitativement — un certain nombre de caractères.

Les grandes lignes de la méthode seront exposées plus loin.

A ce jour il n'y a eu que deux tentatives d'application de l'analyse factorielle des correspondances à la biométrie des petits rongeurs. Dans les deux cas, les travaux furent réalisés au Laboratoire de Statistique Mathématique que dirige M. le Professeur BENZÉCRI, à la Faculté des Sciences de Paris.

La première étude a été réalisée pour les besoins du Laboratoire d'Ecologie des Mammifères et des Oiseaux, du Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé, par Mlle M.O. LEBEAUX, sur des données de M. F. ADAM. Il s'agissait de : « Un exemple d'analyse factorielle de mensurations à l'étude de la forme du squelette de la tête chez le *Pracomys* ».

Ce travail a pu être réalisé grâce à

M. GUÉDÉ LOROUGNON,

Ministre de la Recherche Scientifique de Côte d'Ivoire, qui nous a fourni toutes facilités pour l'utilisation des ordinateurs de l'Office Central de la Mécanographie d'Abidjan. Qu'il trouve ici l'expression de nos remerciements les plus vifs.

La deuxième étude a été faite à la suite d'une suggestion de l'auteur de cette note. Elle portait sur : « Le genre *Cricetomys*, rat géant de la famille des Cricetidés » et fut menée par M. J. MULLER sur des données numériques publiées par Mme GENEST VILLARD. Elle anticipait quelque peu sur la présente étude et avait essentiellement pour but de confirmer l'existence de deux espèces dans le genre.

Les *Cricetomys* — ou « Rats totos » intéressent l'économie de la Côte d'Ivoire à deux points de vue. Tout d'abord ils constituent — en brousse — une part non négligeable de l'apport en protéines dans le domaine de l'alimentation. Ensuite, dans le cadre de nos recherches sur les rongeurs nuisibles en agriculture, nous avons pu montrer que les rats totos occasionnaient des dégâts importants dans les plantations de jeunes cacaoyers, en consommant les cabosses situées sur la partie inférieure de l'arbre.

## A INTRODUCTION.

Le choix du genre *Cricetomys* pour l'étude systématique et méthodique des possibilités d'application de l'analyse factorielle des correspondances à la biométrie des petits rongeurs fut dicté par les considérations suivantes :

— Selon la récente révision de Mme GENEST VILLARD, il ne comporterait que deux espèces : *Cricetomys emini* (Wroughton) et *Cricetomys gambianus* (Waterhouse).

Ces deux espèces sont aisément reconnaissables sur l'animal vivant ou naturalisé. Par contre la détermination spécifique à partir des crânes est nettement plus difficile, pour ne pas dire impossible.

Du point de vue écologie, les deux espèces sont notablement différentes : la première, *Cricetomys emini*, ne fréquente que les milieux forestiers, pouvant toutefois remonter assez au Nord dans les régions de savane tout au long des forêts-galeries. La deuxième, au contraire, est typique des formations de savane.

— Le nombre de crânes dont nous disposions était suffisant pour réaliser une bonne étude, sans être trop important pour un programme ne disposant que d'un ordinateur dont la dimension des mémoires était relativement réduite.

— Les crânes des *Cricetomys* sont particulièrement solides et ne risquent guère d'être abîmés par des

mesureurs peu experts. Leur grande taille fait également que l'erreur relative sur la mesure est réduite, alors que l'erreur absolue était encore importante avec des débutants.

— Enfin nombre de crânes n'avaient pu être déterminés en raison de l'absence de la peau correspondante dans les collections. Ceci s'explique aisément par le fait que les *Cricetomys* ou « rats totos » sont un gibier de choix particulièrement recherché. De plus, les autochtones les font cuire sans les dépecer de sorte que, bien souvent, seule la tête peut être récupérée.

En résumé, le but de ce travail sera donc :

- de montrer la validité des deux espèces,
- de lever l'indétermination spécifique qui règne sur un grand nombre de spécimens, en particulier ceux en provenance de Lamto,
- de déceler une éventuelle variabilité géographique au sein de populations de même espèce et de localisation différente,
- enfin, de préciser la façon d'utiliser la méthode d'analyse factorielle des correspondances pour aboutir le plus simplement et le plus rapidement possible au résultat. Il sera incidemment fait état de variantes de méthodes qui ont été utilisées et qui ont donné des résultats totalement négatifs.

## B LE MATÉRIEL.

### 1 LES LOCALITÉS.

La majeure partie des spécimens étudiés provient de la zone forestière. Ils se répartissent comme suit par localité d'origine :

|             |              |                                  |
|-------------|--------------|----------------------------------|
| Abengourou  | 23 spécimens | Est de la Côte d'Ivoire          |
| Adiopodoumé | 25 »         | Centre-Sud de la Côte d'Ivoire   |
| Akalekro    | 1 »          | Centre-Sud de la Côte d'Ivoire   |
| Divo        | 4 »          | Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire |
| Flampléu    | 5 »          | Ouest de la Côte d'Ivoire        |
| Gopoupleu   | 1 »          | Ouest de la Côte d'Ivoire        |
| Guiglo      | 3 »          | Ouest de la Côte d'Ivoire        |
| Zoguiné     | 1 »          | Ouest de la Côte d'Ivoire        |

Trois localités typiques des savanes du Nord ont fourni à l'étude 7 spécimens de *Cricetomys*. Il convient toutefois de remarquer que ces localités ne sont pas totalement dépourvues de petits îlots forestiers ou de petites galeries forestières. Ce sont :

|                 |            |             |
|-----------------|------------|-------------|
| Fetekro         | 1 spécimen | Centre Nord |
| Ouango-Fitini   | 1 »        | Nord-Est    |
| Sananférédougou | 5 »        | Nord-Ouest  |

Enfin Lamto a fourni 29 spécimens. Cette localité, située à la lisière même de la zone forestière et des savanes guinéennes, au Sud du V Baoulé, a permis de retrouver les deux espèces citées ci-dessus, coexistant à quelques mètres de distance.

### 2 LES DONNÉES.

Chaque crâne de *Cricetomys* est identifié par un numéro de collection comportant 2 à 6 caractères alphanumériques.

A cette numérotation originelle, nous avons, pour certains rongeurs de la région de Lamto, substitué une numérotation spéciale ne comportant qu'un seul caractère alphanumérique.

C'est cette numérotation qui sera utilisée dans cette étude. A chaque individu est associé un certain nombre d'informations :

- l'espèce, lorsque l'animal a pu être déterminé avec certitude,
- la localité où il a été capturé,
- le sexe,
- les mensurations du corps et du squelette cranien.

Seules ces dernières seront utilisées ici, elles sont exprimées en 10<sup>e</sup> de millimètre. Il y en a 17 par sujet, 16 pour le crâne proprement dit, et 1 pour la mandibule. Nous désignerons par S l'ensemble de ces 17 mesures et S (J), JE {1, 2, ... 17}, la J<sup>e</sup> mesure pour l'individu étudié. Ces mesures sont représentées sur les graphiques donnés en annexe par des lettres dont la signification est donnée ci-dessous.

L'emplacement exact de ces mensurations est matérialisé sur les élégantes épures données ci-dessous et empruntées à F. ADAM, dans son étude sur les *Praomys* de Côte d'Ivoire.

| 1   | 2    | 3 | Signification exacte   |
|-----|------|---|--|
| KK' | Cb   | A | longueur condylo-basale incisive                                   |
| LL' | D    | B | longueur du diastème   |
| BB' | Io   | C | largeur de la construction inter-orbitaire                         |
| CC' | Bz   | D | largeur au niveau de l'arcade bi-zygomatique                       |
| DD' | IBz  | E | largeur du crâne sous l'arcade bi-zygomatique                      |
| LM  | Rmx  | F | longueur de la rangée molaire maxillaire                           |
|     | Rmd  | G | longueur de la rangée molaire mandibulaire                         |
| HH' | Im   | H | largeur inter-maxillaire   |
| AA' | IPm  | J | largeur du pré-maxillaire  |
| FF' | P    | K | largeur du palais entre les premières molaires                     |
| OO' | H    | L | hauteur du crâne juste derrière la 3 <sup>e</sup> molaire          |
| PP' | h    | M | hauteur de la capsule crânienne prise entre les bulles tympaniques |
| EE' | In   | N | largeur des incisives  |
| II  | Fi   | P | longueur des fentes incisives                                      |
| I'J | FiCh | Q | distance fentes incisives choanes                                  |
| GG' | IP   | R | largeur du palais à l'extérieur des molaires                       |
| NN' | hN   | S | hauteur du nez   |

- 1 : emplacement graphique,
- 2 : abréviation,
- 3 : symbole.

L'ensemble de tous les individus ayant servi à l'étude est désigné par I. Tout spécimen ayant au moins une mesure manquante a été éliminé au préalable.

K sera le tableau des mesures formé par le rectangle I x S et K est complet.

## C LA MÉTHODE.

(Nous reprenons dans ce texte l'exposé de M. O. LEBEAUX, relatif aux *Praomys*.)

Il ne s'agit pas d'exposer ici la théorie de l'analyse des correspondances. Rappelons seulement qu'à partir d'un tableau rectangulaire de nombres positifs

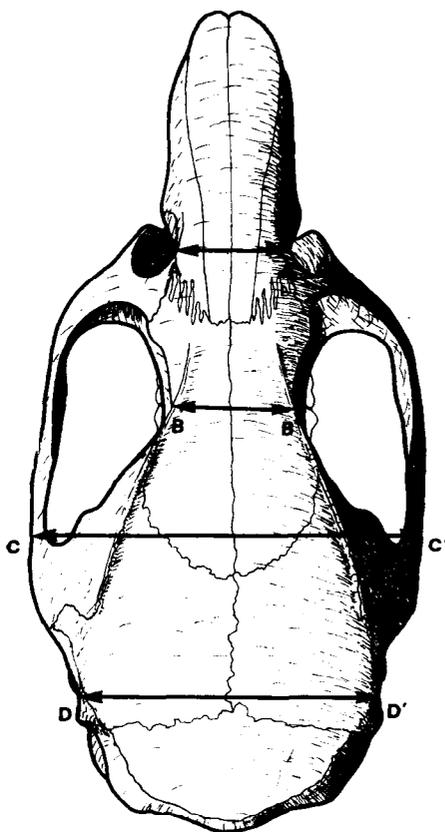


Fig. 1 A. — Mensurations sur crâne de *Praomys* sp. 6 659 ; x 3,4.

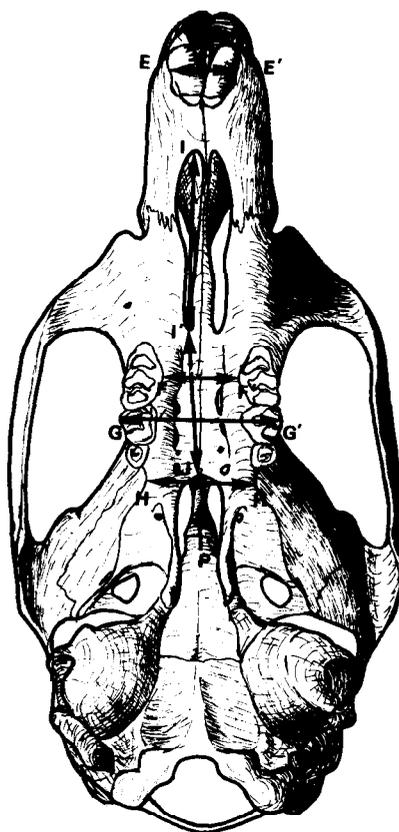


Fig. 1 B. — Mensurations sur crâne de *Praomys* sp. 6 659 ; x 3,4.

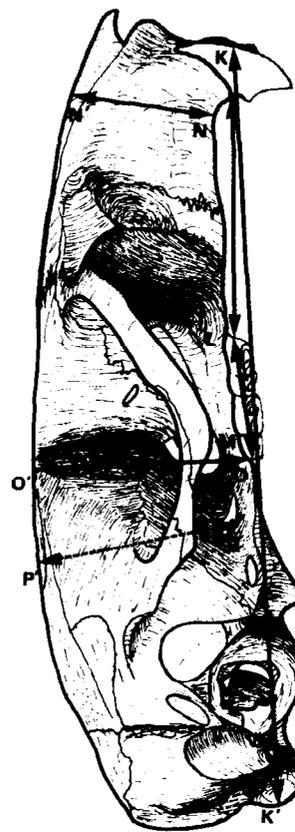


Fig. 1 C. — Mensurations sur crâne de *Praomys* sp. 6 659 ; x 3,4.

(tableau des mensurations) on définit une mesure de probabilité d'apparition de l'ensemble des couples (i et j) définissant la correspondance entre le i<sup>ème</sup> individu de l'ensemble I des sujets et le j<sup>ème</sup> caractère de l'ensemble J des objets. Les autres probabilités marginales et conditionnelles se déduisent de la précédente et permettent la définition d'une distance entre deux individus i et i' de l'ensemble I ou la distance entre deux caractères : j et j' de l'ensemble J. On extrait les 3 ou 4 ou 5 plus grandes valeurs propres de la matrice qui définit la forme quadratique de base. On obtient aussi une suite de paires de fonctions à valeur réelle et notée (F1, G1), (F2, G2) etc., relatives aux valeurs propres  $\lambda_1, \lambda_2$ , etc., les facteurs F1, F2 étant définis sur l'ensemble I, G1, G2 sur l'ensemble S. Notons selon l'usage :

$$k(i) = \sum \{ k(i, s) \mid s \in S \}; k(s) = \sum \{ k(i, s) \mid i \in I \}$$

$$k = \sum \{ k(i, s) \mid i \in I, s \in S \};$$

(k(i) : somme des mesures faites sur l'individu i; k(s) : somme des nombres de la colonne s du tableau; k le total des nombres). On a les formules d'orthogonalité des facteurs :

$$\sum \{ (k(i)/k) F_\alpha(i) F_\beta(i) \mid i \in I \} = \lambda_\alpha \delta_\alpha^\beta$$

$$\sum \{ (k(s)/k) G_\alpha(s) G_\beta(s) \mid s \in S \} = \lambda_\alpha \delta_\alpha^\beta$$

(où le symbole  $\delta_\alpha^\beta$  vaut 1 si  $\alpha = \beta$ , et zéro sinon) : en d'autres termes la formule exprime que sur l'ensemble des individus, chacun muni d'un poids égal à la somme k(i) de ses mesures (d'où un poids relatif  $k(i)/k$ ), deux facteurs distincts  $F_\alpha$  et  $F_\beta$  ont un coefficient de corrélation nul, la variance de chacun d'eux étant la valeur propre à laquelle il est relatif. A partir des facteurs et des valeurs propres, on peut reconstituer le tableau k suivant la formule :

$$k(i, s) = (k(i) k(s)/k) (1 + \lambda_1^{-1/2} F_1(i) G_1(s) + 2^{-1/2} F_2(i) \cdot G_2(s) + \dots)$$

cette formule est exacte si dans la somme figurant au second membre on met les termes correspondants à tous les facteurs (le nombre des facteurs est égal au cardinal, diminué de 1, du plus petit des deux ensembles I et S : ici c'est donc 16), elle n'est qu'approximée si l'on ne garde que quelques termes. L'approximation d'ordre zéro :  $k(i, s) = k(i) k(s)/k$ ,

correspond à l'hypothèse que toutes les lignes ont même profil (tous les animaux sont rigoureusement homothétiques les uns des autres). Les facteurs expriment donc exclusivement des variations de formes, non de taille (celle-ci donnée ici par  $k(i)$ ); et on peut dire en bref que la variance de forme (ou inertie totale du nuage des données étudiées) est extraite successivement par les facteurs, chacun en apportant une part égale à sa valeur propre.

Signalons une formule qui donne aisément les facteurs  $F_\alpha(i)$  d'un individu en fonction des mesures :

$$k(i, s) = F_\alpha(i) = \lambda_\alpha^{-\frac{1}{2}} \sum \{ G_\alpha(s) k(i, s) / k(i) \mid s \in S \}$$

Les résultats sont ordinairement présentés sur des diagrammes plans où figurent à la fois des ensembles  $I$  et  $S$  : ainsi dans le plan rapporté aux axes 1 et 2, l'élément  $i$  (resp.  $s$ ) reçoit pour coordonnées ( $F_1(i)$ ,  $F_2(i)$ ) [resp. ( $G_1(s)$ ,  $G_2(s)$ )]; et de même dans le plan (1, 3); (2, 3) etc. Si un individu  $i$  et un caractère (une mesure)  $s$  s'éloignent simultanément sur un même axe (e.g.  $F_1(i)$  et  $G_1(s)$ ) sont tous deux grands en valeur absolue et négatifs, c'est que pour l'individu  $i$  le caractère  $s$  est relativement bien développé : du fait du terme positif :

$\lambda_1^{-\frac{1}{2}} F_1(i) G_1(s)$ , la mesure  $k(i, s)$  est supérieure à la valeur  $k(i) k(s) / k$ , qui correspond à la forme moyenne. On notera que du fait de l'orthonormalité des facteurs,  $F_1(i)$  et  $G_1(s)$  sont de l'ordre de  $\lambda_1^{1/2}$  : par conséquent le terme correctif :  $\lambda_1^{-\frac{1}{2}} F_1(i) G_1(s)$  est de l'ordre de  $\lambda_1^{1/2}$ ; les profils des lignes (et colonnes), cf. supra, sont d'autant plus semblables que les valeurs propres sont plus faibles.

Pour finir ce résumé une remarque : les facteurs ne sont mathématiquement déterminés qu'au signe près (on peut remplacer la paire ( $F_1$ ,  $G_1$ ) par  $F'_1 = -F_1$  et  $G'_1 = -G_1$ ): ce qui correspond au fait géométrique que l'orientation des axes est irrelevante.

Pour faciliter l'interprétation des graphiques, on a tracé un contour polygonal convexe enfermant tous les points de certaines localités. Ces localités seront principalement les suivantes :

- Abengourou (forêt)
- Adiopodoumé (forêt) et
- Sananférédogou (savane). Ces contours polygonaux serviront de témoins d'une part pour montrer que les formes de savanes sont effectivement séparées des formes de forêt et, d'autre part, pour décider si un spécimen indéterminé doit être rattaché à telle ou telle espèce.

## D LES RÉSULTATS CONCERNANT LES DONNÉES BRUTES.

### 1 ENSEMBLE DES POPULATIONS.

#### a Valeurs propres et inertie.

Le tableau I résume les résultats fournis par la méthode. Le premier facteur représente presque à lui

tout seul la moitié de l'inertie totale du système, alors que le quatrième facteur retenu n'en représente plus que 4%. Cette valeur, extrêmement faible, permet de mettre en doute les résultats qui seront obtenus à partir de ce facteur car son importance est de l'ordre du « bruit de fond ».

TABLEAU I  
VALEURS PROPRES ET INERTIE.  
TOUTES LOCALITÉS. 17 CARACTÈRES

| Facteur                           | 1    | 2    | 3    | 4    |
|-----------------------------------|------|------|------|------|
| Valeurs propres x 10 <sup>3</sup> | 0,82 | 0,35 | 0,19 | 0,08 |
| Pourcentage d'inertie             | 44   | 19   | 10   | 4    |

#### b Composition des facteurs.

Les annexes 1, 2 et 3 donnent le détail de la composition des trois premiers facteurs pour les principales analyses effectuées.

Le premier dépend d'une part d'un groupe de trois mesures B, N et A correspondant au diastème, à la largeur des incisives et à la longueur de la condylo-basale, et d'autre part, avec des valeurs opposées, des caractères H, E, F et G correspondant respectivement à l'intermaxillaire, à la largeur du crâne en dessous de la bi-zygomatique et aux deux rangées molaires.

Le deuxième dépend essentiellement de deux caractères opposés Q et P correspondant à la distance fentes-incisives choanes et à la longueur des fentes incisives.

Le troisième dépend à une extrémité de l'axe, des facteurs P, G, F et à un degré moindre B et Q représentant respectivement les fentes incisives, les longueurs des deux rangées molaires, le diastème et la distance fentes incisives choanes et, à l'autre extrémité, des facteurs C, S, D et L représentant l'inter-orbitaire, la hauteur du nez, la bi-zygomatique et la hauteur du crâne.

Le quatrième facteur enfin dépend d'une part des caractères E et H (largeur du crâne sous la bi-zygomatique et largeur intermaxillaire) et à l'opposé, des caractères N et K (largeur des incisives et largeur du palais).

#### c Etude des projections du nuage.

##### (1) Projection sur le plan des facteurs 1 et 2.

La première impression qui se dégage de ce graphique (n° 1, donné en annexe), est que le nuage a une projection piriforme horizontale. Cette impression est renforcée du fait que, pour deux localités au moins (Adiopodoumé et Sananférédogou) les polygones convexes présentent une partie large située vers la gauche du diagramme, alors que la partie droite est effilée. Seul le polygone d'Abengourou semble tronqué dans sa partie la plus fine.

La partie du nuage intéressant les localités des savanes du Nord est située vers le haut du diagramme alors que celle des localités de forêt est située vers le bas. Très peu de points sont extérieurs au polygone convexe regroupant les localités d'Adiopodoumé et d'Abengourou en dehors de ceux des savanes du Nord et de quelques points de Lamto.

L'étude plus attentive des projections des points du nuage de Lamto montre qu'ils semblent à peu près également répartis vers le haut dans la région des animaux de savane du Nord et vers le bas dans la région des rongeurs de forêt.

Une analyse détaillée des résultats montre qu'en fait le premier facteur classe les sujets en fonction de l'âge — en effet les points tout à fait à droite de l'axe des abscisses représentent toujours de jeunes rongeurs, alors qu'à gauche, on trouve des vieux spécimens. Ceci explique la forme du polygone d'Abengourou. En effet, alors que pour l'ensemble des localités prospectées, les *Cricetomys* sont généralement attrapés à la main après creusement et enfumage de leur terrier, la population d'Abengourou a été piégée à l'aide de pièges-machoirs. Il s'ensuit que dans le premier cas, nous avons des individus de toutes tailles, des plus jeunes aux plus âgés, alors que pour Abengourou nous n'avons que des individus adultes dont le poids était suffisant pour déclencher le mécanisme du piège.

On constate, par ailleurs, que le deuxième facteur, composé essentiellement du couple largeur des fentes incisives/distance fentes incisives-choanes extrait vers le haut la population des rongeurs des savanes du Nord alors que les rongeurs de forêt sont rassemblés vers le bas.

## 2) Projection sur l'axe des facteurs 2 et 3.

Elle est représentée par le graphique n° 2, donné en annexe.

Le regroupement des rongeurs de forêt en provenance d'Adiopodoumé et d'Abengourou est très net, alors que la séparation entre ceux des savanes du Nord et ceux de forêt s'accroît. Un certain nombre de rongeurs de Lamto sont extérieurs au polygone qui circonscrit les points relatifs aux rongeurs de forêt. En particulier, on constate que les points sortant du nuage « forêt » et s'intégrant dans le nuage « savane » sont les suivants : J, R, S, 4, Q, G, K, C, B, Y. Entre les deux nuages représentant les rongeurs de savanes et ceux de forêt dans la région que l'on peut appeler «lisière», on trouve les animaux suivants : 2, E, F, P, U, V, T et 7. Il est évident que sur le plan des facteurs 2 et 3 une séparation est obtenue d'une part en rongeurs forestiers et d'autre part en rongeurs de savane, mais il existe une sorte de continuum entre les deux groupes contenant des rongeurs, de Lamto en particulier, que l'on ne sait où classer.

## (3) Projection sur le plan des facteurs 3 et 4.

L'étude de la projection du nuage sur ce plan est aussi très intéressante. (Voir graphique n° 3 en annexe.) Une scission très nette se produit : une partie de la population des rongeurs de Lamto se sépare de tous les autres, y compris ceux des savanes du Nord (Saanferédougou, Fétékro et Ouango-Fitini). L'inter-

prétation devient plus délicate. Si précédemment, on obtenait la séparation entre les *Cricetomys emini* et les *Cricetomys gambianus*, il semble que l'on ait, sur ce plan des facteurs 3 et 4, une séparation entre les *Cricetomys gambianus* de Lamto (assez nettement regroupés à l'extérieur du nuage contenant les projections des rongeurs forestiers) et les *Cricetomys gambianus* des savanes du Nord (contenus dans ce même nuage).

Il existerait donc une différence fondamentale entre les deux populations de *Cricetomys gambianus*. Ce point essentiel étant établi, nous préférons laisser au taxonomiste le soin de juger du terme à employer : « variation géographique entre les deux populations » ou « sous espèces différentes ».

Sur les 18 rongeurs précédents, rattachés au groupe des *Cricetomys* de savane, 15 seulement se trouvent maintenant à l'extérieur du nuage des rongeurs de forêt. Ce sont : Q, 4, J, R, S, G, V, K, E, C, 2, B, F, P, Y.

Trois animaux précédemment situés dans le nuage des rongeurs de forêt, se trouvent maintenant à l'extérieur. Ce sont : I, X et Z (marqués d'une flèche sur les dessins).

Enfin trois autres, situés sur le plan des axes 2 et 3 du côté rongeurs de savane, sont maintenant inclus dans ceux de forêt. Ce sont : 7, T et V (marqués d'un trait ondulé, sur les graphiques).

## d Conclusion.

Sur le plan des premier et deuxième facteurs, le nuage des individus est étalé horizontalement suivant un critère assimilable à l'âge des rongeurs et, verticalement, en fonction de deux caractères complémentaires qui sont les fentes incisives et la distance des fentes incisives aux choanes. Ce deuxième facteur, à lui seul, provoque un début de séparation entre *Cricetomys gambianus* et *Cricetomys emini*.

La projection sur le plan des facteurs 2 et 3 accentue la séparation entre les deux espèces. Le premier cadran est occupé par *Cricetomys gambianus*, les trois autres cadrans par *Cricetomys emini*.

Enfin, le plan des axes 3 et 4 isole les rongeurs de savane de Lamto de tous les autres qui occupent les cadrans 2, 3 et 4, les rongeurs des savanes du Nord étant regroupés au sein du nuage des rongeurs de forêt.

Par ailleurs, à l'intérieur du groupe des rongeurs typiquement forestiers, il ne semble pas qu'il y ait de différences entre les populations d'Adiopodoumé et d'Abengourou, les seules à être représentées en nombre suffisant.

## 2 POPULATION D'ADIOPODOUMÉ/ABENGOUROU.

L'étude précédente a montré que les populations d'Adiopodoumé et d'Abengourou se superposaient largement sur l'ensemble des diagrammes.

Dans le cadre des hypothèses de la présence de deux espèces seulement en Côte d'Ivoire et de possibilités de variations géographiques, il semblait admissible que les deux populations citées soient indiscernables.

Il est utile alors de reprendre l'étude des *Cricetomys* de ces deux localités et d'effectuer sur eux un test d'homogénéité à l'aide de la méthode d'analyse factorielle des correspondances.

L'ordre logique adopté précédemment sera inversé afin de présenter en dernier lieu toutes les conclusions que l'on peut tirer de cette étude.

a *Valeurs propres et inertie.*

TABLEAU II  
VALEURS PROPRES ET INERTIE.  
ADIPODOUMÉ ABENGOUROU.  
17 CARACTÈRES

| Facteur                           | 1    | 2    | 3    | 4    |
|-----------------------------------|------|------|------|------|
| Valeurs propres x 10 <sup>3</sup> | 0,88 | 0,24 | 0,10 | 0,08 |
| Pourcentage d'inertie             | 54   | 15   | 6    | 5    |

Le tableau II donne les valeurs propres et le pourcentage d'inertie extrait pour les premier, deuxième, troisième et quatrième facteurs. Par rapport au premier facteur concernant l'ensemble des localités, le premier facteur pour la population d'Adiopodoumé/Abengourou est devenu nettement plus important puisqu'il représente 54% de l'inertie totale du nuage.

Corrélativement le troisième facteur a perdu notablement de son importance pour devenir pratiquement équivalent au quatrième et assimilable presque à ce que l'on appelle « le bruit de fond ». Pratiquement 70% de l'inertie totale du nuage est extraite par les deux premiers facteurs.

b *Etude des projections du nuage de points.*

Ainsi que cela a été vu précédemment, l'axe 1 réalise ici encore une séparation entre jeunes et adultes. On observe sur le plan des facteurs 1 et 2 (non reproduit ici), une inégalité dans la distribution des rongeurs appartenant à chacune des deux localités. Il est manifeste que les deux populations étudiées n'ont pas la même structure en âge. Ceci a été expliqué plus haut et tient au fait même des conditions de capture.

Après élimination du facteur 1, les représentations graphiques sur les plans des deuxième et troisième facteurs (graphique 4), troisième et quatrième facteurs (graphique 5) et deuxième et quatrième facteurs (non représenté ici) montrent qu'aucune distinction ne peut être faite entre les individus des deux groupes dont les projections sont étroitement emmêlées.

La conclusion s'impose d'elle-même : non seulement les animaux de ces deux localités appartiennent à la même espèce, mais encore on ne peut déceler, à partir des 17 caractères mesurés, aucune variation d'ordre géographique. Leur ensemble constitue un tout homogène de 48 rongeurs. Le regroupement en une seule population est maintenant justifié. Avec un effectif de 48 spécimens, cette population peut servir

de témoin statistique valable dans la comparaison avec les autres populations. Ce n'était pas le cas évidemment avec chacune des deux populations initiales prises isolément.

De plus, cette notion acquise, il est alors possible d'étudier le rôle des différents caractères vis-à-vis des facteurs étudiés, et d'en déduire, sans crainte de se tromper, « l'étude de la forme du crâne chez *Cricetomys emini* (Wroughton) ».

c *Composition des facteurs : la forme du crâne chez Cricetomys emini.*

On retrouvera dans les annexes 1, 2 et 3, la composition des premier, deuxième et troisième facteurs concernant la population Adiopodoumé/Abengourou.

(1) *Le premier axe.*

Il doit sa direction à deux groupes de caractères : — d'une part, vers les valeurs négatives, deux caractères s'imposent : le diastème (B) et la longueur condylo-basale/incisives (A), suivis, mais de façon moins importante, des caractères Q, N, P et S représentant respectivement la distance fentes incisives-choanes, la largeur des incisives, la longueur des fentes incisives, la hauteur du nez.

Dans l'ensemble, ces facteurs caractérisent l'allongement du museau du rongeur, et constituent ce que M. O. LEBEAUX a appelé « facteur de maturation », car c'est certainement cette partie de la face qui évolue le plus avec l'âge.

— d'autre part, vers les valeurs positives, un caractère émerge nettement avec une valeur presque double des suivantes, c'est la largeur inter-maxillaire (H) suivie des rangées molaires maxillaire et mandibulaire (F et G), puis de la largeur du palais à l'extérieur des rangées dentaires et enfin, à un degré moindre, de la largeur du palais à l'intérieur des premières molaires (K).

Tous ces caractères se rapportent à l'appareil masticateur.

Enfin intervient également dans la détermination de ce premier facteur, mais à un degré moindre des précédents, un dernier caractère isolé (E) qui mesure la largeur du crâne sous les arcades zygomatiques.

Ainsi donc ce premier facteur est essentiellement déterminé par :

— un ensemble sujet à variations qui est ce que l'on appelle le facteur « maturation »,

— un ensemble sensiblement constant qu'on appelle le polygone masticatoire.

L'étude comparative de l'action de ces divers caractères pour la population d'Adiopodoumé/Abengourou avec ceux correspondant à la précédente analyse montre que s'il n'y a pas ou peu de changement pour les valeurs les plus fortes et les plus significatives (le polygone masticatoire est sensiblement constant) par contre, pour les autres valeurs, on obtient des variations qui sont relativement nettes.

(2) *Le deuxième facteur.*

Comme lors de la précédente analyse, il dépend essentiellement du caractère P représentant la longueur des fentes incisives : cette valeur s'opposant à presque tous les autres caractères. Une étude compa-

rative plus détaillée montre que l'influence de ces caractères est complètement bouleversée par rapport à l'étude précédente. Seul le caractère important P, a conservé à la fois sa place et pratiquement la même valeur.

(3) *Le troisième facteur.*

Il est très faible et sa signification peut être légèrement contestable. Il est étiré par trois groupes de facteurs :

— d'une part, vers les valeurs négatives par les trois mesures de dents : incisives, rangée molaire maxillaire, et rangée molaire mandibulaire (caractères N, F et G),

— d'autre part, par le caractère fentes incisives isolé (représenté par P) et par un groupe de cinq largeurs (Palais intérieur = K, inter-orbitaire = C, pré-maxillaire = J, bi-zygomatique = D et largeur du crâne sous la bi-zygomatique = E).

(4) *Le quatrième facteur.*

Il est également très faible et sensiblement plus complexe que les précédents : vers les valeurs négatives, il est étiré par deux groupes de caractères : les deux rangées molaires (F et G) et un facteur qui correspondrait à ce que M. O. LEBEAUX a appelé « facteur de cérébralisation » comprenant les deux hauteurs de crâne (M et L), les largeurs du crâne sous la bi-zygomatique (E), au niveau du pré-maxillaire (J) et surtout de l'inter-orbitaire (C).

Vers les valeurs positives, trois largeurs prédominent : celle du palais entre les molaires, de l'inter-maxillaire et enfin des incisives, qui caractérisent la « finesse du museau ».

A mi-distance entre les deux groupes se trouve le diastème (B).

Le graphique 6 résume cette analyse en montrant comment se décompose chacun des facteurs précédents.

d *Calcul des facteurs individuels pour la population complémentaire.*

La forme quadratique qui permet de calculer la distance entre les individus vient d'être déterminée pour la population d'Adiopodoumé/Abengourou.

On peut alors chercher comment se projette le nuage des individus supplémentaires des autres localités qui n'ont pas participé à la définition de cette forme quadratique et dont les facteurs auront été calculés à partir de cette matrice déterminée.

On obtient alors un regroupement général de tous les individus ou presque à l'intérieur du polygone convexe de la population *emini* qui sert de témoin (plan des premier et deuxième facteurs).

L'étude critique de ce regroupement ainsi que la différence d'importance relative des caractères lors de la composition des facteurs conduisent à la conclusion suivante.

L'importance des caractères dans la composition des facteurs diffère suivant que la population est monospécifique ou plurispécifique. La méthode permet donc de sélectionner des combinaisons discriminatives de caractère soit intra-spécifique soit inter-spécifiques,

les premières ne pouvant naturellement pas assurer la séparation des espèces lorsque l'on ajoute des individus complémentaires n'appartenant pas à l'espèce initialement choisie.

3 LA POPULATION COMPLÈTE DE LAMTO.

Pour réaliser cette étude, deux voies se présentaient :

— poursuivre l'effort entrepris depuis le début : la discrimination complète des rongeurs de Lamto a déjà été commencée à partir d'éléments connus à savoir l'existence d'une population bien définie de *Cricetomys emini*, caractérisée maintenant par la population d'Adiopodoumé/Abengourou et d'une population de *Cricetomys gambianus* caractérisée par le petit groupe des spécimens provenant des savanes du Nord, en particulier les *Cricetomys* de Sananféré Dougou ;

— ou reconsidérer le problème en utilisant comme élément de référence non plus les populations définies ci-dessus et la séparation obtenue à partir de celles-ci, mais les déterminations déjà connues (à partir des peaux) des rongeurs de Lamto.

Cette façon de procéder, tout en étant la plus simple, n'est pas dans l'esprit qui anime ce travail, aussi ne servira-t-elle qu'à titre de vérification.

Comme au début, l'étude portera sur l'examen des valeurs propres et des pourcentages d'inertie rattachés à chaque facteur, puis suivra l'étude de l'influence des caractères dans la composition des facteurs.

Ce travail sera d'ailleurs facilité par le fait que la forme du crâne pour une des deux espèces a été bien définie et que l'on peut comparer les résultats obtenus pour la population mono-spécifique avec les autres populations étudiées. Les projections du nuage sur les différents plans clôtureront cette étude.

a *Valeurs propres et inertie.*

TABLEAU III

VALEURS PROPRES ET INERTIE.  
POPULATION COMPLÈTE DE LAMTO  
17 CARACTÈRES

| Facteur                           | 1    | 2    | 3    | 4    |
|-----------------------------------|------|------|------|------|
| Valeurs propres x 10 <sup>3</sup> | 0,88 | 0,39 | 0,17 | 0,10 |
| Pourcentage d'inertie             | 45   | 20   | 9    | 5    |

La première remarque qui s'impose après comparaison de ce tableau III avec les deux précédents, est que celui de Lamto est pratiquement identique à celui établi pour l'ensemble des localités mais notablement différent de celui établi pour la population mono-spécifique d'Adiopodoumé/Abengourou.

Au seul vu du tableau des valeurs propres et des pourcentages d'inertie, la population de Lamto ressemble plus à l'ensemble des populations étudiées initialement qu'à celle mono-spécifique d'Adiopodoumé/Abengourou.

### b Composition des facteurs.

Les annexes 1, 2 et 3 donnent la composition des différents facteurs en fonction des caractères étudiés pour toute la population de Lamto.

#### Le premier facteur.

Il a pour la population de Lamto très sensiblement la même composition que le premier facteur concernant les données brutes pour l'ensemble des populations. On peut noter cependant parmi les facteurs les plus importants et significatifs, deux interventions, mais elles n'intéressent que des éléments consécutifs. Par exemple A et Q dans le premier cas et F et G dans le deuxième qui étaient respectivement quatrième et troisième, quinzième et seizième pour l'ensemble des localités deviennent maintenant quatrième et troisième, seizième et quinzième pour la population de Lamto.

La comparaison de Lamto avec la population d'Adiopodoumé/Abengourou montre de notables différences : seules la première valeur et les quinzième, seizième et dix-septième conservent la même place, alors que toutes variables internes à celles-ci ont leur ordre fortement perturbé.

#### Le deuxième facteur.

Le double aspect du problème signalé ci-dessus, à savoir : l'analogie entre ces résultats obtenus pour Lamto et l'ensemble des localités et la discordance entre ces mêmes résultats et ceux d'Adiopodoumé/Abengourou, est encore beaucoup plus tranché.

Ainsi, pour les données brutes de l'ensemble des populations et celles de l'ensemble des individus de Lamto, la séquence hiérarchisée des valeurs des caractères pour ce deuxième facteur est très sensiblement la même. Les quelques caractères faisant exception se trouvent avoir des valeurs non significatives et, par conséquent, leur influence est faible sur l'orientation du facteur considéré. Par contre, la comparaison avec les *Cricetomys* forestiers, ne montre plus qu'un seul caractère resté en place, le dernier (le plus important d'ailleurs). Tous les autres ont leur valeur absolue et leur ordre modifiés et ceci d'une façon bien plus importante que précédemment. Ainsi par exemple, les caractères G et F, respectivement deuxième et troisième pour l'ensemble des localités et pour Lamto tout entier se retrouvent quinzième et seizième pour les localités typiquement forestières.

#### Le troisième facteur.

L'étude de celui-ci clôturera la comparaison des facteurs pour les différentes analyses.

Cette fois encore, l'analogie entre les données brutes concernant l'ensemble des localités et celles se rapportant à Lamto est frappante. Seules interviennent de petites interventions concernant seulement des caractères consécutifs.

Par contre, le contraste entre les résultats concernant ces deux analyses et ceux concernant les rongeurs forestiers est saisissant. En particulier, le caractère P représentant la mesure de la longueur des fentes incisives est premier pour les première et troisième analyses et dernier pour celle de la population des rongeurs forestiers. Il est inutile d'aller au-delà de

ces explications : les chiffres sont suffisamment explicites.

Les conclusions sont les suivantes :

(1) Les populations composites ont, pour chaque facteur :

- des valeurs propres tout à fait comparables,
- des pourcentages d'inertie identiques,
- une composition, à partir des caractères de mensurations, analogue pour l'ensemble de ceux-ci.

Enfin, les trois premiers facteurs sont nettement significatifs et forment à eux trois 70% de l'inertie totale du nuage.

(2) Au contraire, la population mono-spécifique se différencie des précédentes par des propriétés opposées : valeurs propres, pourcentages et composition à partir de caractères différents.

Enfin, seuls les deux premiers facteurs semblent significatifs : et, extraient à eux deux 70% de l'inertie totale du nuage.

### c Etude des projections du nuage de points.

On a vu précédemment qu'un certain nombre de points, représentant les rongeurs de Lamto, sortaient du nuage des *Cricetomys emini* (forêts) soit sur le plan des deuxième et troisième facteurs, soit sur le plan des troisième et quatrième facteurs.

Rappelons ci-dessous les caractères identificateurs de ces rongeurs en les marquant d'une astérisque s'ils ne sortent du nuage que sur le plan des deuxième et troisième facteurs ou en les mettant entre parenthèses s'ils n'en sortent que sur le plan des troisième et quatrième facteurs.

Ce sont les points : B, C, E, F, G, (I), J, K, P, Q, R, S, T\*, U, V\*, (X), Y, (Z), 2, 4, 7\*, soit un total de 21 individus.

#### (1) Projection sur le plan des premier et deuxième facteurs.

Elle est représentée sur le graphique 7 donné en annexe.

L'axe n° 1 continue à séparer les individus en jeunes et vieux.

L'axe n° 2 fait la discrimination entre animaux forestiers et animaux de savane : 18 des points cités précédemment ont sur le deuxième axe une valeur positive.

Trois d'entre eux ont une valeur négative. Ce sont par valeur décroissante, les points (X), (I) et (Z).

Deux points n'appartenant pas à la liste ci-dessus ont une valeur positive ou nulle : ce sont les points 5 et M appartenant au groupe des rongeurs forestiers.

#### (2) Projections sur les autres plans.

L'examen des autres plans montre qu'aucun autre facteur ne fait de discrimination entre les populations de forêt et de savane. La projection sur le plan des deuxième et troisième facteurs est reproduite en annexe : voir graphique 8.

Nous pouvons en conclure que les rongeurs suivants sont certainement des *Cricetomys gambianus* = B, C, E, F, G, J, K, P, Q, R, S, U, Y, 2 et 4.

Les rongeurs T, V et 7 sont peut-être des rongeurs de savane.

Le rongeur X ne nous permet pas de nous prononcer. Enfin les rongeurs (I) et (Z) ne sont vraisemblablement pas des *Cricetomys gambianus* mais des *Cricetomys emini*.

En résumé, l'étude des données brutes de la population de Lamto seule montre que :

- 1° Par les valeurs propres de la matrice, les pourcentages d'inertie, et surtout la composition des facteurs, les *Cricetomys* de Lamto forment une population composite au même titre que la population totale initiale.
- 2° Un seul facteur confirme la discrimination antérieure, le deuxième, dont la direction dépend essentiellement de deux caractères: P, longueur des fentes incisives et Q, distance fentes incisives-choanes.
- 3° La discrimination est notablement moins bonne lors de l'analyse de toutes les populations.

Cette étude pose en outre les questions suivantes :

- 1) Pourquoi la discrimination est-elle moins bonne que précédemment ?
- 2) Pourquoi les facteurs 3 et 4 qui intervenaient dans la discrimination entre rongeurs de savane et rongeurs de forêts, n'ont-ils plus, ici, de signification ?
- 3) Est-il possible d'aller plus avant dans la discrimination et de lever le doute qui subsiste sur la détermination de certains rongeurs de Lamto ?

#### d Vérification avec les déterminations.

L'étude des collections montre que l'on peut considérer comme appartenant à *Cricetomys gambianus* les rongeurs 7, Y, 2, P, G, C, B, J et E. Tous ces points se situent dans la partie positive du deuxième axe.

De la même façon, on peut déterminer 8 rongeurs appartenant avec certitude au groupe emini. Parmi ceux-ci, deux retiendront plus particulièrement notre attention : le rongeur F qui a une valeur, pour le deuxième facteur, presque nulle, et I qui a une valeur très nettement en dessous du 0.

Or, il se trouve que le rongeur F n'a, jusqu'à présent, jamais posé de problème d'appartenance et a toujours été classé sans ambiguïté — parmi les rongeurs de savane. Il pourrait s'agir là d'une erreur d'étiquetage lors de la mise en collection, le crâne et la peau assemblés sous le même numéro appartenant en fait à deux rongeurs différents.

Quant à I, placé parmi les rongeurs de savane avec (Z) sur le plan des troisième et quatrième facteurs lors de la première analyse, il a semblé, au cours de l'étude de Lamto, devoir être rattaché aux rongeurs forestiers, ce que confirme la détermination d'après la peau.

#### e La forme de la tête chez *Cricetomys gambianus*.

Ainsi qu'on vient de le voir, il n'est pas possible, de séparer complètement les *Cricetomys gambianus* des *Cricetomys emini* de Lamto. Pourtant, un certain nombre font partie certainement de cette population de *Cricetomys gambianus*. Ce sont les animaux R, E, G, 4, S, P, K, C, 7, T et B. Il eut été possible certes, d'en ajouter d'autres, mais il est préférable de se

limiter à un petit nombre afin de limiter le risque d'erreurs. Cela a permis de définir la forme du crâne chez *Cricetomys gambianus* de Lamto.

On retrouvera en annexes 1, 2 et 3, les différents tableaux des premiers, deuxième et troisième facteurs, comportant cette fois-ci non plus la valeur de la variable pour ces facteurs et son rang, mais uniquement le rang en indiquant d'un astérisque celles qui ne sont pas significatives i.e. — celles qui, trop proches de l'origine ne participent pas à l'orientation de l'axe du facteur en question.

On remarque, en fait, très peu de différences dans la composition du premier facteur avec les précédentes populations étudiées. A une extrémité, dans les valeurs négatives, se trouvent les caractères B, N, A, Q et S et à l'autre extrémité, dans les valeurs positives, F, G et H.

Sur le deuxième facteur, le principal caractère se trouve être le dernier dans les valeurs positives : P. Mais d'autres interviennent, qui différencient les *Cricetomys gambianus* de Lamto des autres. Ainsi par exemple, les facteurs F et G négatifs au deuxième et troisième pour les populations composites, se trouvent placées de façon significative dans les valeurs positives, exactement comme ils l'étaient pour la population mono-spécifique d'Adiopodoumé/Abengourou. Par contre, dans les valeurs négatives et toujours significatives, de nouvelles valeurs apparaissent : par exemple H, premier et D, second, qui ne sont pas représentés de la même manière, dans aucune autre des populations.

Enfin, pour le troisième facteur, comme pour Adiopodoumé/Abengourou, les quatre premiers caractères par valeur négative restent encore F, G puis, en troisième position, N (qui est sans aucune signification pour les populations composites). Enfin, en quatrième position, le caractère Q. Celui-ci a une importance plus grande que précédemment.

Dans les valeurs positives, le caractère C est encore dix-septième mais immédiatement suivi par F, seizième, et par K, quinzième, tous deux significatifs, bien plus pour les *Cricetomys emini*. Par contre P et J sont maintenant sans signification.

En résumé, la forme du crâne de *Cricetomys gambianus* est établie d'après un petit nombre de crânes. Il est possible que ce nombre soit trop petit pour que l'on ait entière confiance dans les résultats numériques. Pourtant, il est bon de remarquer que les *Cricetomys gambianus* de Lamto auraient une forme de crâne légèrement différente de celle des *Cricetomys emini*.

Certains caractères interviennent avec des signes tout à fait différents que précédemment. Mais, il est quand même important de signaler qu'en définitive, les résultats obtenus pour les deux populations mono-spécifiques se ressemblent beaucoup plus qu'ils ne ressemblent aux études correspondantes pour les populations mixtes.

#### 4 ANALYSE DES DONNÉES BRUTES, APRÈS SUPPRESSION D'UN CARACTÈRE : LONGUEUR DES FENTES INCISIVES.

Toutes les analyses précédentes ont montré la grande importance du caractère P : fentes incisives,

pour les deuxième et troisième facteurs. En particulier il convient de remarquer qu'il reste toujours isolé, aucun autre caractère ou sujet ne venant se projeter à proximité. On peut donc raisonnablement penser que ce caractère perturbe l'analyse et l'on recommence le travail sur les seize autres caractères, celui-ci n'intervenant plus.

a *Valeurs propres et inertie.*

TABLEAU IV  
VALEURS PROPRES ET INERTIE.  
16 CARACTÈRES. TOUTES LOCALITÉS.

| Facteur                           | 1    | 2    | 3    | 4    |
|-----------------------------------|------|------|------|------|
| Valeurs propres x 10 <sup>3</sup> | 0,83 | 0,23 | 0,09 | 0,08 |
| Pourcentage d'inertie             | 51   | 14   | 5    | 5    |

b *Composition des facteurs.*

(Voir les annexes 1, 2 et 3.)

*Premier facteur* : la suppression du caractère P n'altère en rien la composition du premier facteur qui est strictement identique à celui obtenu avec les données brutes, 17 variables.

L'action sur le *deuxième facteur* est également nulle puisque nous retrouvons en première, deuxième et troisième positions les caractères Q, G et F et en quinzième et seizième positions les facteurs D et C. Seul le dix-septième caractère, P, est absent comme voulu.

*Troisième facteur* : par contre, l'action sur le troisième facteur est manifeste et on constate que l'intervention des caractères sur ce troisième facteur est complètement bouleversé, seuls les caractères F et G restent pratiquement à leur même place.

*Analyse des nuages.*

Le graphique n° 10, en annexe, représente la projection du nuage sur le plan des premier et deuxième facteurs.

L'étude du nuage n'apporte pas grand-chose. On retrouve comme prévu, le long du premier facteur, une représentation par âge. De même on obtient une discrimination relativement nette le long de l'axe 2. Cette discrimination fait remonter vers les valeurs les plus fortes les animaux de savane du Nord ainsi que toute une série de rongeurs de la savane de Lamto. Ces rongeurs sont, par ordre d'importance Q, 4, Y, S, G, J, R, B, C, P, 2, U, K, F, X, T, V, 7, I.

Deux autres rongeurs, 5 et N, ont une valeur positive (mais pratiquement nulle) mais manifestement ils font partie des rongeurs de forêt.

L'étude sur le plan des facteurs 2 et 3 (non représenté) n'a pas grande signification, car le troisième facteur mélange très soigneusement tous les éléments de la population.

CONCLUSION.

L'élimination du caractère P, isolé sur les précédentes projections n'altère en rien le premier facteur, renforce le pouvoir de discrimination du deuxième, et enlève toute signification aux suivants.

Le premier facteur, correspondant à l'âge a une importance relative énorme. L'expression la plus élémentaire de l'âge est fournie par la taille du crâne, c'est-à-dire le caractère A : longueur condylo-basale-incisive. Il semble donc judicieux de tempérer cette action due à la taille en ramenant toutes les données à une mesure de condylo-basale standard.

E LES DONNÉES TRANSFORMÉES.

Les analyses précédentes ont montré que deux facteurs apportaient — de façon différente — des perturbations dans l'interprétation des résultats. Le plus important d'entre eux est sans conteste le caractère A qui représente la taille du crâne et a une influence importante sur la majeure partie des autres caractères.

La façon la plus élémentaire d'éliminer cette taille est de tout ramener à elle, par simple division. Tous les autres caractères seront donc exprimés en pourcentage de la taille, ou encore en proportion de la taille.

1 LES DONNÉES TRANSFORMÉES EN PROPORTIONS.

Pour chaque individu l'ensemble des mesures a été représenté par S (J),  $J \in \{1, \dots, 17\}$ . S (1) représente la valeur du caractère A pour l'individu considéré. La présente analyse a porté sur les proportions suivantes :

$$\frac{S(J)}{S(1)}, J \in \{2, \dots, 17\}.$$

a *Valeurs propres et inertie.*

TABLEAU V  
PROPORTIONS. TOUTES LOCALITÉS

| Facteur                           | 1    | 2    | 3    | 4    |
|-----------------------------------|------|------|------|------|
| Valeurs propres x 10 <sup>3</sup> | 0,97 | 0,44 | 0,22 | 0,10 |
| Pourcentage d'inertie             | 43   | 19   | 10   | 4,5  |

L'examen de ce tableau montre de grandes similitudes, tant dans les valeurs propres que dans les valeurs des pourcentages obtenues à partir des données brutes pour l'ensemble des localités (comparer avec le tableau I).

b *Composition des facteurs.*

L'analyse détaillée de la composition des facteurs montre que la seule perturbation apportée est la disparition du caractère A (condylo-basale-incisive). Tous les autres caractères interviennent de la même

façon, que ce soit en utilisant les données brutes ou les données transformées.

Les annexes 1, 2 et 3 montrent bien à quel point la ressemblance est profonde.

*c Projection sur les plans des différents facteurs.*

L'examen attentif des différentes projections sur les plans 1-2, 2-3 et 3-4 montre une similitude avec celles obtenues à partir des données brutes.

Il faut seulement signaler l'interversion au niveau du troisième axe (par simple changement du signe). On rétablit la similitude directe par simple symétrie par rapport à l'axe 3.

La projection du nuage sur le plan des axes 2 et 3 est donnée en annexe (fig. 11). Certaines localités de forêt (en particulier Adiopodoumé et Abengourou) ont été regroupées dans le même polygone.

*d Conclusion.*

La transformation des données en proportions ne fait que confirmer très exactement point par point tous les renseignements obtenus précédemment à partir des données brutes.

Cela revient à dire que l'analyse factorielle des correspondances tient compte de l'ensemble des profils des crânes et que l'étude des proportions fait double emploi avec la précédente.

L'indétermination qui existe au niveau de certains spécimens de Lamto ne peut être levée ainsi et il faut des études plus approfondies pour aboutir à un résultat.

**2 DONNÉES RAMENÉES A UNE TAILLE MOYENNE.**

Il était certain que la transformation des données brutes en proportions n'apporterait pas grand-chose, puisque la taille n'est pas éliminée complètement.

En première approximation on pourrait assimiler le nuage de répartition d'un caractère en fonction de la longueur condylo-basale à une droite et déterminer la droite de régression de ce nuage. En fait, l'étude de la répartition des nuages de points montre que cette approximation n'est valable que pour des individus ayant sensiblement atteint leur taille adulte. Or, il se trouve que les populations étudiées comportent énormément de jeunes individus et par conséquent, il convient d'utiliser des lois un peu plus complexes : les lois d'allométrie. Celles-ci déterminent la variation de grandeur d'un des caractères mesurés en fonction de la variation de longueur de la condylo-basale. Cette loi établit que si X désigne le caractère A et Y une autre des longueurs mesurées sur le crâne du même individu, à tout accroissement d'Y de Y correspond un accroissement d'X de X et que ces accroissements sont proportionnels aux longueurs X et Y. La formule suivante, qui s'en déduit, est connue sous le nom de relation d'allométrie.

$$\frac{d Y}{Y} = \frac{K d X}{X}$$

K est appelé coefficient d'allométrie.

L'intégration de ceci donne :

$$\text{Log } Y = K \text{ Log } X + \text{constante (Equation 1)}$$

Le problème se ramène en définitive à déterminer l'équation d'une droite de régression, non pas en fonction des valeurs brutes des mesures, mais en fonction de leurs logarithmes.

Cette étape ne pose aucun problème.

Le passage à la deuxième étape nécessite une hypothèse supplémentaire.

On peut admettre que le coefficient d'allométrie K reste le même pour l'ensemble des individus. La courbe de croissance d'un individu est donc fonction de ce coefficient K, identique pour le genre et d'une constante C, particulière à l'individu. Ceci revient à dire qu'à partir du moment où l'animal a atteint une certaine taille dans son adolescence, on peut préjuger de ce que sera sa taille adulte définitive. Le problème consiste donc à déterminer ces coefficients K et C. C est obtenu très facilement en remplaçant dans l'équation 1 les valeurs Y et X par les valeurs observées pour chaque individu. Puis on peut imaginer que cet individu est ramené à la taille moyenne de la population :  $\bar{C}_b$ , et à partir de là, recalculer ses autres mesures qui se déduisent de cette modification de taille. Le calcul ne pose aucun problème. Dans l'équation individuelle obtenue, on remplace X par la valeur  $\bar{C}_b$  et on obtient la valeur de Y correspondante.

Au terme de ce calcul on dispose d'un nouvel ensemble K' de données, formé par le rectangle  $I \times S'$ ,  $S' (J)$ ,  $J \in \{2, \dots, 17\}$  étant les valeurs obtenues pour chaque caractère après transformation.

La présente analyse factorielle des correspondances a porté sur cet ensemble de 16 données ramenées à une condylo-basale égale à la moyenne, auquel on adjoint les longueurs condylo-basales réelles pour chacun des crânes correspondants.

*a Valeurs propres et inertie.*

Le tableau ci-dessous montre qu'en fait, peu de choses ont changé par rapport au tableau I.

TABLEAU VI

DONNÉES RAMENÉES A UNE TAILLE MOYENNE. 17 CARACTÈRES

| Facteur                           | 1    | 2    | 3    | 4    |
|-----------------------------------|------|------|------|------|
| Valeurs propres x 10 <sup>3</sup> | 0,90 | 0,37 | 0,18 | 0,09 |
| Pourcentage d'inertie             | 48   | 20   | 9    | 5    |

*b Composition des facteurs.*

L'élimination de l'action de la condylo-basale A dans l'ensemble des autres mesures ne laisse plus persister que l'action prépondérante de ce caractère dans l'orientation de l'axe de ce premier facteur,

toutes les autres mesures étant pratiquement confondues avec l'origine.

Le deuxième facteur ne semble pas non plus modifié. Il est en effet étiré d'une part par Q dans les valeurs négatives, et d'autre part et essentiellement par P qui, ici encore, joue un rôle prépondérant. Toutes les autres mesures sont concentrées autour de 0, d'une façon beaucoup plus nette que précédemment.

Enfin, le troisième facteur présente encore de grandes analogies avec les précédents. Les valeurs les plus faibles, sont caractérisées par la séquence hiérarchisée P, G, F, Q et B, extrêmement groupées. Par conséquent, on retrouve là pratiquement la composition exacte du troisième facteur pour les données brutes, les proportions, ou pour l'ensemble de la population de Lamto.

Dans les valeurs positives au contraire, c'est le caractère C qui se détache nettement, suivi par les caractères K, S, D, L et J groupés. Par conséquent, il n'est guère possible de faire de différence avec l'analyse initiale des données brutes.

### c Etude du nuage de points.

L'étude comparative du tableau VI avec les précédents et celle concernant la composition des facteurs permet d'imaginer nettement ce qui va se passer lors de l'étude des projections du nuage sur les différents axes.

Comme précédemment, le nuage de points sur le plan des axes 1 et 2, 1 et 3 (non représentés) est étiré dans le sens des individus plus ou moins grands. Cette fois-ci, on note une petite différence du point de vue représentation du nuage : certains points se sont déplacés légèrement. Le premier facteur est fonction de la seule taille des individus, alors que précédemment il était fonction complexe de plusieurs caractères, traduisant l'âge des individus. Mais on est surpris lorsque l'on étudie le nuage des points sur les axes 2 et 3 (voir graphique n° 12), par la similitude en particulier avec la représentation des axes 2 et 3 pour les proportions (parce que le troisième facteur a été changé de signe). Après superposition des diagrammes on constate que les points ont la même position.

Pratiquement, ceci revient à dire que la transformation utilisée n'a absolument rien changé quant à la composition du nuage de points sur ces deux axes.

De la même façon, l'analyse des points projetés sur les plans des troisième et quatrième facteurs (graphique n° 13) montre une séparation très nette des individus en deux groupes : un groupe qui peut caractériser en quelque sorte la savane de Lamto avec quelques rongeurs de forêt qui semblent revenir à l'intérieur de ce nuage, et un groupe représentant l'ensemble des autres rongeurs. Cet ensemble regroupe la plupart des populations de forêt ainsi que les rongeurs des savanes du Nord (SananféréDougou, Ouango-Fitini et Fétékro).

L'analyse détaillée montre que :

Des 15 rongeurs déterminés comme : *Cricetomys gambianus*, 13 d'entre eux : E, F, G, J, K, P, Q, R, S, U, Y, 2 et 4 sont nettement extérieurs au nuage

« forêt », les deux autres B et C sont à la lisière, le rongeur 7\*, classé comme *gambianus* probable est encore parmi les rongeurs de savane et le rongeur (X), que l'on ne savait où classer, est situé du côté savane.

Par contre V\* et T\* classés comme *gambianus* probables sont très nettement au milieu de la population « forêt ».

Enfin (I), *emini* certain, se trouve en « forêt » alors que (Z), *emini* également, se projette en « forêt ».

En résumé, cette analyse fournit pratiquement les mêmes résultats que les données brutes, tant sur les valeurs propres, les pourcentages, les valeurs des caractères que sur la composition des différentes projections du nuage transformé.

Cela tend à indiquer que la transformation utilisée ne fausse pas les données du problème et les hypothèses émises sont ainsi justifiées.

Le fait que l'on n'ait pas progressé dans la discrimination conduit à une dernière étape :

— suppression pure et simple du caractère A absolument inutile avec le reste des données transformées, la taille n'intervenant pas pour la discrimination des espèces ;

— et suppression du caractère P (fentes incisives) qui apportait une légère amélioration.

### 3 ÉTUDE DES DONNÉES RAMENÉES A UNE CONDYLO-BASALE ÉGALE A LA MOYENNE APRÈS SUPPRESSION DES CARACTÈRES A ET P (CONDYLO-BASALE ET FENTES INCISIVES).

#### a Valeurs propres et inertie.

TABLEAU VII

| Facteur                           | 1    | 2    | 3    | 4    |
|-----------------------------------|------|------|------|------|
| Valeurs propres x 10 <sup>3</sup> | 0,29 | 0,16 | 0,10 | 0,10 |
| Pourcentage d'inertie             | 26   | 14   | 9    | 9    |

#### Remarques :

1) L'ensemble des 4 premiers facteurs n'extrait que 59% de l'inertie totale du nuage alors que précédemment avec l'étude des données brutes dans différentes conditions, on obtenait des valeurs comprises entre 75 et 80%.

2) Le premier facteur est ramené à 26% alors que précédemment il avait des valeurs comprises entre 45 et 50%. Ceci s'explique aisément par le fait que le premier facteur des études précédentes était représenté essentiellement par le facteur âge caractérisé en grande partie par la longueur condylo-basale-incisive. En ramenant tous les individus à la même taille, l'âge n'est plus représenté par le premier facteur qui ne peut plus alors être comparé aux précédents.

## b Composition des facteurs.

Ce premier facteur montre une identité presque absolue avec les deuxièmes facteurs des analyses précédentes.

Effectivement les premier, deuxième et troisième rangs sont occupés par les caractères Q, F et G qui étaient respectivement premier, deuxième et troisième dans les précédentes analyses. A l'autre extrémité de l'axe, le caractère D, treizième ici, occupe à peu près la même place qu'au cours des précédentes analyses. Ensuite l'avant dernière place est tenue par le caractère KK qui n'intervenait pas au cours des précédentes analyses et qui se manifeste ici d'une façon relativement importante, au même titre que D.

Enfin, le dernier caractère (quinzième) C était avant-dernier dans la plupart des précédentes études (le dernier étant le caractère P qui est supprimé ici).

L'étude du deuxième facteur se révèle intéressante à plus d'un égard. La comparaison avec les précédents troisièmes facteurs conduit à une impasse.

Se trouvent en effet en première, deuxième, troisième et quatrième positions, toutes significatives, les caractères B, S, N et Q ; précédemment, pour les données brutes par exemple, N et Q avaient pour rang : quatrième, seizième, les deux autres sans signification n'étant pas classés. A l'extrémité, pour les valeurs les plus grandes de ce deuxième facteur se retrouvent les caractères K, R, G, F et H, le dernier étant le plus important. Or, ces caractères avaient pour rang précédemment treizième, non classé, deuxième et troisième pour K, R, G et F. Et comble, le caractère H très important ici, n'était alors pas considéré.

Par contre il ressort clairement que ce deuxième facteur présente une forte similitude avec les précédents premiers facteurs.

Les caractères B, S, N et Q étaient alors classés premier, cinquième, deuxième et quatrième, seul A (éliminé de cette analyse) venant s'insérer à la troisième place. Tous ces caractères avaient servi à caractériser l'allongement du museau, ce que M. O. LEBEAUX a appelé « facteur de maturation ».

Les caractères H, F, G, R et K, ici présentés, dans l'ordre décroissant, avaient pour rang 17, 16, 15, 14 et 12, ils se rapportent à l'appareil masticateur.

On peut donc établir une correspondance presque parfaite entre les premier et deuxième facteurs de la présente analyse et, respectivement, les deuxième et premier facteurs des analyses précédentes.

Les autres facteurs sont sans signification et correspondent à un transfert d'information : perte d'information sur les deuxième, troisième et quatrième facteurs, gain sur les premier et deuxième facteurs. Ceci se traduit clairement par les pourcentages d'inertie

Premier facteur : 26% contre 15 à 20%,

Deuxième facteur : 15% contre 45%.

En fait, cette façon de procéder a permis de mettre en évidence un élément important de l'analyse qui avait échappé jusqu'alors.

Précédemment le facteur « Age », porté par le premier axe, semblait constitué d'un seul bloc.

Actuellement nous venons de montrer qu'en fait l'âge est constitué de deux composantes orthogonales, indépendantes :

composante principale : la taille, caractérisée par la longueur condylo-basale incisive ;

composante secondaire : l'information contenue dans les caractères cités précédemment et pour lesquels l'influence de la taille a été éliminée.

Ces faits n'ont rien de surprenant : on peut rencontrer des individus adultes, de petite taille et des jeunes ayant une longueur plus importante que celle des précédents.

Ces remarques mettent en évidence la finesse de la méthode utilisée.

## c Etude des projections du nuage des points.

L'étude des axes 1 et 2 (graphique n° 14) montre une séparation du nuage initial, presque totale et complète entre trois groupes : une population, située dans le cadran en haut et à droite, représente les rongeurs de Lamto considérés comme rongeurs de savane typiques jusqu'à présent. On y trouve également quelques autres rongeurs dont le statut n'a pas été précisé jusqu'à présent, et qui proviennent en particulier des localités de l'Ouest ivoirien.

De l'autre côté, regroupés autour de l'origine et dans les autres cadrans 2, 3 et 4 se trouve l'ensemble des rongeurs de forêt : *Cricetomys emini* ; il est composé à la fois des populations de Lamto (rongeurs de forêt) Abengourou, Adiopodoumé, etc.

Entre les deux, située dans le quatrième cadran, se trouve la population des rongeurs des savanes du Nord (Ouango-Fitini, Sananférédougou et Fétékro) relativement distincte de la population de Lamto.

On aboutit là à une séparation très nette des *Cricetomys* en trois groupes.

L'étude des projections sur les plans des facteurs 2-3, 3-4, etc., n'apporte rien de plus, les facteurs 3 et 4 provoquant le mélange des individus, avec inter-pénétration complète des différentes populations.

Il resterait à définir le statut des rongeurs de Lamto que l'on ne pouvait classer précédemment.

Six points avaient leurs projections — soit dans le nuage savane sur le plan des deuxième et troisième facteurs et dans le nuage forêt sur le plan des troisième et quatrième facteurs : T\* V\* et 7\* — soit vice versa pour les points (I) (X) et (Z).

Un rongeur : F avait — d'après sa peau — été déterminé comme *emini* alors que d'après ses projections il était *gambianus*.

Le rongeur n° 7\* est actuellement placé dans le nuage « savane ». Cela confirme le diagnostic fait à partir de la peau.

Le rongeur F est encore classé avec les rongeurs de savane, vérifiant les précédents résultats. Cela infirme le diagnostic : « *emini* », émis d'après la peau ; celle-ci a dû être mal étiquetée, à moins que ce ne soit le crâne qui ne soit porteur d'un numéro qui n'est pas le sien. Enfin tous les autres rongeurs : (Z), (X), (I), T\* et V\* sont situés du côté « rongeurs de forêt » par rapport au nuage des rongeurs des savanes du Nord. Leur nette séparation du nuage des rongeurs

de savane de Lamto, leur inclusion dans le polygone des rongeurs de forêt conduisent à la conclusion suivante, ces cinq rongeurs sont des *Cricetomys emini*.

#### CONCLUSION.

On retrouve par conséquent sur ce graphique n° 14, avec des facteurs ayant maintenant une signification certaine, que l'on ne peut pas attribuer à une variabilité sous-jacente, les principaux faits que l'on se proposait de mettre en évidence, à savoir :

1) Homogénéité de la population Adiopodoumé/Abengourou sans variation géographique. A cette population se superpose très exactement celle des rongeurs de forêt de Lamto.

2) Appartenance au groupe des rongeurs de forêt « *Cricetomys emini* » mais avec variabilité géographique, les populations de l'Ouest ivoirien (localités à l'Ouest du fleuve Sassandra) : Flampleu, Guiglo, Zoguiné (seul le spécimen de Gopoupleu, de l'Ouest, semble éloigné de ce groupe), et séparée des précédentes, la population de Divo, localité située entre les fleuves Sassandra et Bandama (Centre Ouest ivoirien).

3) Hétérogénéité du groupe des *Cricetomys gambianus*, séparé du précédent et subdivisé en :

- *Cricetomys gambianus* de Lamto,
- *Cricetomys gambianus* des savanes du Nord.

#### RÉSUMÉ

Trois types d'enseignement peuvent être tirés de cette étude.

Le premier concerne uniquement l'étude des *Cricetomys*. La méthode nous a permis de confirmer l'existence de deux espèces de *Cricetomys* en Côte d'Ivoire : *Cricetomys emini* en forêt et *Cricetomys gambianus* en savane, et faire des distinctions à l'intérieur de chacune d'elles.

— Pour les espèces de savane il y a une variation géographique entre les *Cricetomys* de Lamto et ceux des savanes du Nord, particulièrement nette sur certains graphiques et que l'on retrouve en comparant les peaux des spécimens.

— Pour les *Cricetomys emini*, une population homogène formée par la réunion des localités suivantes : Adiopodoumé, Abengourou, Lamto, Akalekro, situées à l'Est de la rivière Bandama — une sous-population caractérisée par Divo et située entre la rivière Bandama et la rivière Sassandra — enfin une dernière forme géographique bien distincte des pré-

cedentes, localisée dans l'Ouest ivoirien et regroupant en particulier les localités de Flampleu, Zoguiné, etc.

Le deuxième type d'enseignement que nous apporte le travail est d'ordre méthodologique.

L'utilisation des proportions n'apporte que peu d'informations lorsque l'on utilise la méthode de l'analyse factorielle des correspondances. Ceci est évident : la méthode étant une analyse des profils.

La loi d'allométrie qui a été utilisée (ainsi que l'hypothèse émise concernant l'évolution des individus) se trouve amplement confirmée par la méthode, au point qu'il devient parfois possible de superposer les résultats obtenus à partir des données brutes ou à partir des données ainsi transformées.

Enfin, le dernier enseignement consiste en une sorte de notice d'emploi de la méthode pour les études biométriques de petits rongeurs :

(1) Pratiquer sur tous les individus une analyse portant sur l'ensemble des données brutes recueillies. L'étude portera essentiellement sur les facteurs autres que celui se rapportant à l'âge généralement représenté le premier. En d'autres mots, on étudiera essentiellement les projections sur les plans obtenus à partir des deuxième, troisième et quatrième facteurs (bien que ce dernier ne soit plus totalement significatif).

(2) Puis on s'attachera essentiellement à former, à étudier une *population étalon* qui sera mono-spécifique et qui proviendra si possible de plusieurs localités, parmi lesquelles on ne fait aucune différence d'ordre géographique. Cela permettra de définir l'importance des différents facteurs, les valeurs des racines propres ainsi que la composition des facteurs pour l'analyse spécifique de la forme du crâne. Si le nuage reste homogène sur les plans de projection des facteurs 2 et 3, 2 et 4, 3 et 4 et si la forme de la tête est caractérisée sur les principaux facteurs par les mêmes caractères, à peu près dans les mêmes proportions on considérera que l'on a affaire à un groupe mono-spécifique. Dans le cas contraire, on s'attachera d'abord à extraire les individus ne faisant manifestement pas partie de la population témoin.

(3) On déterminera ensuite s'il y a des caractères dont l'importance est très grande et qui ne semblent pas liés à des individus.

(4) Enfin, on procédera à un réajustement des données en utilisant les relations d'allométrie et on effectuera une dernière analyse sur les données transformées ramenées à une longueur égale à la longueur moyenne et dont on aura éliminé les caractères apportant de la perturbation dans l'analyse.

*Manuscrit reçu au S.I.D., le 16 juin 1972.*

ANNEXE 1

COMPOSITION DU PREMIER FACTEUR, POUR DIVERSES POPULATIONS ÉTUDIÉES

| Types de données                           |        | Données brutes              |        |               |         |              |        | Proportions |      |        |      |
|--|--------|-----------------------------|--------|---------------|---------|--------------|--------|-------------|------|--------|------|
| Localités                                  | Toutes | Adiopodoumé plus Abengourou |        | Lamto complet |         | Lamto savane | Toutes | Toutes      |      |        |      |
| Nombre de variables<br>Variables éliminées | 17     |                             | 17     |               | 17      |              | 17     | 16          |      | 16     |      |
|  | valeur | rang                        | valeur | rang          | valeur  | rang         | rang   | P = FI      | rang | A = Cb | rang |
| B  | -0,036 | 1                           | -0,037 | 1             | -0,037  | 1            | 1      |             | 1    | -0,044 | 1    |
| N  | -0,025 | 2                           | -0,015 | 4             | -0,035  | 2            | 2      |             | 2    | -0,033 | 2    |
| A  | -0,022 | 3                           | -0,025 | 2             | -0,022  | 4            | 4      |             | 3    | N R    | —    |
| Q  | -0,018 | 4                           | -0,018 | 3             | -0,027  | 3            | 5      |             | 4    | -0,027 | 3    |
| S  | -0,017 | 5                           | -0,010 | 6             | -0,022  | 5            | 3      |             | 5    | -0,026 | 4    |
| P  | -0,016 | 6                           | -0,011 | 5             | +0,004* | 8*           |        |             | N R  | -0,020 | 5    |
| F  | 0,050  | 15                          | 0,047  | 15            | 0,051   | 16           | 16     |             | 14   | 0,047  | 15   |
| G  | 0,051  | 16                          | 0,047  | 16            | 0,048   | 15           | 15     |             | 15   | 0,048  | 16   |
| H  | 0,085  | 17                          | 0,088  | 17            | 0,090   | 17           | 17     |             | 16   | 0,084  | 17   |

N R = Non représentée : variable éliminée.

\* = Valeur non significative, ce caractère n'intervient pas dans la composition du facteur.

— = Rang modifié par rapport à la première analyse.

ANNEXE 2

COMPOSITION DU DEUXIÈME FACTEUR, POUR DIVERSES POPULATIONS ÉTUDIÉES

| Types de données                           |        | Données brutes              |        |               |        |              |        | Proportions ramenées à Cb |        |        |                  | 1 <sup>er</sup> Facteur |
|--|--------|-----------------------------|--------|---------------|--------|--------------|--------|---------------------------|--------|--------|------------------|-------------------------|
| Localités                                  | Toutes | Adiopodoumé plus Abengourou |        | Lamto complet |        | Lamto savane | Toutes | Toutes                    |        | Toutes |                  |                         |
| Nombre de variables<br>Variables éliminées | 17     |                             | 17     |               | 17     |              | 17     | 16                        |        | 15     |                  |                         |
|  | valeur | rang                        | valeur | rang          | valeur | rang         | rang   | P = FI                    | rang   | A = Cb | A = Cb et P = FI | rang                    |
| Q  | -0,038 | 1                           | -0,017 | 2             | -0,039 | 1            | 4*     | 1                         | -0,039 | 1      | -0,038           | 1                       |
| G  | -0,009 | 2                           | +0,013 | 15            | -0,024 | 2            | 16     | 2                         | -0,009 | 2      | -0,017           | 2                       |
| F  | -0,005 | 3*                          | +0,014 | 16            | -0,019 | 3            | 15     | 3                         | -0,005 | 3*     | -0,014           | 3                       |
| J  | -0,003 | 4*                          | -0,017 | 1             | 0,006  | 10*          | 3      |                           | -0,004 | 4*     |                  |                         |
| H  | *      | *                           | *      | *             | *      | *            | 1      |                           | *      | *      |                  |                         |
| M  | 9*     | 9*                          | -0,016 | 3             |        | 9*           |        |                           | 8*     |        |                  |                         |
| N  | *      | *                           | *      | *             | *      | *            | *      | *                         | *      | *      | *                | *                       |
| B  | *      | *                           | *      | *             | *      | *            | 14     |                           | *      | *      |                  |                         |
| D  | 0,006  | 15*                         | -0,005 | 7*            | 0,013  | 13           | 2      | 15                        | 0,006  | 14*    | 0,014            | 13                      |
| C  | 0,016  | 16                          | 0,005  | 12*           | 0,036  | 16           | 13*    | 16                        | 0,016  | 15     | 0,032            | 15                      |
| P  | 0,100  | 17                          | 0,083  | 17            | 0,073  | 17           | 17     | N R                       | 0,100  | 16     | -N R             | —                       |

N R = Non représentée : variable éliminée.

\* = Valeur non significative, ce caractère n'intervient pas dans la composition du facteur.

— = Rang modifié par rapport à la première analyse.

## ANNEXE 3

## COMPOSITION DU TROISIÈME FACTEUR, POUR DIVERSES POPULATIONS ÉTUDIÉES

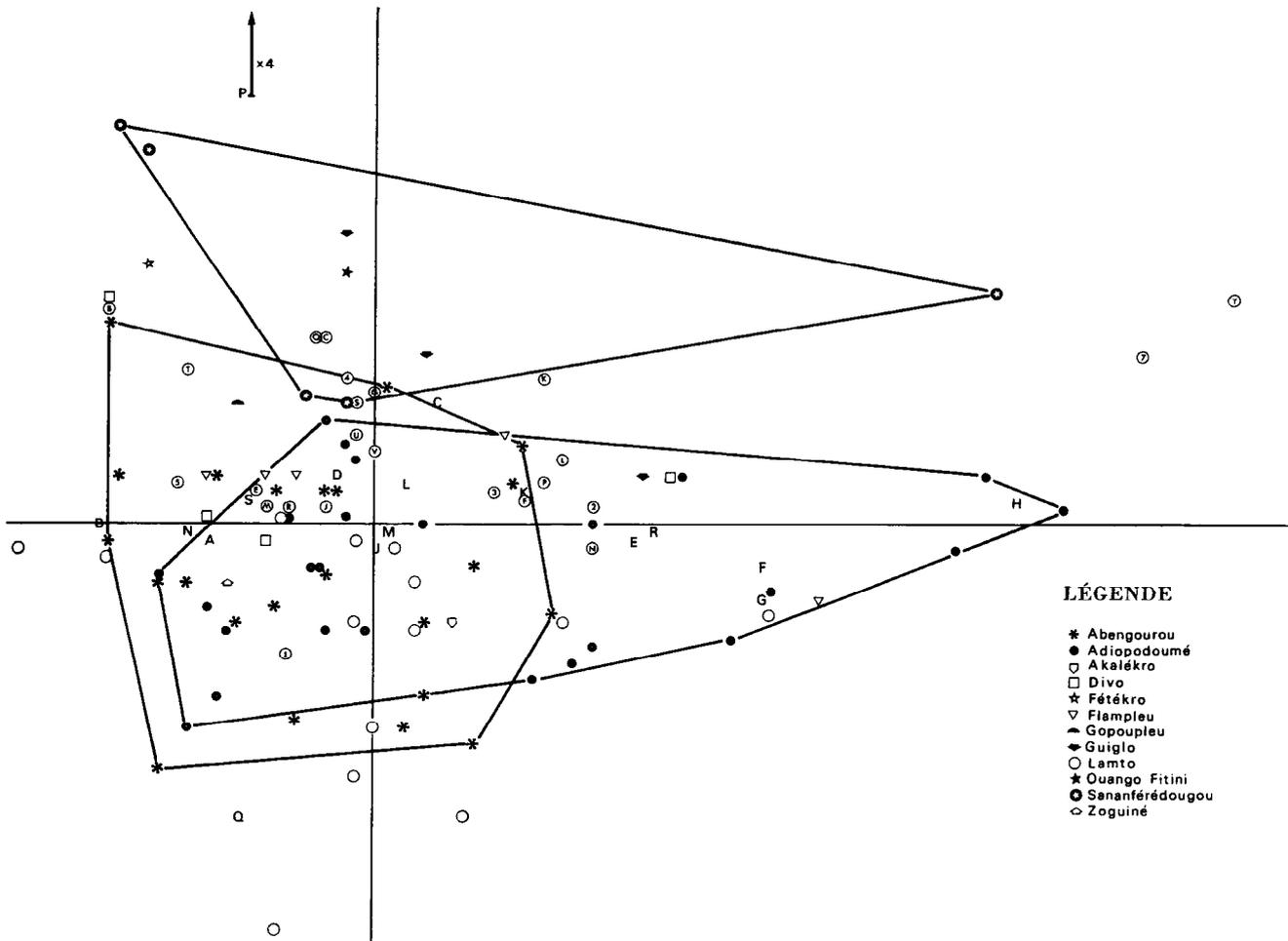
| Types de données    |         | Données brutes              |         |               |         |              |        |         | Proportions ramenées à Cb |      | 2 <sup>e</sup> Facteur |
|---------------------|---------|-----------------------------|---------|---------------|---------|--------------|--------|---------|---------------------------|------|------------------------|
| Localités           | Toutes  | Adiopodoumé plus Abengourou |         | Lamto complet |         | Lamto savane | Toutes | Toutes  | Toutes                    |      |                        |
| Nombre de variables | 17      | 17                          |         | 17            |         | 17           | 16     | 16      | 15                        |      |                        |
| Variables éliminées | —       | —                           |         | —             |         | —            | P = FI | A = Cb  | A = Cb et P = FI          |      |                        |
|                     | valeur  | rang                        | valeur  | rang          | valeur  | rang         | rang   | valeur  | rang                      | rang |                        |
| Fi P                | - 0,034 | 1                           | + 0,015 | 17            | - 0,066 | 1            |        | - 0,037 | 1                         |      |                        |
| G                   | - 0,021 | 2                           | - 0,021 | 2             | - 0,015 | 3            | 2      | - 0,020 | 2                         | 14   |                        |
| F                   | - 0,020 | 3                           | - 0,023 | 1             | - 0,015 | 2            | 1      | - 0,019 | 3                         | 13   |                        |
| B                   | - 0,012 | 4                           |         | 7*            | - 0,008 | 4            |        | - 0,017 | 4                         | 1    |                        |
| Q                   | - 0,011 | 5                           | - 0,012 | 4             |         | 6*           | 4      | - 0,007 | 5                         | 4    |                        |
| E                   |         | *                           |         | *             |         | *            | 16     |         |                           |      |                        |
| J                   | 0,012   | 12                          | 0,011   | 14            | 0,010   | 15           |        | 0,009   | 11                        |      |                        |
| K                   | 0,013   | 13                          | 0,012   | 15            |         | 8*           | 15     | 0,013   | 14                        |      |                        |
| L                   | 0,015   | 14                          | 0,006   | 11            | 0,009   | 14           |        | 0,013   | 12                        |      |                        |
| D                   | 0,016   | 15                          | 0,007   | 12            | 0,006   | 13           |        | 0,013   | 13                        |      |                        |
| S                   | 0,020   | 16                          | 0,005   | 10            | 0,012   | 16           |        | 0,016   | 15                        | 2    |                        |
| C                   | 0,029   | 17                          | 0,015   | 16            | 0,020   | 17           | 17     | 0,028   | 16                        |      |                        |

Les valeurs des troisièmes facteurs de Lamto et proportions ont été changées de signe.

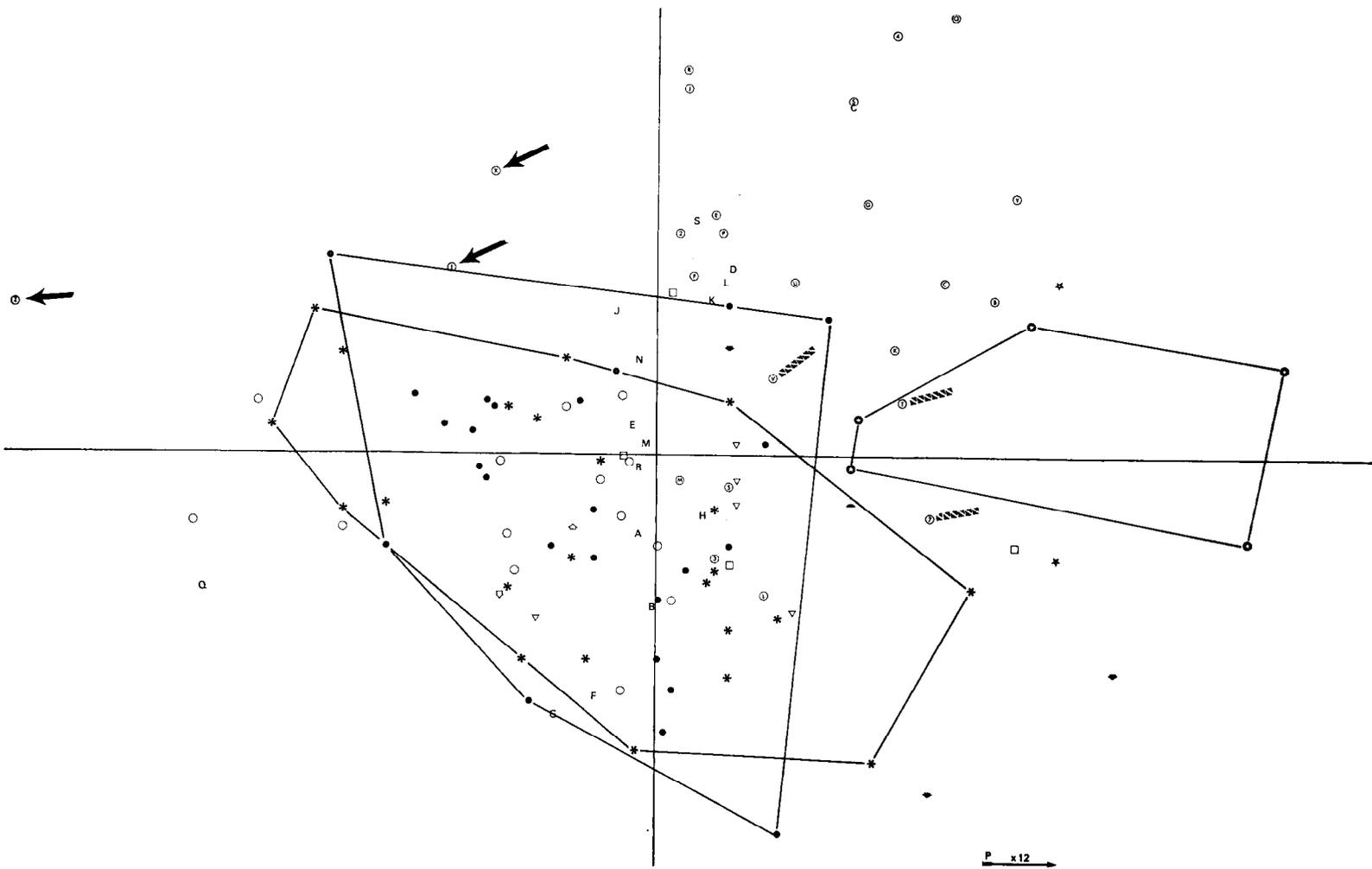
N R = Non représentée : variable éliminée.

\* = Valeur non significative.

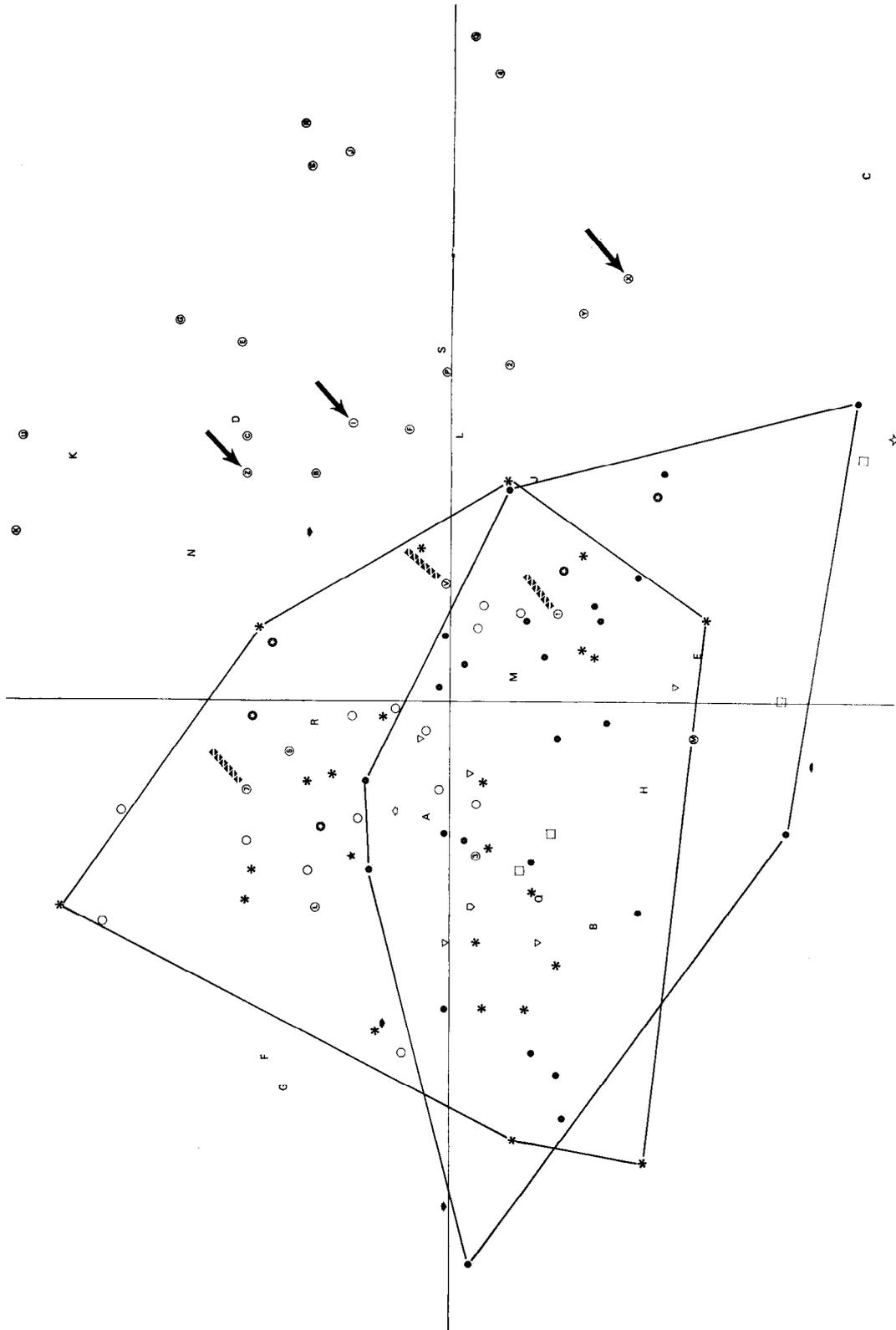
— = Rang modifié par rapport à la première analyse.



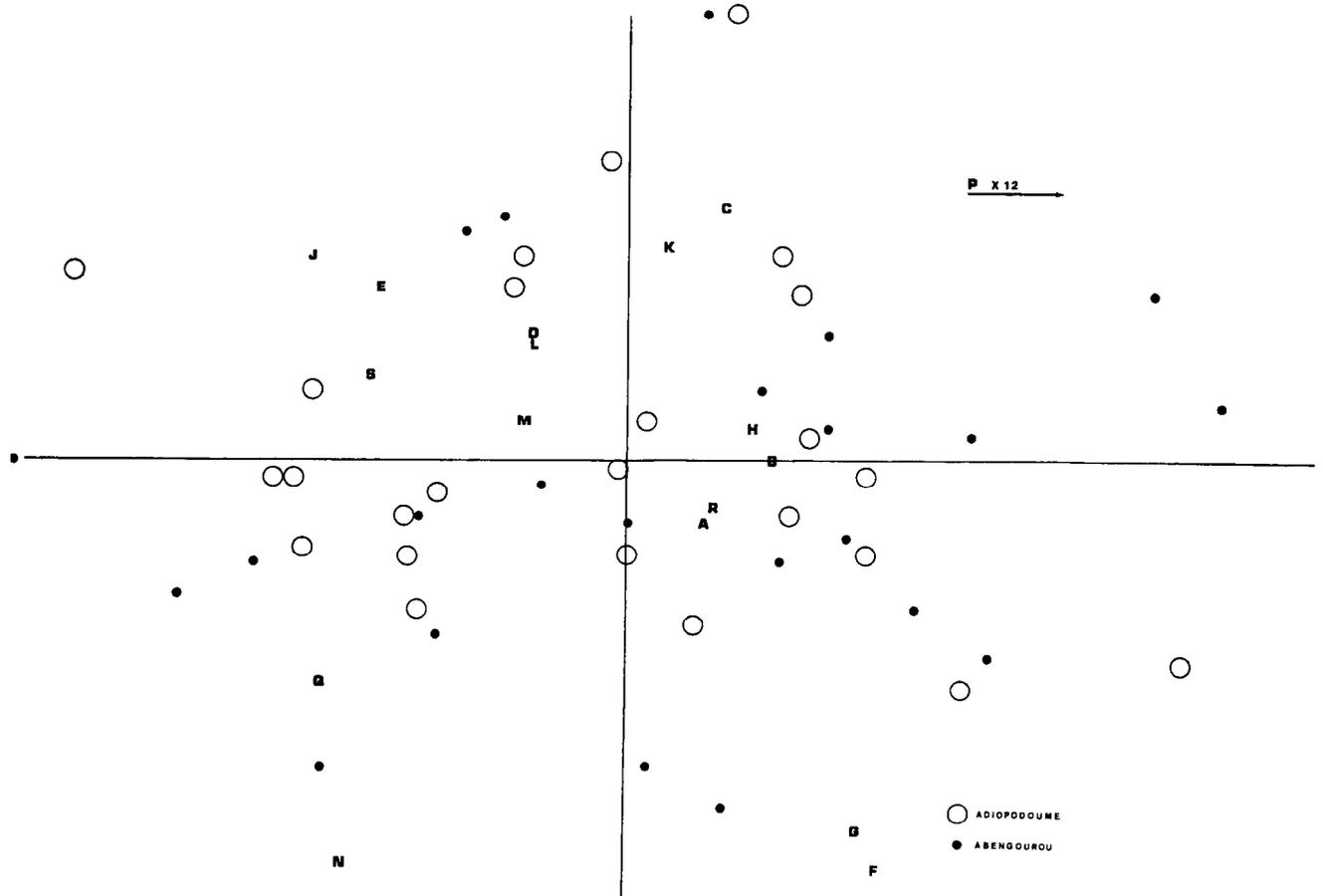
Graph. 1. — Données brutes. Toutes localités. Axes 1 et 2.



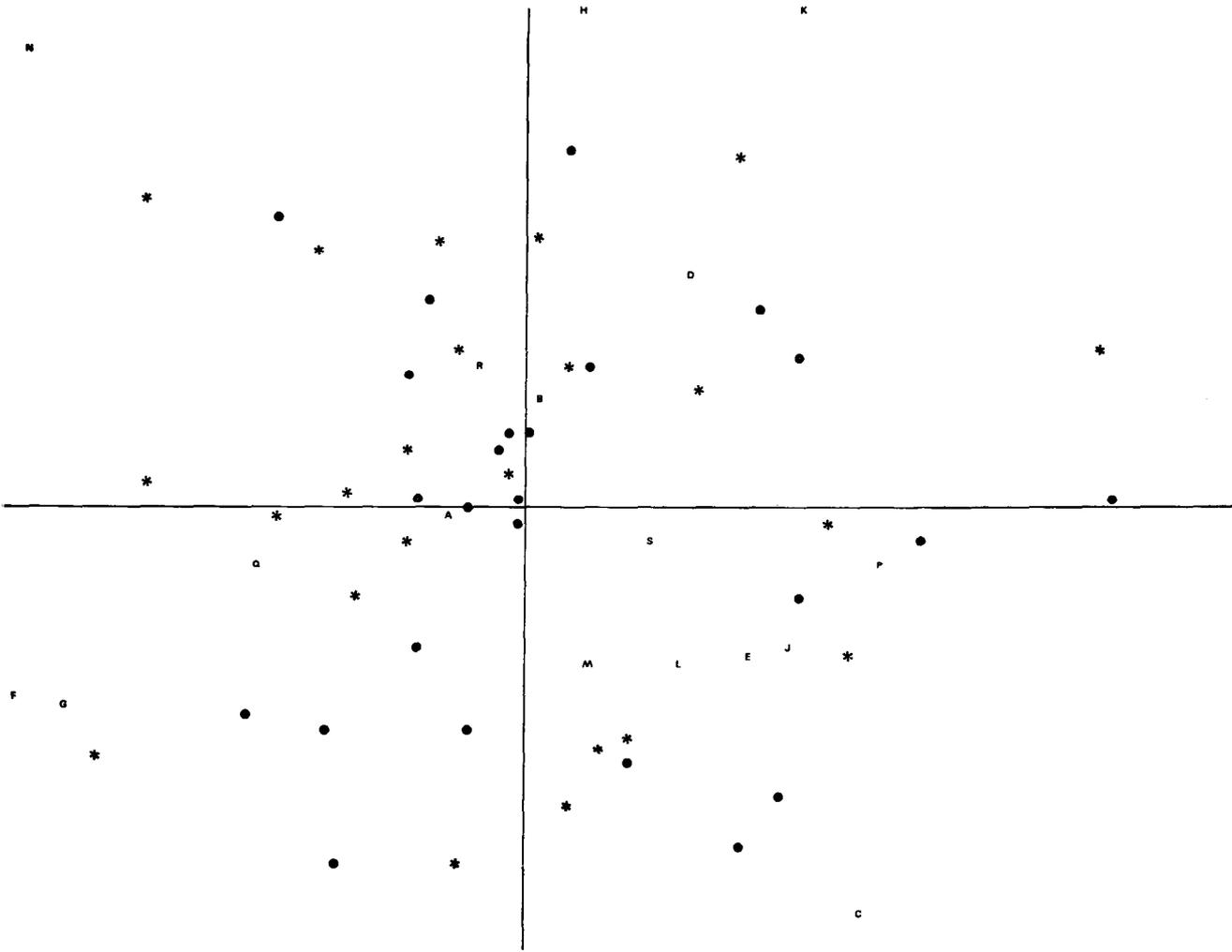
Graph. 2. — *Cricetomys*. Données brutes. Toutes localités. Axes 2 et 3. (22-1-71.) Même légende que graph. 1.



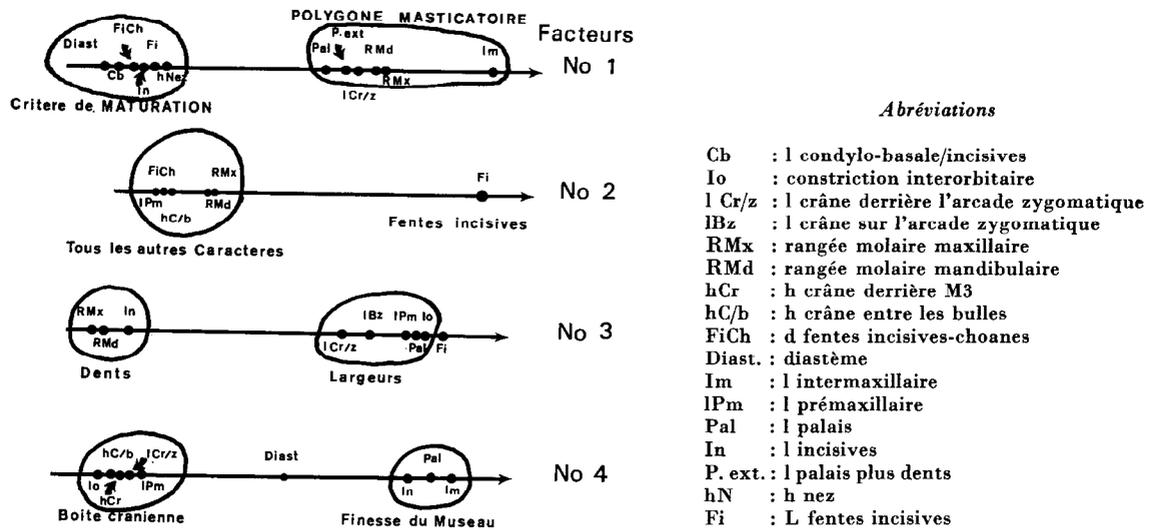
Graph. 3. — *Cricetomys*. Données brutes. Toutes localités. Axes 3 et 4. Même légende que graph. 1.



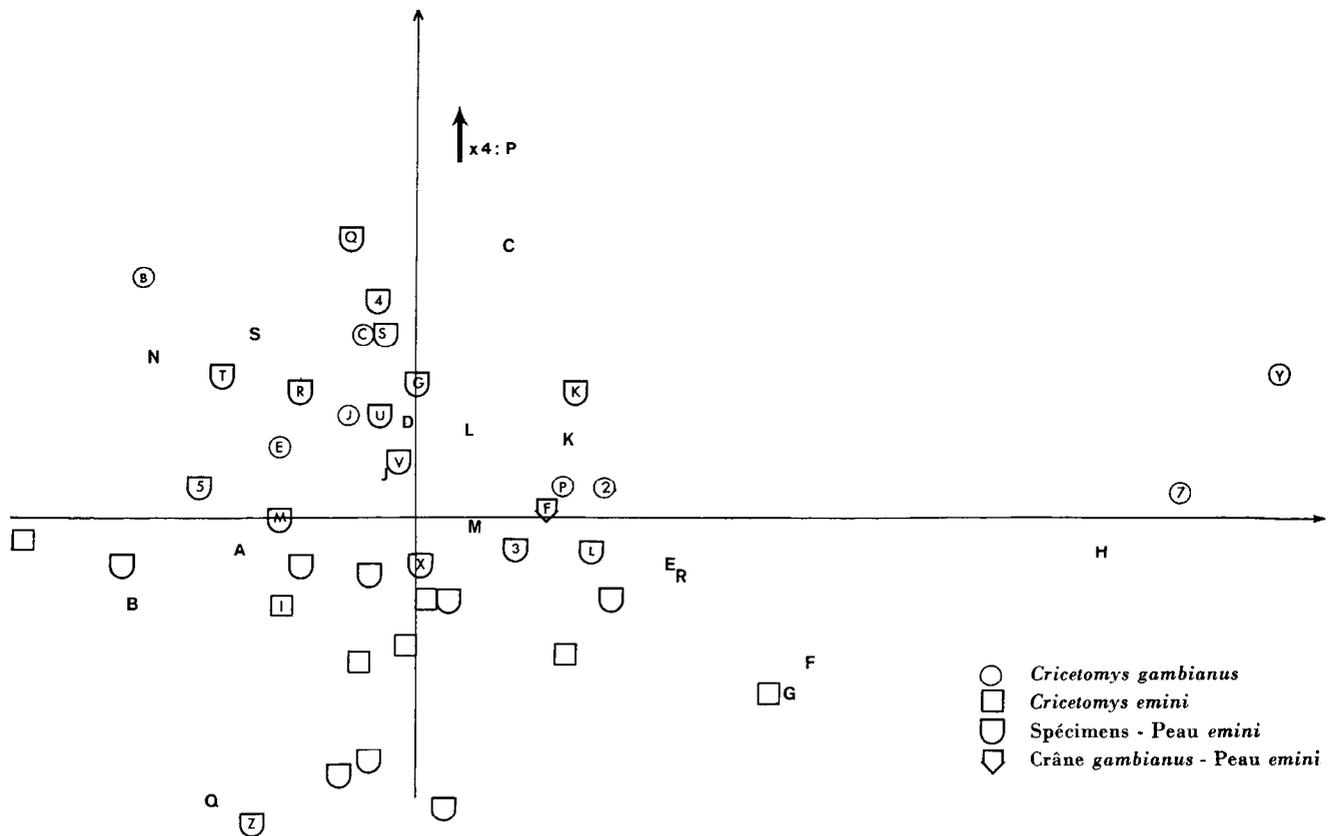
Graph. 4. — *Cricetomys*. Adiopodoumé-Abengourou. Données brutes. Axes 2 et 3. Même légende que graph. 1.



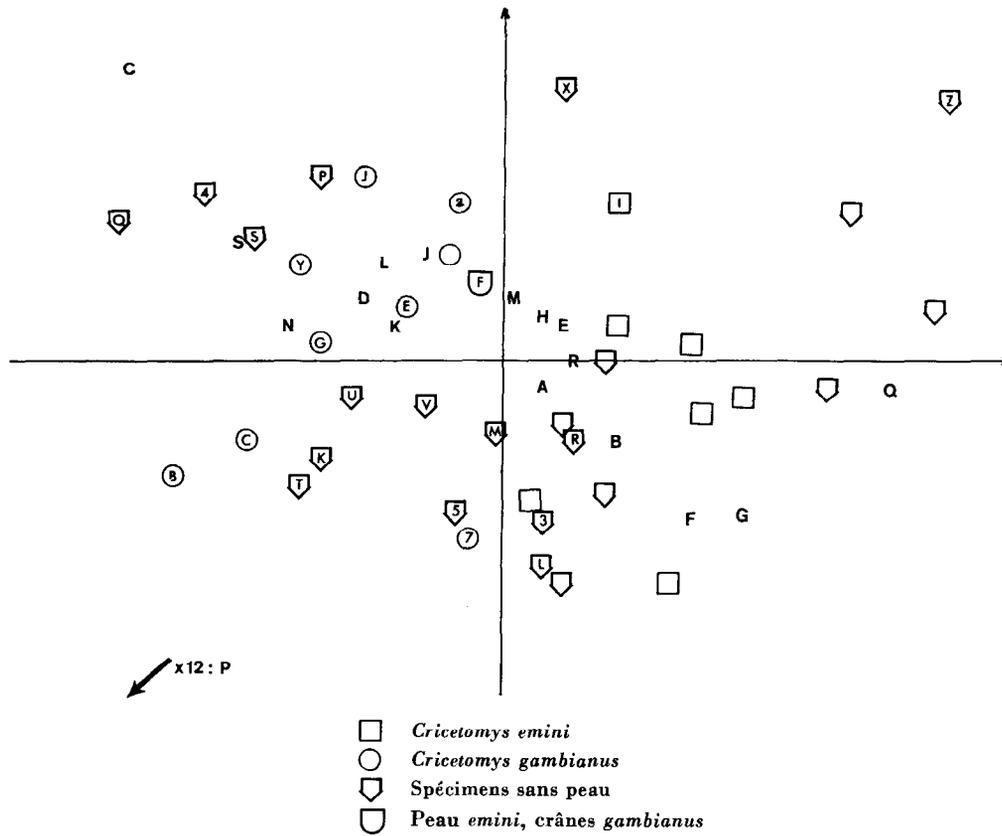
Graph. 5. — *Cricetomys*. Données brutes. Adiopodoumé-Abengourou. Axes 3 et 4. Même légende que graph. 1.



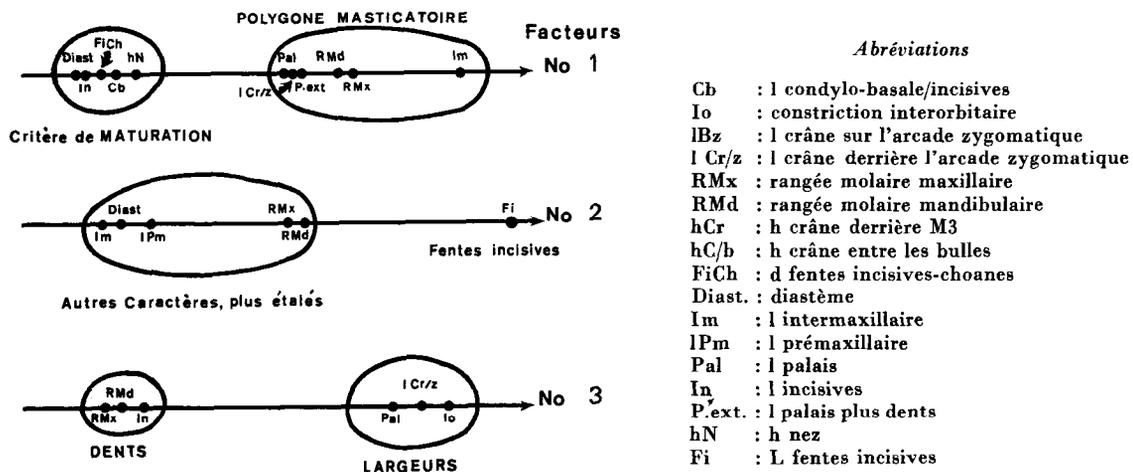
Graph. 6. — Forme du crâne de *Cricetomys emini*.



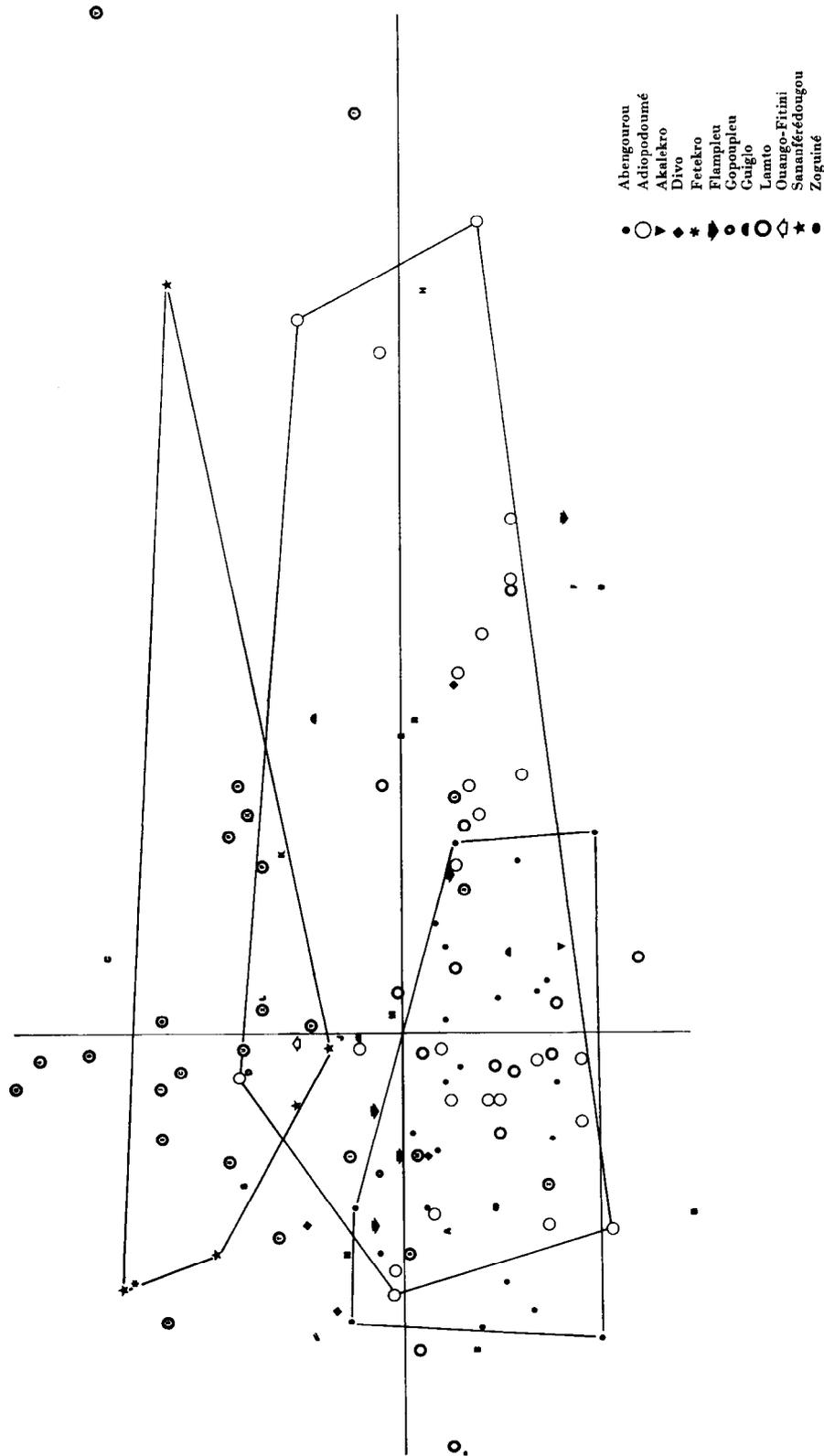
Graph. 7. — *Cricetomys* de LAMTO. Données brutes. Axes 1 et 2.



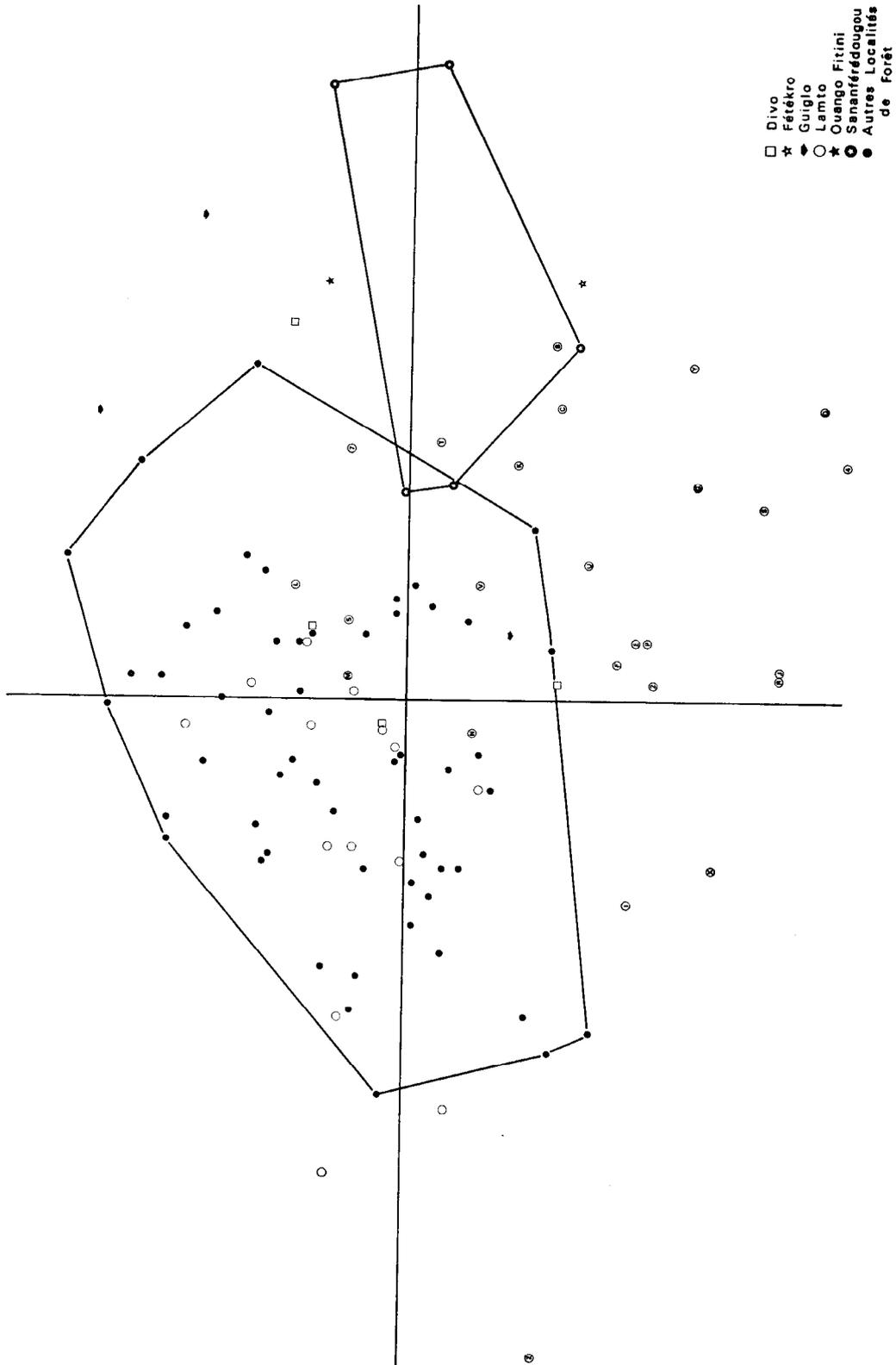
Graph. 8. — *Cricetomys* de LAMTO. Données brutes. Axes 2 et 3.



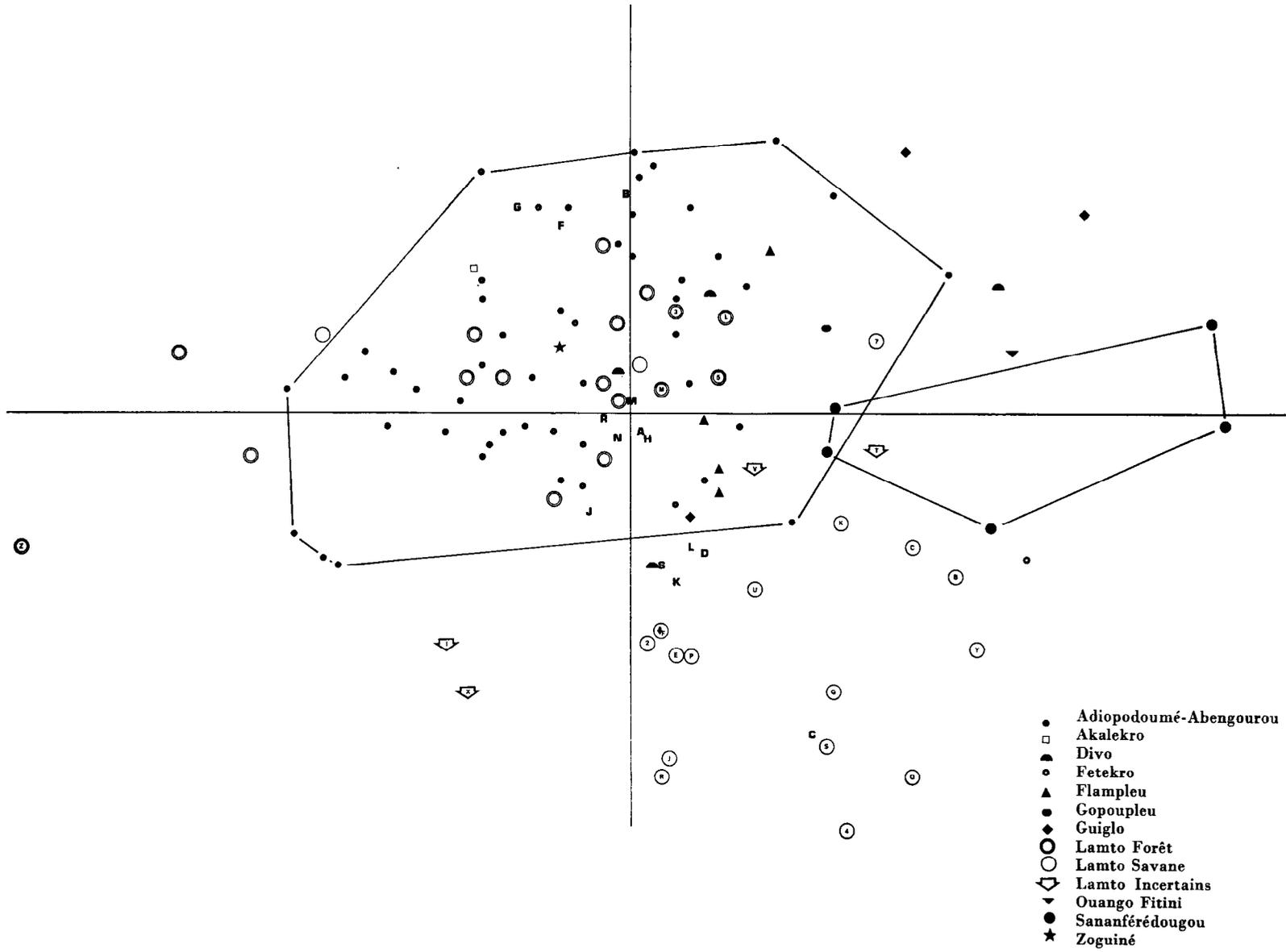
Graph. 9. — Forme du crâne chez *Cricetomys gambianus*.



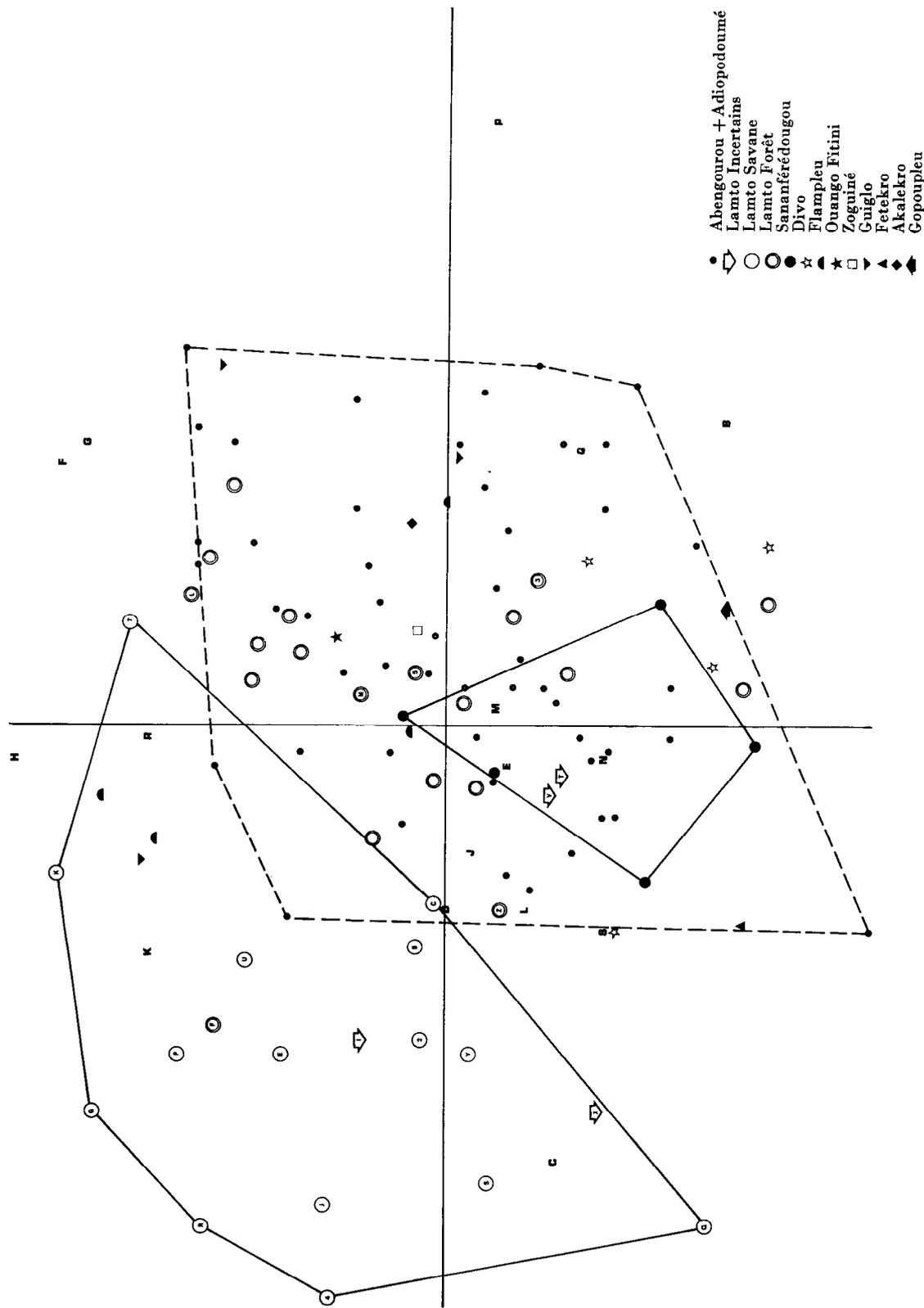
Graph. 10. — *Cricetomys*. Toutes localités. Données brutes après suppression du caractère Fi. Axes 1 et 2.



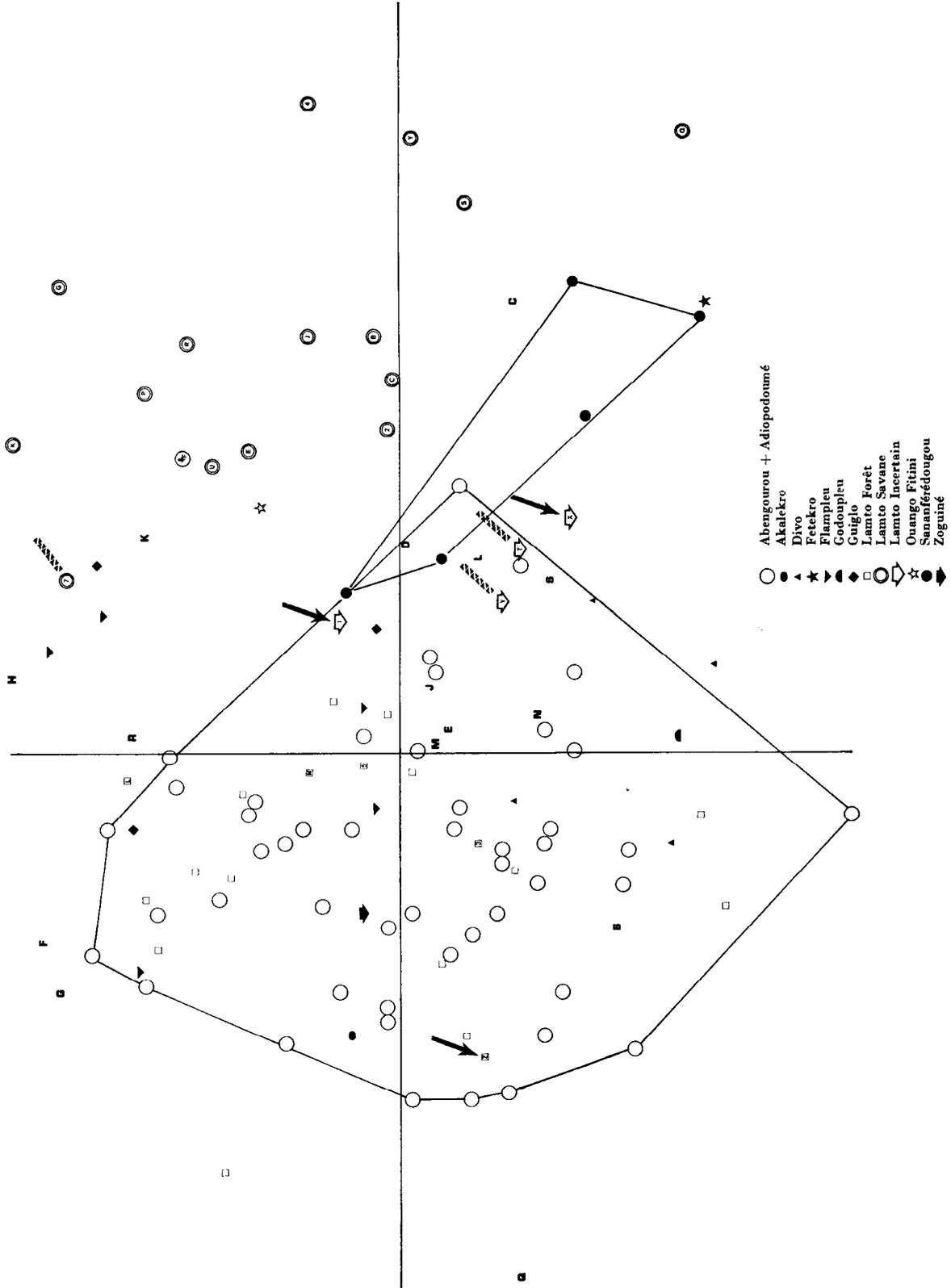
Graph. 11. — *Cricetomys*. Données transformées en proportion. Toutes localités. Axes 2 et 3.



Graph. 12. — *Cricetomys*. Données ramenées à une condylobasale moyenne par transformation allométrique. Toutes localités. Tous caractères. Axes 2 et 3.



Graph. 13. — *Cricetomys*. Données transformées par allométrie. Toutes localités. Tous caractères. Axes 3 et 4.



Graph. 14. — *Cricetomys*. Toutes localités. Données transformées par allométrie. Tous caractères sauf Co et Fi. Axes 1 et 2.

BIBLIOGRAPHIE

a) Concernant le genre *Cricetomys*, étudié au point de vue de la systématique classique : cette bibliographie est donnée de façon très complète dans l'article fondamental cité ci-dessous :

GENEST-VILLARD (H.), 1967 - Révision du genre *Cricetomys*. *Mammalia*, t. 31 : 390-455.

Il faut y ajouter :

ROSEVEAR (D. R.), 1969 - The Rodents of West Africa. Trustees of the British Museum (Natural History). London.

b) Concernant l'Analyse Factorielle des Correspondances : l'essentiel des publications et cours s'y rapportant peuvent être obtenus au Laboratoire de Statistique Mathématique, Tour 45, Faculté des Sciences, quai Saint-Bernard, Paris.

Citons principalement :

BENZÉCRI (J. P.) *et Coll.* - « L'analyse des données ». — Tome 1. La Taxinomie, 460 p. — Tome 2 : L'analyse des correspondances, 460 p. Parution : avril 1973, chez Dunod, Edit., 24-26, bd de l'Hôpital, Paris (5<sup>e</sup>).

BENZÉCRI (J. P.), 1963-1964 - Cours de Linguistique mathématique, 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> leçons. Multigr. Rennes.

BENZÉCRI (J. P.), 1968 - Leçons sur l'Analyse Factorielle et la reconnaissance des formes. Cours de 3<sup>e</sup> cycle. Multigr. Université de Paris.

BENZÉCRI (J. P.), 1968 - 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> leçons : Analyse Factorielle et Analyse Factorielle des Correspondances. Cours de Statistique Mathématique. Université de Paris. Multigr.

BENZÉCRI (J. P.), 1968 - La classification dans les Sciences de la Nature. Multigr.

BENZÉCRI (J. P.), 1970 - Problèmes et méthodes de la Taxinomie. *Rev. Stat. Appl.*, vol. XVIII, n<sup>o</sup> 4 : 73-98.

BENZÉCRI (J. P.), 1971 - Sur les Algorithmes de Classification. *Rev. Stat. Appl.*, vol. XIX, n<sup>o</sup> 1 : 17-26.

CORDIER (B.), 1965 - L'Analyse Factorielle des Correspondances. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle.

c) Concernant l'application de l'Analyse Factorielle des Correspondances à la biométrie des Rongeurs :

BELLIER (L.), 1971 - Etude de neuf lots de Souris blanches par la méthode de l'Analyse Factorielle des Correspondances. Rapport multigraphié. 9 pages.

BENZÉCRI (J. P.), 1970 - Sur le genre *Praomys* (II). (Réponse à une lettre de L. BELLIER.) Multigr. 9 pages.

CAZES (P.) et STEPAN (S.), 1971 - Le genre *Praomys* (III). (Réponse à une lettre de L. BELLIER.) Multigr. 10 pages.

LEBEAUX (M. O.), 1970 - Un exemple d'Analyse Factorielle de mensurations: l'étude de la forme du squelette de la tête chez *Praomys*. Multigr. 9 pages.

MULLER (J.), 1970 - Sur le genre *Cricetomys* (d'après les analyses faites sur les données publiées par Mme GENEST-VILLARD). Multigr. 9 pages.

d) Concernant l'Economie Ivoirienne :

BELLIER (L.) et LEFEVRE (Ch.), 1968 - Les Rongeurs nuisibles au cacao. Rapport multigraphié O.R.S.T.O.M.-I.F.C.C., 15 pages.