

A. DELOBEL

**Etude morphométrique de populations de la bruche de
l'arachide, *Caryedon serratus* (Ol.) au moyen de l'analyse
factorielle discriminante**

décembre 1992

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE

POUR LE DÉVELOPPEMENT

EN COOPÉRATION

ORSTOM

Antenne ORSTOM/ Museum National d'Histoire Naturelle
45 rue Buffon
75005 Paris

19 AVR. 1993

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 37630 ex1

Cote : B

M

P 38

Etude morphométrique de populations de la bruche de l'arachide, *Caryedon serratus* (Ol.) au moyen de l'analyse factorielle discriminante

A. DELOBEL

La bruche de l'arachide est originaire d'Afrique ou d'Asie; sa distribution paraît liée en premier lieu à celle du tamarinier (*Tamarindus indica*), répandu dans l'ensemble des zones tropicales et subtropicales. Elle s'est récemment adaptée par allotrophie à l'arachide et sa distribution actuelle est donc également liée à cette culture. En raison de la distribution discontinue de l'espèce, des **populations géographiquement isolées** existent en Afrique et ailleurs dans le monde (par exemple en Inde ou en Nouvelle-Calédonie). D'autre part, la plupart des auteurs s'accordent pour penser qu'il existe un certain degré d'isolement entre populations inféodées à des hôtes spécifiques; un cas particulier et assez bien étudié concerne l'arachide, hôte dont le cycle reproductif est très différent de celui des hôtes sauvages. Il existerait donc également des **populations liées à un hôte** ("host-races" ou biotypes au sens large). On conçoit aisément qu'un mode de lutte raisonnée (c'est à dire reposant sur d'autres voies que la destruction systématique des insectes par voie chimique) ne puisse se développer sans la connaissance du statut des populations auxquelles on a affaire. Prenons un exemple, celui des infestations primaires constituées par les oeufs déposés sur les gousses d'arachide peu de temps après la récolte, soit au cours du séchage, soit en tout début de stockage. Il importe de connaître le statut des femelles responsables de cette infestation primaire, car la prévention n'empruntera pas les mêmes voies selon qu'il s'agit d'insectes provenant de stocks anciens, d'hôtes sauvages, ou encore de femelles quiescentes. Inversement, les stocks d'arachide peuvent-ils être -et sont-ils effectivement- à l'origine de la réinfestation de certains hôtes sauvages à certaines périodes de l'année? Sur quelles distances une telle réinfestation est-elle possible? En un mot, la question est d'identifier les flux géniques entre les différentes populations observées en un lieu donné où coexistent des cultures d'arachide et plusieurs hôtes sauvages.

L'analyse morphométrique est, parmi les techniques permettant de caractériser des populations, celle qui est

la plus facile d'accès, mais c'est aussi la plus grossière.

MATERIEL ET METHODES:

Populations étudiées:

Trois populations ont été comparées à l'occasion de cette analyse: une population originaire du Congo (Bikouka), obtenue de gousses de l'hôte sauvage *Piliostigma thonningii* (Caesalpiaceae), notée **Tho**. Une population originaire du Niger (Niamey), obtenue en novembre 1991 de gousses d'arachide (*Arachis hypogaea*, Fabaceae) et multipliée sur cet hôte au laboratoire pendant 2 générations, notée **Hyl**. Une population originaire du Niger (Niamey), obtenue en novembre 1991 de gousses de l'hôte sauvage *Bauhinia rufescens* (Caesalpiaceae) et multipliée sur cet hôte au laboratoire pendant 2 générations, notée **Bau**. Tho comportant 26 individus, Hyl 30 individus, Bau 24 individus, l'analyse a porté sur 80 individus.

Choix des variables:

Nous avons choisi 25 variables mesurables avec un degré de précision raisonnable. Il s'agit essentiellement de longueurs de parties du corps de l'insecte. Les pièces concernées ont été dessinées grâce à une chambre claire montée sur une loupe binoculaire et sur un microscope (pour les pièces génitales) et leur dessin a été mesuré à l'aide d'un double décimètre. Les observations ont été réalisées sur des individus mâles tués dans un bocal à cyanure et soumis pendant 5 minutes à un passage dans une solution à 10% de potasse. Les spécimens sont alors lavés dans l'eau distillée et aussitôt disséqués pour procéder aux mensurations, chaque pièce étant soigneusement séparée des pièces voisines. Les 25 variables suivantes ont été mesurées:

Tête:

- longueur de l'antenne (lan)
- longueur du dernier article des palpes maxillaires (lpa)
- distance minimale entre les yeux, ventralement (dvy)
- distance minimale entre les yeux, dorsalement (lmf)
- largeur maximale de la tête (lmt)

Thorax:

- longueur du pronotum au centre (lop)
- largeur maximale du pronotum (lap)
- plus grande dimension du fémur 1 (lf1)
- plus grande dimension du tibia 1 (lt1)
- plus grande dimension du fémur 2 (lf2)
- plus grande dimension du tibia 2 (lt2)
- plus grande dimension du fémur 3 (lf3)
- plus grande dimension du tibia 3 (lt3)
- largeur du fémur 3 au niveau de la première dent, perpendiculairement à la plus

grande longueur (la3)
nombre de dents au fémur3 (den)
plus grande dimension de l'élytre (loe)
largeur maximale de l'élytre (lae)
plus grande dimension de la cellule radiale de l'aile postérieure (loc)
largeur maximale de la cellule radiale (lac)
longueur du sternum, du bord antérieur du mésosternum au bord postérieur du métasternum (ste)

Abdomen:

longueur du pygidium (pyg)
largeur du crochet principal de l'édéage (laA) (voir Fig. 1a)
hauteur du crochet principal (hCA)
longueur du crochet accessoire a (loa)
plus grande dimension du crochet C (hcC)

Le troisième sclérite (crochet B), plus faiblement sclérifié et dont les mensurations dépendent de la position sous la lamelle, n'a pas été utilisé (Fig. 1a).

Méthodes d'analyse:

Les analyses ont été effectuées grâce au logiciel Statitcf, 5ème version (Tomassone, 1988). L'analyse factorielle discriminante est une technique permettant d'assigner un individu dont l'origine est inconnue à une population donnée, pourvu que celle-ci ait été préalablement caractérisée par la même méthode. Dans un premier temps, un test de normalité des distributions des 25 variables dans l'ensemble des trois populations a été effectué en utilisant les valeurs des coefficients β_1 (de symétrie) et β_2 (d'aplatissement) de Pearson (Vessereau, 1960; Snedecor & Cochran, 1967). Ce test a mis en évidence l'absence de normalité de la distribution d'une seule variable, à savoir la largeur de l'élytre, lae. Une première analyse factorielle discriminante a été effectuée sur les 24 variables conservées. Cependant, l'utilisation de données brutes risquait de ne mettre en évidence que des différences phénotypiques, directement liées aux tailles moyennes respectives des trois populations. Une discrimination portant essentiellement sur la taille était d'autant plus probable que les populations provenaient d'hôtes différents, possédant a priori des qualités nutritionnelles différentes. Les données ont donc été soumises à une transformation utilisant le logarithme du rapport entre chaque mensuration et la mesure de la largeur du pronotum (lap), considérée comme variable de référence car significativement corrélée (coefficient de corrélation multiple = 0,950) avec la plupart des autres variables. Cette transformation a été proposée par de nombreux auteurs pour éliminer les inconvénients de l'utilisation de rapports entre variables, et plus spécifiquement par Hills (1978) dans le but de réduire l'effet "taille". Si elle résoud en partie le problème posé, elle n'est pas totalement satisfaisante sur le plan statistique (Sokal,

1965).

RESULTATS:

1. Mensurations brutes:

Un groupe de variables permet de séparer la population congolaise (ex *P. thoningii*) des deux populations nigériennes. Il s'agit de la distance séparant les yeux, ventralement (dvy) et dorsalement (lmf) (ces deux mesures variant en sens inverse l'une de l'autre), du nombre de dents au fémur postérieur (den), de la longueur du palpe maxillaire (lpa) et de la cellule de l'aile postérieure (lac), de la largeur du fémur postérieur (la3). Par contre, la longueur de l'antenne (lan) et celle du pygidium (pyg) permettent de séparer les populations nigériennes issues d'arachide et de *Bauhinia rufescens*. On note en outre que den et dvy présentent une forte corrélation négative avec la plupart des autres variables, ce qui fournit l'indication que plus la taille de l'insecte est faible, plus le nombre de dents portées par le fémur est élevé et plus les yeux sont écartés ventralement.

Les variables possédant globalement le plus fort pouvoir discriminant sont, par ordre de F décroissant, loa (F = 185,32), hca (64,47), hcC (51,07), lac (22,89), loc (18,75), pyg (18,33), la3 (17,87), lpa (17,43), dvy (15,68), laA (15,56). La probabilité de classement erroné par ces variables est inférieure à 0.001%. L'examen des corrélations entre variables et axes discriminants révèle que loa, lac, la3 et lt3 sont les quatre variables qui permettent de bien séparer la population congolaise des deux autres. Les populations nigériennes quant à elles sont séparées essentiellement par pyg. L'examen des corrélations totales entre variables montre que c'est la variable "lap" (largeur du pronotum) qui se trouve le mieux corrélée avec l'ensemble des autres variables.

Les distances de Mahalanobis entre populations sont les suivantes:

Tho - Hy1: 2,2724

Tho - Bau: 2,3636

Hy1 - Bau: 2,1537

Le taux de classement exact obtenu par cette première analyse est de 100% (Fig. 3).

2. Données transformées:

Le pouvoir discriminant de la plupart des nouvelles variables est inférieur à ce qu'il était précédemment; c'est la cas en particulier des mensurations des crochets du pénis. Par contre, sept variables ont amélioré leur pouvoir discriminant: pyg, lac, la3, den, lt3, lan, dvy. Les variables les plus efficaces sont les suivantes: loa (F = 104.56), lac (F = 34.75), pyg (F = 25.03), dvy (F =

21.80), la3 (F = 20.13), loc (F = 19.03), den (F = 9.30). L'examen des corrélations entre variables et axes discriminants (Fig. 2, b) montre que l'axe 1 (horizontal) permet de différencier Tho de l'ensemble Hyl + Bau principalement grâce aux variables lt1 (longueur des tibias antérieurs), loc (longueur de la cellule alaire), dvy (distance ventrale entre les yeux) et ste (longueur du sternum). L'axe 2 discrimine Hyl de Bau par pyg (longueur du pygidium) et lt2 (longueur du tibia intermédiaire). Les distances de Mahalanobis entre la population congolaise d'une part et les populations nigériennes d'autre part sont légèrement inférieures à ce qu'elles étaient avant transformation, tandis que la distance entre les deux populations nigériennes s'est accrue:

Tho - Hyl: 2,2696

Tho - Bau: 2,3472

Hyl - Bau: 2,1548

Le classement des 80 individus est légèrement moins bon que précédemment, puisqu'un insecte nigérien issu de *B. rufescens* (n° 63) se trouve classé parmi ceux issus d'*A. hypogaea*. Le taux de classement exact est de 98,8% (Fig. 4).

DISCUSSION

1. Méthodes employées:

La comparaison des Figures 2a et 2b montre que la transformation (logarithme du quotient par "lap") modifie profondément les niveaux de corrélation entre variables. La corrélation apparente de la plupart des variables est due en grande partie à un facteur commun qui est assimilable en première approximation à un facteur "taille"; ceci est particulièrement net pour les variables lac et la3. L'élimination de ce facteur se traduit par une diminution de la discrimination globale entre les trois populations, même si la distance entre les centres de gravité des deux populations nigériennes s'est très légèrement accrue.

2. Caractéristiques des populations étudiées:

Les trois populations sont nettement différenciées. Cependant, comme le révèle l'examen des distances de Mahalanobis entre centres de gravité, les deux populations de Niamey diffèrent entre elles bien moins qu'avec la population congolaise.

Ce sont tout d'abord, comme le révèle la comparaison entre les deux premières analyses, des facteurs associés à la taille qui distinguent les trois populations; d'une manière générale, la population congolaise est la plus grande, suivie de la population nigérienne issue d'arachide, la population issue de *B. rufescens* étant la

plus petite. Plus précisément, la population congolaise est caractérisée par son tibia postérieur plus long (2,017mm contre 1,997 chez Hyp et 1,982 chez Bau), son fémur postérieur plus large (1,189mm contre 1,092 chez Hyp et 1,083 chez Bau) et plus long (2,473mm contre 2,389 chez Hyp et 2,362 chez Bau), son pronotum plus large (2,015mm contre 1,970 chez Hyp et 1,920 chez Bau), sa cellule radiale plus large (0,230mm contre 0,197 chez Hyp et 0,205 chez Bau). Le palpe maxillaire est également plus long au Congo (0,301mm contre 0,277 au Niger).

Le facteur taille intervient certes dans la différenciation entre populations, mais il est loin d'être le seul. En effet, l'analyse des données transformées montre qu'une fois éliminé le facteur taille, cinq caractères principaux permettent de différencier les trois populations étudiées: loa, lan, lt3, pyg et den. En simplifiant, on peut dire qu'à taille égale, la population congolaise possède des antennes plus courtes, un nombre de dents fémorales plus faible (10 en moyenne contre 10,60 et 10,46 au Niger sur arachide et *Bauhinia*, respectivement), un crochet accessoire plus long que les populations nigériennes. La population nigérienne issue de l'arachide possède un pygidium plus allongé, un tibia postérieur plus court et un crochet accessoire beaucoup plus long que celle issue de *B. rufescens*. Les autres variables n'interviennent que dans une moindre mesure dans la discrimination.

Les dimensions des crochets de l'édéage sont fortement influencées par la taille de l'insecte: les plus grands insectes sont dotés de plus grands crochets. Mais, d'une manière générale, la forme des crochets paraît extrêmement stable au sein de l'espèce. Seul le crochet accessoire (a) présente un pouvoir discriminant élevé, chacune des trois populations ayant, à taille égale, une longueur de crochet qui lui est caractéristique. En revanche, le nombre de crochets de l'édéage paraît tout à fait caractéristique de l'espèce. C'est ainsi que *Caryedon palaestinus* Southgate, d'abord considéré comme une sous espèce de *serratus* en raison de sa quasi-identité morphologique avec cette espèce (Southgate, 1976), possède 5 paires de crochets (Fig. 1b). Il s'agit bien d'une espèce distincte, caractérisable également par son régime alimentaire et certains détails de sa morphologie larvaire (Pfaffenberger, 1984). *Caryedon congense* Decelle, espèce proche de *C. serratus* et inféodée comme elle à la Césalpiniacée *Piliostigma thonningii*, présente 6 paires de crochets (Fig. 1c).

L'analyse morphométrique apporte un nouvel argument en faveur de l'existence de populations distinctes, relativement isolées.

CONCLUSION

Nous n'avons pas recherché le nombre minimal de variables permettant une discrimination correcte entre populations. En effet, le pourcentage de "bien classés" obtenu par l'AFD doit être considéré comme une surévaluation (Tomassone, 1988). De plus, l'extension future à d'autres populations impose de garder un maximum de variables. L'analyse factorielle discriminante se révèle de mise en oeuvre aisée, ne nécessite que des instruments d'optique normalement présents au laboratoire. Sa reproductibilité est bonne; elle peut mettre en oeuvre des instruments différents, non calibrés puisque ce sont des rapports de longueur qui sont utilisés. Enfin, l'utilisation du sexe mâle permet de conduire l'analyse morphométrique tout en poursuivant l'élevage de la population sans interruption, les mâles étant sacrifiés dès le lendemain de l'accouplement.

BIBLIOGRAPHIE

- Hills M. (1978). On ratios - A response to Atchley, Gaskins, and Anderson. *Syst. Zool.* 27: 61-62.
- Pfaffenberger G.S. (1984). Description of first instar larva of *Caryedon palaestinus* Southgate, new status. *Coleopt. Bull.* 38: 220-226.
- Snedecor G.W., Cochran W.G. (1967). *Statistical methods*. Sixth Edition. Iowa State Univ. Press, Ames: 593 p.
- Southgate B.J. (1976). A new subspecies of *Caryedon* from the Middle East. *Israel J. Zool.* 25: 194-198.
- Tomassone R. (1988). Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle discriminante ? I.T.C.F., Paris: 56 p.
- Vessereau A. (1960). *Méthodes statistiques en biologie et en agronomie*. Baillièrre et Fils, Paris: 539 p.
- Yoccoz N.G. (1988). Le rôle du modèle euclidien d'analyse des données en biologie évolutive. Thèse Univ. Cl. Bernard, Lyon: 2** p.

Fig. 1. - Principaux sclérites du sac interne de l'édéage dans le genre *Caryedon*: a - *C. serratus* Olivier; b - *C. palaestiticus* Southgate; c - *C. congense* Decelle.

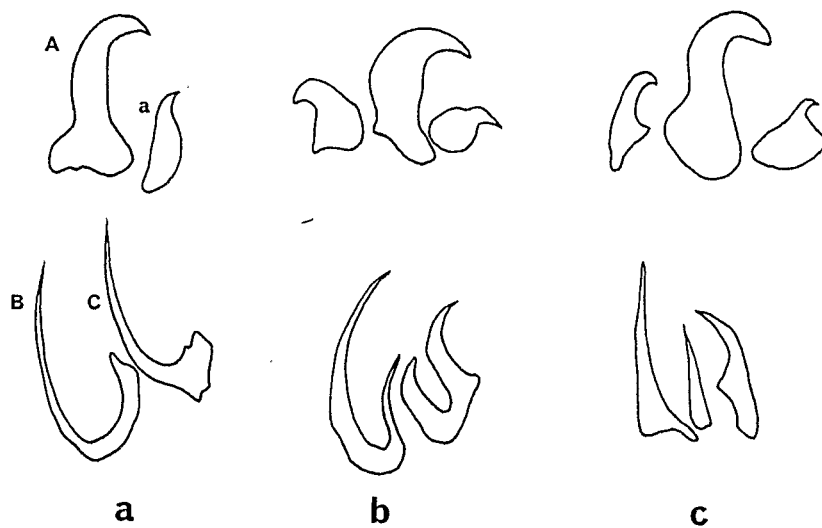


Fig. 2. - Cercle des corrélations entre variables: a - données brutes; b - données transformées.

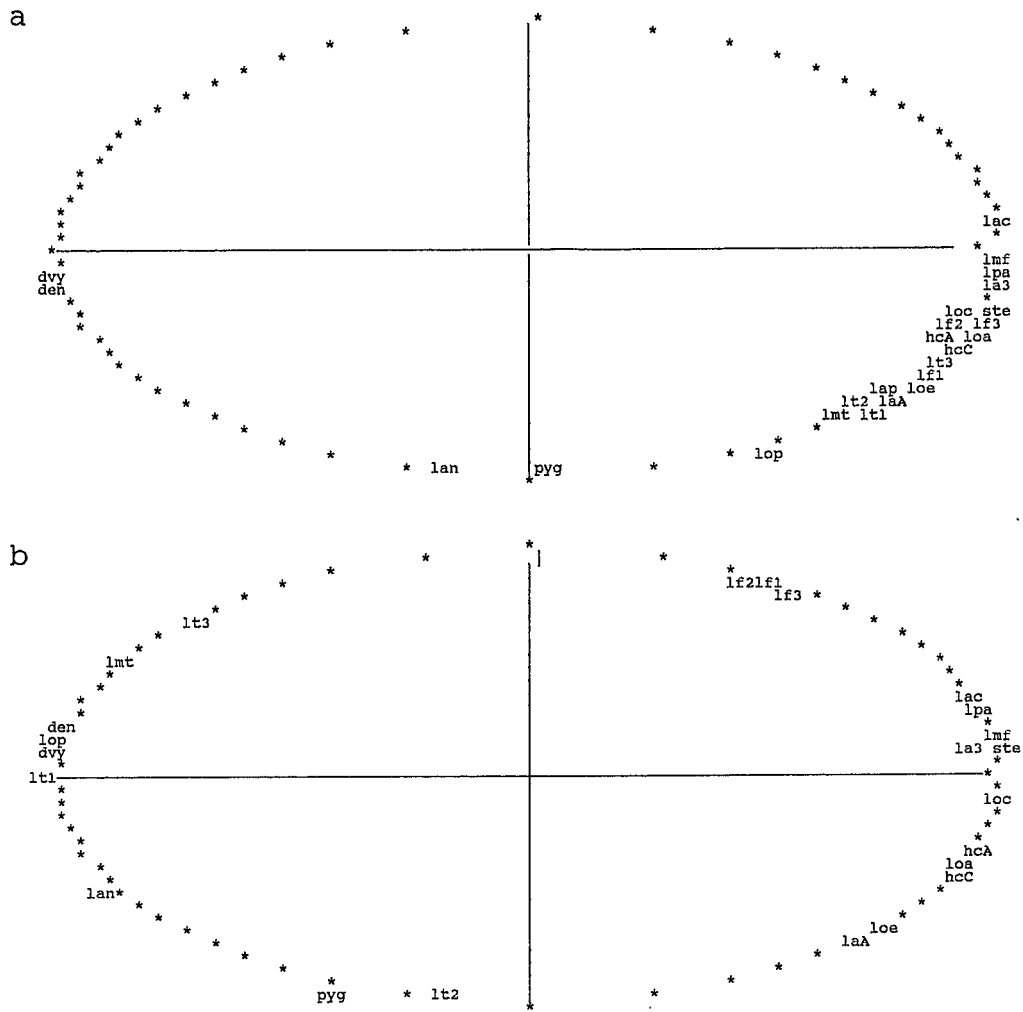


Fig. 3. - Représentation graphique des individus (données non transformées). Tho: populations congolaise issue de *P. thonningii*; Hyp: population nigérienne issue d'*A. hypogaea*; Bau: population nigérienne issue de *B. rufescens*.

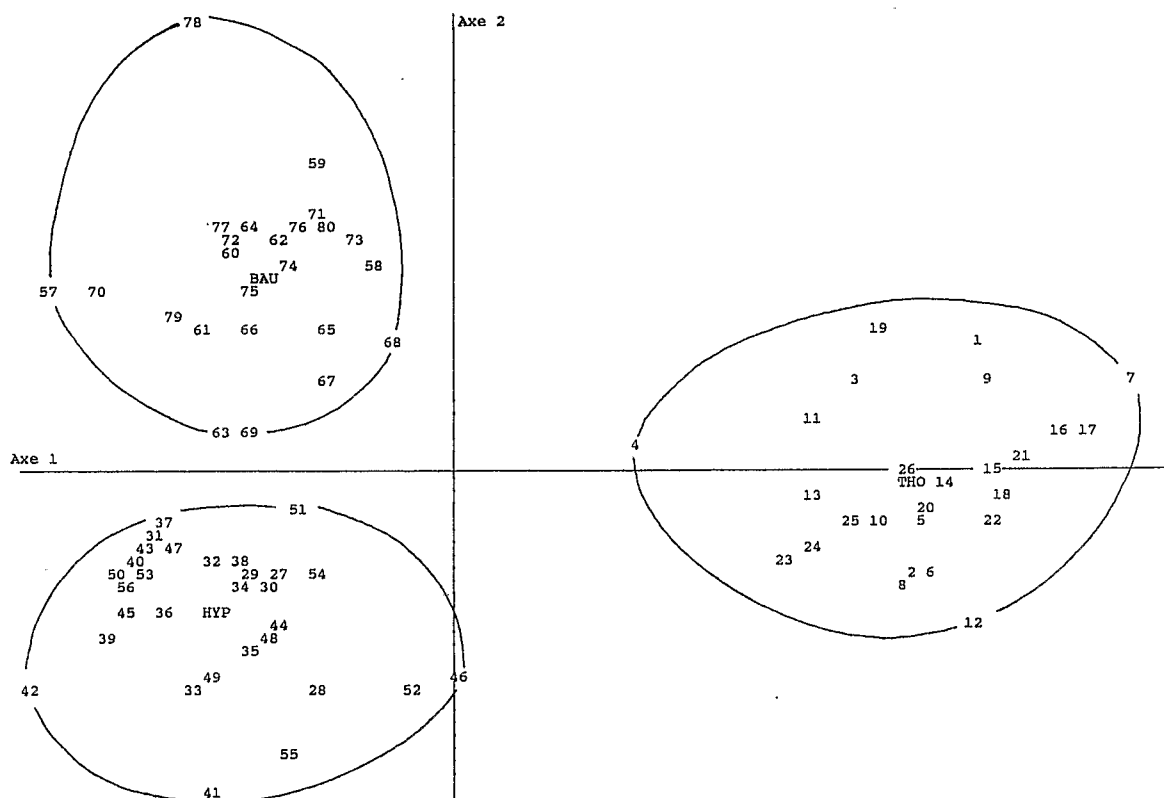


Fig. 4. - Représentation graphique des individus après division par la variable de référence lap et transformation logarithmique.

