

Article de recherche

Etude biométrique de colonies d'abeilles d'Espagne et du Portugal

J.M. Cornuet et J. Fresnaye

Station de zoologie et d'apiculture, INRA, 84140 Montfavet, France

(reçu le 25-1-1988, accepté le 12-6-1988)

Résumé — Une étude biométrique réalisée sur 25 colonies espagnoles provenant des régions de Saragosse, Soria, Oviedo, Madrid et Grenade et 4 colonies de la région de Lisbonne ont permis d'établir les caractéristiques morphologiques de la race *iberica*. Elle a montré l'existence d'une différenciation à l'intérieur de cette race, qui se manifeste par un gradient nord-sud pour la longueur de la langue et des poils. Ce gradient n'est que l'expression locale d'une branche évolutive de l'espèce qui relie les races nord-africaines (*sahariensis*, *intermissa*, *major*) à la race *mellifica*.

***Apis mellifica iberica* — biométrie — Espagne — Portugal**

Summary — **Biometrical study of honey bee populations from Spain and Portugal.** A sample of workers was taken from 29 colonies belonging to 7 apiaries in various places from the Iberic Peninsula (Fig. 1). Around 24 workers from every colony were individually measured for the six following usual characters : width of the yellow strip on tergite 2, length of hairs on tergite 5, width of tomentum on tergite 4, length of proboscis and wing veins A and B of the cubital index according to Fresnaye's (1981) technique.

Three distinct groups appear :

- colonies from North and East of Spain : Zaragoza, Soria, Valencia and Oviedo;
- colonies from Madrid and Lisboa;
- colonies from Malaga.

This discrimination is mainly based upon two characters for which there is a clear North-South gradient : length of proboscis and hair length. In Northern Spain, proboscis length is shorter (6.6 mm) and hairs are longer (0.32 to 0.38 mm) than in the South (proboscis : 6.87 mm, hairs : 0.27 mm), while the central region (Madrid and Lisboa) yields intermediate values.

Actually, this gradient extends outside the boundaries of Spain, since there is continuous variation in both characters, ranging from *sahariensis* in Morocco to *mellifera* north of France. This observation supports Ruttner et al.'s (1978) hypothesis that the North-African races, *iberica* and *mellifera* are phylogenetically linked and form an evolutionary branch of the *Apis mellifera*.

honey bee populations from Spain and Portugal — biometrical study

Zusammenfassung — **Biometrische Analyse von Populationen der Honigbiene aus Spanien und Portugal.** Aus 29 Völkern von 7 Bienenständen in verschiedenen Gebieten der iberischen Halbinsel (Abb. 1) wurden Proben von etwa 24 Arbeitsbienen entnommen und einzeln auf folgende 6 Merkmale hin untersucht : Breite des gelben Streifens auf Tergit 2, Länge des Überhaars auf Ter-

git 5, *Breite der Tomentbinde auf Tergit 4, Rüssellänge und Länge der Adern A und B des Cubital-Index (gemäß Fresnaye, 1981).*

Drei distinkte Gruppen wurden gefunden :

- im Norden und Osten Spaniens : Zaragoza, Soria, Valencia und Oviedo;
- Madrid und Lissabon;
- Malaga

Die Diskrimination beruht hauptsächlich auf 2 Eigenschaften, die ein klares Nord-Süd-Gefälle zeigen : die Rüssellänge und die Länge des Überhaars. In Nordspanien ist der Rüssel kürzer (6.6 mm) und das Haar länger (0.32—0.38 mm) als im Süden (Rüssel : 0.87 mm; Haar : 0.27 mm), im Zentrum (Madrid und Lissabon) findet man intermediäre Werte.

Eigentlich erstreckt sich dieser Gradient über die iberische Halbinsel hinaus, da es eine kontinuierliche Änderung dieser beiden Eigenschaften von Apis mellifera sahariensis in Marokko bis zu Apis mellifera mellifera im Norden Frankreichs gibt. Diese Beobachtung deckt sich mit der Hypothese von Ruttner et al. (1978), daß die nordafrikanischen Rassen A. mellifera iberica und A. mellifera mellifera phylogenetisch verbunden sind und einen Zweig in der Evolution der Art Apis mellifera darstellen.

A. mellifera iberica — A. mellifera sahariensis — A. mellifera mellifera — biometrische Studie

Introduction

Depuis les travaux de Goetze (1964), les populations d'abeilles (*Apis mellifica* L.) de la péninsule Ibérique sont considérées comme constituant la race *iberica*. Par sa situation géographique et par ses caractéristiques morphologiques, les spécialistes (Goetze, 1964; Ruttner, 1973; Ruttner et al., 1978) pensent que cette race constitue un intermédiaire entre *mellifica* et *intermissa*. Toutefois, les données biométriques sur les populations d'Espagne et du Portugal, qui permettraient de caractériser leur morphologie et d'étayer l'hypothèse précédente, sont encore très peu nombreuses. En plus des travaux cités ci-dessus, l'étude la plus poussée a été celle de Santiago et al. (1986). Ces auteurs ont utilisé la technique de Dupraw (1965) pour tenter de discriminer les populations situées de part et d'autre de la cordillère Cantabrique.

Il nous a donc semblé intéressant de rassembler les données biométriques, récoltées depuis 1980 et dont une partie a déjà été intégrée à des publications (Cornuet et al., 1981; Cornuet et al., sou-

mis), afin de répondre aux trois questions suivantes :

- existe-t-il une différenciation intraraciale chez *iberica* comme cela a été mis en évidence chez *mellifica* en France (Cornuet et al., 1975) ?
- si la réponse à la première question est positive, quelles sont les caractéristiques morphologiques des différentes populations ainsi discriminées ?
- en quoi nos données biométriques permettent-elles de préciser la question des éventuelles relations phylétiques entre les abeilles d'Afrique du Nord, d'Espagne et du Portugal, de France ?

Matériel et Méthodes

Echantillonnage

Le prélèvement des premiers échantillons d'Espagne s'est fait lors d'une tournée qui a eu lieu en novembre 1980. La Figure 1 illustre la répartition géographique des sites de prélèvements d'abeilles. Sur chaque site, de 2 à 7 colonies, dépendant du même rucher (sauf à Valence où 2 ruchers ont été visités), ont été échantillonnées, ce qui représente un total de 22 colonies.

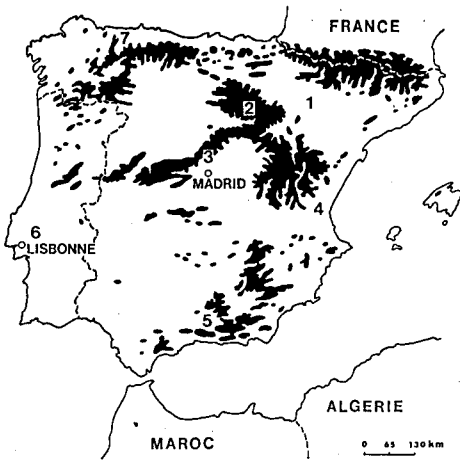


Fig. 1. Origine géographique des échantillons (1 : Zaragoza, 2 : Soria, 3 : Madrid, 4 : Valencia, 5 : Granada, 6 : Lisboa, 7 : Oviedo). En gris, zones d'altitude supérieure à 1 000 m.

A l'exception de Valence, les ruchers appartenant à des apiculteurs ne transhumant pas leurs colonies.

Les ouvrières ont été prélevées à l'intérieur des ruches en secouant un cadre ou le couvre-cadre au-dessus d'un entonnoir (Fresnaye, 1981) fixé sur une cagette grillagée contenant du candi. Elles ont été rapportées vivantes au laboratoire où elles ont été transvasées dans un congélateur à -20°C dans l'attente d'être mesurées.

A l'échantillon précédent s'ajoutent 2 échantillons prélevés selon une méthode analogue par des collègues espagnols et portugais : 4 colonies originaires de la région de Lisbonne et 3 colonies de la région d'Oviedo.

Caractères morphologiques et méthodes de mesure

Les mesures, effectuées sur les ouvrières, portent sur les six caractères habituels, décrits en détail par Fresnaye (1981) :

- "coloration" : largeur de la bande jaune sur le deuxième tergite abdominal;
- "pilosité" : longueur moyenne des poils sur le cinquième tergite abdominal;
- "tomentum" : largeur de la bande tomenteuse sur le quatrième tergite abdominal;

- "langue" : longueur de la langue;
- "index-A" et "index-B" : longueur des 2 nervures A et B de l'index cubital.

Les 4 premières mesures sont effectuées à l'aide d'un stéréomicroscope muni d'un micromètre oculaire. Les nervures alaires des ailes montées entre lame et lamelle sont mesurées par projection sur un écran. Entre 20 et 24 abeilles ont été mesurées par colonie.

Méthodes statistiques

La structure de l'échantillon liée à une éventuelle différenciation géographique ainsi que sa position par rapport à des échantillons de référence ont été étudiées à l'aide d'analyses factorielles discriminantes (Cornuet *et al.*, 1978; Cornuet *et al.*, 1982). Ces analyses ont pour but de disperser au maximum les points moyens de groupes prédéfinis en prenant comme axes des combinaisons (linéaires) des variables initiales qui rendent maximal le rapport entre la variance intergroupes et la variance moyenne intragroupe. Par conséquent, l'observation élémentaire et le niveau de regroupement de ces observations varient en fonction du but recherché. S'il s'agit simplement d'examiner la dispersion des colonies de l'échantillon, l'abeille est considérée comme l'individu et la colonie comme le groupe. Si l'on cherche, en revanche, à discriminer au maximum des groupes de colonies d'origines géographiques différentes, l'observation élémentaire sera la colonie, les colonies étant regroupées par localité ou région.

Pour la représentation des populations sur les plans issus de ce type d'analyse, nous avons recours aux ellipses de confiance (Cornuet, 1981). Les différentes populations sont caractérisées par les moyennes et écarts types des différents caractères. L'écart type utilisé est la racine carrée du carré moyen résiduel dans l'analyse de variance qui permet de comparer les moyennes des colonies d'une population (écart type résiduel ou écart type intra).

Résultats

Différenciation géographique

La Figure 2 représente la projection des points moyens des colonies sur le premier

plan d'une analyse factorielle discriminante effectuée sur 676 abeilles regroupées en 29 colonies. Les colonies sont repérées par le numéro de leur site de prélèvement. De plus, ont été représentées les ellipses de confiance (niveau 0,75) des populations de chaque site. Il apparaît une nette différenciation en plusieurs groupes :

— un premier groupe comprend les colonies du Nord et de l'Est de l'Espagne : Saragosse, Soria et Valence. A ce groupe se rattachent 2 des 3 colonies d'Oviedo;

— un second groupe rassemble les colonies du Centre et de l'Ouest de la péninsule Ibérique : Madrid et Lisbonne;

— les colonies de Grenade, assez proches des colonies précédentes, s'en individualisent suffisamment pour qu'on soit tenté d'en faire un troisième groupe.

En fait, les 3 groupes précédents apparaissent beaucoup plus nettement sur la Figure 3, issue d'une analyse factorielle discriminante dans laquelle les colonies, considérées comme individus, ont été regroupées par site. L'analyse de

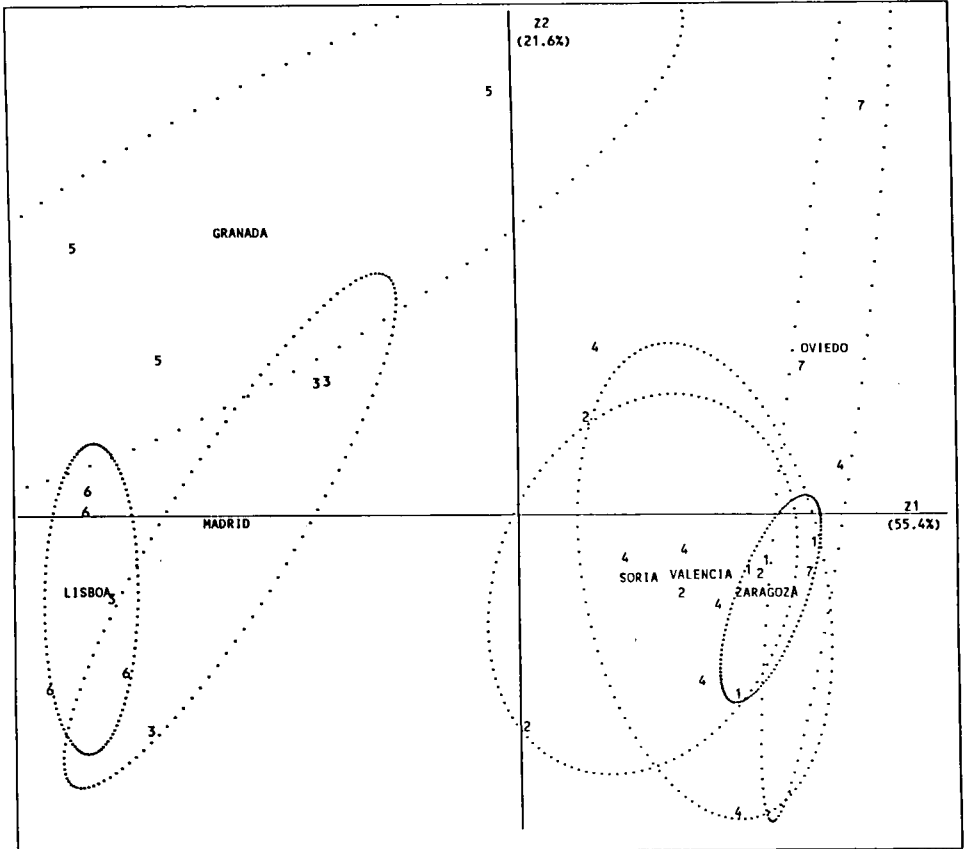


Fig. 2. Analyse factorielle discriminante (676 abeilles regroupées en 29 colonies). Projection sur le plan des points moyens des colonies Z_1Z_2 , repérées par leur numéro de site. Représentation des ellipses de confiance (niveau 0,75) pour les 7 sites de prélèvement.

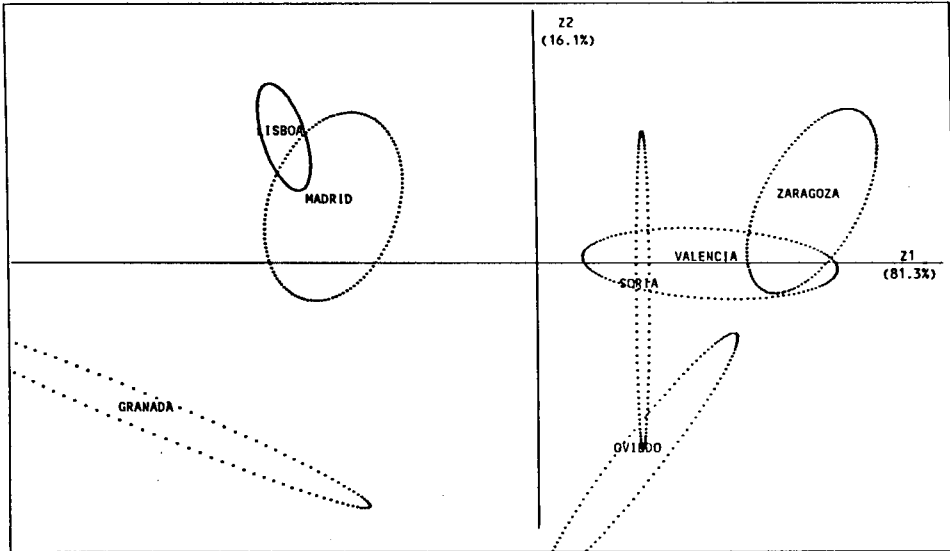


Fig. 3. Analyse factorielle discriminante (29 colonies regroupées en 7 régions). Représentation des ellipses de confiance (niveau 0,75) de chaque région.

variance associée indique que les 3 variables dont les moyennes diffèrent significativement entre les 7 populations sont par ordre d'importance décroissant : la pilosité ($F=15,4$), la longueur de la langue ($F=11,7$) et la coloration ($F=3,33$). Il n'est donc pas étonnant de constater que les 2 premiers caractères jouent un rôle majeur dans l'axe Z_1 . Pour le second axe, les coefficients les plus importants concernent la coloration puis la nervure A de l'index cubital.

Caractérisation morphologique des populations

Le Tableau I fournit les valeurs moyennes des 6 caractères mesurés pour les différents sites échantillonnés, ainsi que la moyenne générale. La race *iberica* est une abeille noire, présentant une pilosité et un tomentum moyens et une langue assez longue. Son index cubital moyen est voisin de 1,8. En fait, ces résultats moyens ne doivent pas cacher une varia-

bilité importante qui se manifeste au long d'un gradient orienté approximativement selon un axe sud ouest-nord est. Les abeilles du sud ont une pilosité courte (0,27 mm) et une langue assez longue (6,87 mm). Celles du nord ont une pilosité plus longue (0,32 à 0,38 mm) et une langue plus courte (autour de 6,6 mm). Bien que les différences ne soient pas significatives, on retrouve une variation parallèle du tomentum qui est large au sud (0,71 mm) et se rétrécit progressivement en allant vers le nord. Par contre, les variations de la coloration (significative) et des nervures cubitales (non significatives) présentent un caractère aléatoire.

Relations avec les abeilles françaises et marocaines

Pour visualiser une éventuelle relation entre les populations d'abeilles de ces 3 pays, une analyse factorielle discriminante a été effectuée sur les 29 colonies mesurées dans ce travail auxquelles ont

Tableau I. Moyennes (écarts types) des caractères morphologiques.

Site	Couleur	Pilosité	Tomentum	Langue	Index-A	Index-B
Zaragoza (1)	0,224 (0,084)	0,356 (0,032)	0,662 (0,058)	6,546 (0,091)	0,487 (0,034)	0,277 (0,021)
Soria (2)	0,211 (0,099)	0,320 (0,050)	0,670 (0,052)	6,587 (0,103)	0,519 (0,041)	0,284 (0,021)
Madrid (3)	0,243 (0,102)	0,242 (0,041)	0,689 (0,051)	6,727 (0,087)	0,501 (0,034)	0,272 (0,022)
Valencia (4)	0,170 (0,069)	0,336 (0,039)	0,679 (0,051)	6,571 (0,087)	0,489 (0,040)	0,281 (0,022)
Granada (5)	0,197 (0,064)	0,267 (0,034)	0,708 (0,058)	6,869 (0,108)	0,515 (0,038)	0,282 (0,020)
Lisboa (6)	0,273 (0,076)	0,210 (0,029)	0,689 (0,059)	6,734 (0,095)	0,497 (0,042)	0,265 (0,020)
Oviedo (7)	0,133 (0,062)	0,378 (0,050)	0,657 (0,053)	6,661 (0,107)	0,511 (0,044)	0,288 (0,027)
Moyenne	0,206 (0,081)	0,304 (0,040)	0,679 (0,054)	6,654 (0,095)	0,500 (0,039)	0,278 (0,022)

été ajoutées 28 colonies provenant de différentes régions de France (Cornuet *et al.*, 1975) et appartenant à la race *mellifica* d'une part, et 61 colonies marocaines (Cornuet *et al.*, soumis) représentant les races *intermissa* (27 colonies), *sahariensis* (17 colonies) et *major* (17 colonies). Les caractères morphologiques utilisés ont été les mêmes que précédemment, à l'exception de la couleur dont la présence masque généralement les proximités phylogénétiques réelles entre races (Gadbin *et al.*, 1979). Une analyse factorielle discriminante a donc été réalisée sur ces 118 colonies regroupées selon la race. La Figure 4 présente les ellipses de confiance (niveau 0,95) des 5 races. Pour la race *iberica*, on a également indiqué la position des points moyens des sites de prélèvement. Cette figure indique clairement que la race *ibe-*

rica effectue la transition entre les abeilles marocaines et françaises. Elle semble indiquer de plus l'existence d'une chaîne de races qui partant de *sahariensis* irait jusqu'à *mellifica* en passant par *intermissa* et peut-être *major*.

Discussion

A l'instar de la France, la péninsule Ibérique dispose donc de populations régionales différenciables par leur morphologie. Compte tenu de la variété des conditions écologiques existant dans les deux pays ibériques, il est vraisemblable qu'à ces différences morphologiques se superposent des différences de comportement et de cycle biologique annuel.

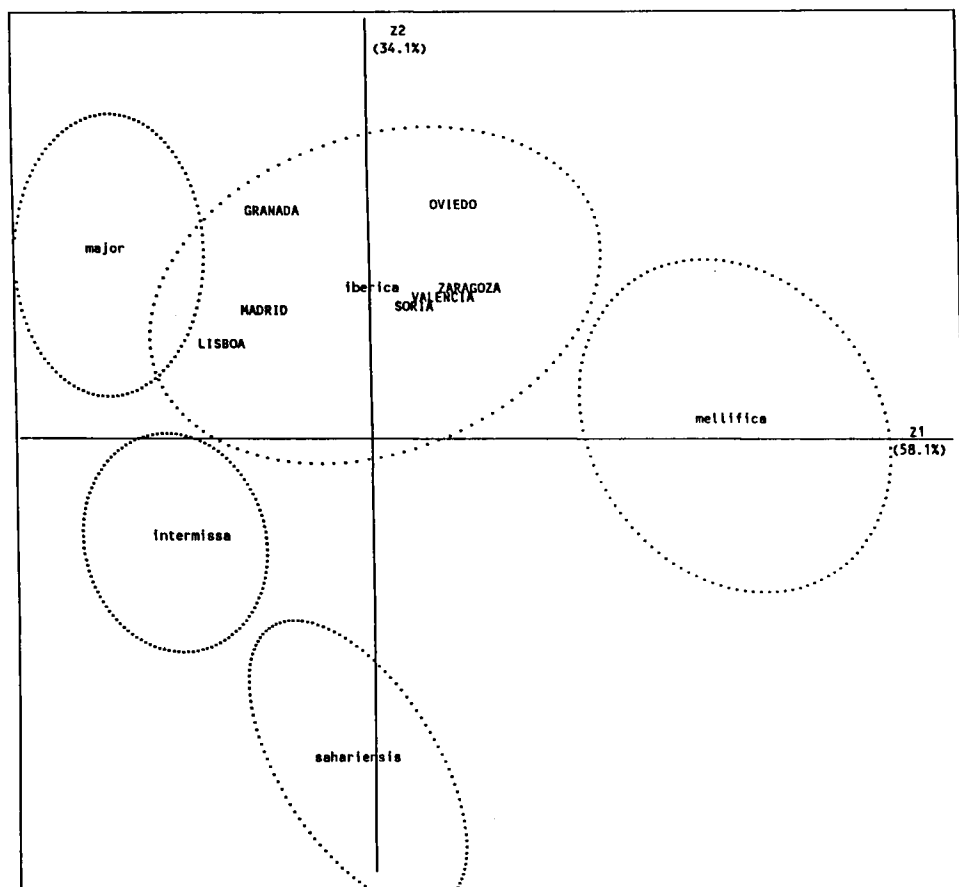


Fig. 4. Analyse factorielle discriminante (61 colonies regroupées en 5 races). Représentation des ellipses de confiance (niveau 0,95) de chaque race.

La proximité morphologique des colonies des sites de Saragosse et de Soria ne surprend pas, puisque les 2 localités sont assez proches géographiquement. En revanche, on ne pourrait s'étonner de l'appartenance au même groupe des colonies de Valence situées à 300 km au sud des localités précédentes et séparées par des zones montagneuses gênant les échanges naturels. En fait, de nombreux apiculteurs de la région de Valence transhument leurs colonies dans des zones proches des précédentes. En favorisant

les échanges génétiques, cette pratique conduit à une homogénéisation des caractéristiques des abeilles des différentes régions. On ne peut toutefois pas exclure deux autres explications possibles :

- la divergence génétique entre les populations de Valence et celles de Saragosse et Soria est trop faible pour être mesurable;
- la divergence génétique existe, mais elle s'exprime sur des caractères différents.

En ce qui concerne les colonies d'Oviedo isolées géographiquement par la cordillère Cantabrique, nous ignorons s'il existe des possibilités d'échanges génétiques entre leur région d'origine et la zone précédente. Il faut également remarquer que si ces colonies sont relativement proches des précédentes, elles occupent néanmoins une position marginale sur les figures.

Plus surprenant, sans doute, est la proximité morphologique entre les colonies des régions de Madrid et de Lisbonne. Sans doute faut-il y voir simplement un phénomène fortuit de convergence, à moins que cette proximité ne résulte d'un phénomène de sélection qui aurait conduit à une évolution parallèle des populations ou bien encore d'importations récentes de reines d'une zone dans l'autre.

Un résultat important de cette étude concerne la mise en évidence d'une variation graduelle des populations ibériques pour les trois caractères longueur de la langue, pilosité et tomentum. Ce gradient qui s'étend de part et d'autre de la péninsule, en France et au Maroc, et dont la signification phylogénétique est renforcée par l'existence d'un gradient analogue pour les fréquences alléliques au locus MDH (Cornuet, 1982), confirme, tout en explicitant le phénomène, l'hypothèse de Goetze et de Ruttner qu'il existe une continuité génétique entre les abeilles d'Afrique du Nord, d'Espagne-Portugal et de France. Les races concernées constituent le rameau ouest méditerranéen de l'espèce *Apis mellifica* ("branch M" de Ruttner *et al.*, 1978).

Si l'on considère tout d'abord la longueur de la langue, il apparaît qu'elle croît progressivement depuis *sahariensis* jusqu'à *major* en passant par *intermissa* (Cornuet *et al.*, 1988), passe par un maximum voisin de 7 mm au nord du Maroc et

diminue ensuite progressivement en parcourant l'Espagne vers la France où le phénomène se continue en montant vers le nord. Pour expliquer cette variation graduelle de la longueur de la langue, il semble difficile d'invoquer une pression de sélection de la flore visitée par les abeilles. En effet, cela conduirait à admettre l'existence d'un gradient parallèle de la profondeur moyenne des corolles des espèces mellifères. L'hypothèse, avancée par Ruttner (1988), nous paraît plus vraisemblable. Elle consiste à admettre que les règles écologiques de Bergmann et d'Allen (Mayr, 1963) énoncées pour les vertébrés à sang chaud s'appliquent ici à l'abeille. Ces règles stipulent que les races des climats froids tendent à être plus grandes que les races de la même espèce vivant dans des climats plus chauds (règle de Bergmann) mais que leurs protubérances ou appendices varient en sens inverse (règle d'Allen). Chez l'abeille, la taille générale du corps s'accroît progressivement avec la latitude. La longueur de la langue suit cette progression générale jusqu'en Afrique du Nord, puis à partir du sud de l'Espagne, où la baisse des températures devient plus sensible, cette tendance s'inverse. Nos données diffèrent légèrement de celles de Ruttner (1988), puisqu'il situe le maximum de la longueur de la langue à 40° de latitude nord au lieu de 35°.

En ce qui concerne la pilosité, en revanche, l'augmentation est continue d'un bout à l'autre de la chaîne. Cet allongement progressif, également décrit par Ruttner (1988), peut s'interpréter comme une adaptation à la baisse progressive des températures diurnes. Cette croissance-décroissance de la longueur de la langue, associée à la croissance de la pilosité, explique la forme en fer à cheval prise par la projection des races à la Figure 4.

Références

- Cornuet J. M. (1982a) Représentation graphique de populations multinormales par des ellipses de confiance. *Apidologie* 13, 15-20
- Cornuet J. M. (1982b) The MDH polymorphism in some west mediterranean honeybee populations. IUSSI Congress. Boulder, Colorado, USA
- Cornuet J. M., Fresnaye J. & Lavie P. (1975) Etude biométrique de deux populations d'abeilles cévenoles. *Apidologie* 9, 41-55
- Cornuet J. M., Torregrossa J. P. & Fresnaye J. (1981) Etude biométrique de la population d'abeilles de Guadeloupe. XXVIII^e Congrès international d'Apiculture, Acapulco, *Apimondia* 215-221
- Cornuet J. M., Daoudi A., Mohssine E. H. & Fresnaye J. (1988) Etude biométrique d'abeilles marocaines. *Apidologie* 19, 355-366
- Dupraw E. J. (1965) The recognition and handling of honeybee specimens in non-linnéan taxonomy. *J. Apic. Res.* 4, 71-84
- Fresnaye J. (1981) *Biométrie de l'abeille*. Office pour l'Information et la Documentation en Apiculture, Echauffour (Orne)
- Gadbin C., Cornuet J. M. & Fresnaye J. (1979) Approche biométrique de la variété locale d'*Apis mellifica* dans le Sud tchadien. *Apidologie* 10, 137-148
- Goetze G. (1964) *Die Honigbiene in natürlicher und künstlicher Zuchtauslese*. Paul Parey, Hamburg, RFA
- Mayr E. (1963) *Animal Species and Evolution*. Belknap Press of Harvard, University Press, Cambridge, Mass., USA
- Ruttner F. (1968) Les races d'abeilles, In : *Traité de Biologie de l'Abeille* (Chauvin R., ed), Masson, Paris, T. 1, pp. 27-44
- Ruttner F. (1973) Die Bienenrassen des mediterranen Beckens. *Apidologie* 4, 171-172
- Ruttner F. (1988) *Biogeography and Taxonomy of Honeybees*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, RFA
- Ruttner F., Tassencourt L. & Louveaux J. (1978) Biometrical statistical analysis of the geographic variability of *Apis mellifica* L. I : Material and methods. *Apidologie* 9, 363-382
- Santiago E., Albornoz J., Dominguez A. & Izquierdo J. I. (1986) Etude biométrique des populations d'abeilles (*Apis mellifica*) du Nord-Ouest de l'Espagne. *Apidologie* 17, 79-92