

# LE FARDEAU GÉNÉTIQUE CHEZ *OPHRYOTROCHA* (EUNICIDAE, POLYCHAETA).

## I. LA POPULATION DE *O. LABRONICA* DE LA BAIE DE NAPLES.

par

**Gabriella Sella**

Institut de Zoologie de l'Université de Turin

### Résumé

L'auteur décrit les effets de la consanguinité au niveau des coefficients théoriques de la consanguinité de 0,25 et de 0,375 pour quelques caractères d'une population de *O. labronica*, récoltée dans la baie de Naples et déjà étudiée pour d'autres aspects de sa variabilité génétique. L'estimation du fardeau génétique, obtenue par la régression pondérée de la viabilité sur le coefficient de la consanguinité, est du même ordre de grandeur que les estimations trouvées chez d'autres invertébrés marins à grande tolérance écologique.

### Introduction

Parmi les espèces du genre *Ophryotrocha*, *O. labronica* est euryhaline, eurythermique, préférentielle des eaux polluées (Åkesson, 1970 b, 1976) et à cause de la facilité avec laquelle elle peut être élevée, elle est maintenant employée dans les recherches sur les effets biologiques de la pollution marine (Åkesson, 1975 a ; Renzoni, 1974 ; Rosemberg *et al.*, 1974).

Les populations de cette espèce sont généralement à sexes séparés, avec un taux de masculinité différent suivant les populations (Åkesson, 1970 a, 1972, 1975 b). Occasionnellement, des cas d'hermaphrodisme (Åkesson, 1975 a ; Pfannenstiel, 1976) et d'autofécondation (Parenti, 1960) ont été observés. Les croisements entre populations éloignées présentent un haut degré de stérilité à cause de l'existence de fortes barrières éthologiques (Åkesson, 1977).

Dans le cadre d'une recherche sur les divers aspects de la variabilité génétique des populations de *O. labronica* (Robotti, 1979) il a paru utile d'étudier chez la population de Naples, les effets de la consanguinité sur quelques composantes de la valeur sélective, pour obtenir une estimation indirecte du fardeau génétique. Cette méthode,

bien que présentant des limites au point de vue théorique (Levene, 1963 ; Dobzhansky, 1970 ; Lewontin, 1974 ; Biémont, 1975) peut se montrer valable dans l'étude des espèces dont la structure génétique est encore, en fait, inconnue. Ainsi que Dobzhansky (1964) et Battaglia *et al.* (1978) le remarquent à propos de leurs recherches sur la structure génétique de populations respectivement de *Drosophiles* et de Copépodes marins, les fardeaux génétiques les plus importants sont généralement présents chez les espèces communes et écologiquement versatiles tandis que les espèces rares et plus spécialisées ont les fardeaux les plus faibles.

### Matériel et méthode

Un échantillon d'une trentaine de couples de *O. labronica* a été récolté dans la baie de Naples en octobre 1979 et élevé, selon les techniques décrites par Åkesson (1970 b), à 18 °C. Leur descendants ont constitué une population expérimentale, dans laquelle on a prélevé 90 jeunes, qui ont été accouplés au hasard pour former la génération de référence  $G_0$ , à partir de laquelle ont été réalisés des croisements frère-sœur. Les individus issus de ces croisements ont représenté la première génération consanguine  $G_1$ , à laquelle peut être attribué théoriquement un coefficient de consanguinité ( $F$ ) de 0,25. La seconde génération consanguine  $G_2$  ( $F=0,375$ ), a été obtenue par des croisements frère-sœur entre les individus de la génération  $G_1$ . Chaque couple a été mis en observation jusqu'à ce qu'il ait effectué deux pontes consécutives et les jeunes issus des œufs fécondés ont été élevés jusqu'à la maturité sexuelle.

La fertilité de chaque couple a été mesurée par le taux brut de reproduction, c'est-à-dire par le nombre moyen d'œufs pondus par femelle et par le taux net de reproduction, paramètre qui tient compte de la fertilité et de la viabilité. Cette dernière est définie par le rapport entre le nombre d'individus adultes et le nombre des œufs pondus. Pour le calcul de ces paramètres, l'auteur s'est référée à Parise (1966) et à Jacquard (1970).

En outre, deux caractères biométriques ont été pris en considération : 1) l'intervalle de temps, exprimé en jours, qui s'écoule entre le moment où les œufs sont émis par la mère et l'éclosion des larves issues des œufs fécondés ; 2) la longueur des femelles à maturité sexuelle, mesurée par le nombre de segments sétigères.

Le fardeau génétique a été estimé indirectement en calculant la régression pondérée des logarithmes naturels négatifs des estimations de viabilité sur les coefficients de consanguinité, selon la méthode de Morton *et al.* (1956), modifiée par Malogolowkin-Cohen *et al.* (1964). La valeur de  $A$ , l'ordonnée à l'origine de la droite de régression, correspond à la mortalité pour des causes soit génétiques soit accidentelles dans une population panmictique ( $F=0$ ), tandis que la valeur du coefficient de régression  $B$  représente une mesure de la variabilité génétique masquée, qui pourrait s'exprimer complètement dans une population ayant atteint l'homozygotie complète ( $F=1$ ).

Résultats

Les données relatives à la viabilité sont rassemblées dans le tableau 1. La comparaison des pourcentages moyens de viabilité, effectuée par le test de Student, après avoir appliqué aux données la transformation angulaire, indique que la viabilité de la génération **G<sub>0</sub>** ne diffère pas significativement de celle de la génération **G<sub>1</sub>**, tandis que la différence des valeurs moyennes entre les générations **G<sub>1</sub>** et **G<sub>2</sub>** est **proche du** seuil de signification de 0,05 (tableau 1) et la différence entre **G<sub>0</sub>** et **G<sub>2</sub>** est significative **à ce** seuil ( $t_{37} = 2,01$ ).

TABLEAU 1

Pourcentages **moyens** en écart-types **de la** viabilité (V) des couples croisés au hasard et des couples consanguins.  
F : coefficient théorique de consanguinité ; C.V. : coefficient de variation ; P : probabilité correspondante au paramètre de Student.

	F	nombre de étudiés	couples d'œufs	nombre d'adultes		nombre V	CV	P
G <sub>0</sub>	0	13	1 138	713	62,7±3,25	22,4		
G <sub>1</sub>	0,25	30	4 478	2 515	56,1±3,36	36,2		
G <sub>2</sub>	0,37	26	2 753	995	<b>96,1±8,25</b>	39,4		

Les coefficients de variation de G<sub>0</sub> et de G<sub>1</sub>, calculés sur les données transformées **et comparés** par la méthode de Lewontin (1966), révèlent une augmentation de la variance phénotypique de ce caractère, significative au seuil de probabilité de 0,05.

Le fardeau génétique a été estimé à partir des données sur la viabilité des descendants de chaque couple. Les estimations de A, de B et du rapport B/A, suivies de leurs écart-types, sont les suivantes : A=0,51 ± 0,08 B=1,08±0,34 B/A=2,126±0,215

**L'analyse** de la régression des données de viabilité sur les coefficients de consanguinité indique l'absence de déviations significatives de la linéarité dans la relation entre ces deux variables.

Les résultats concernant les taux de reproduction dans les trois générations consanguines sont résumés dans le tableau 2.

On peut y remarquer à la génération G<sub>2</sub> (F=0,375) une chute du taux net de reproduction qui devient quatre fois plus faible que celui

TABLEAU 2

Taux brut et taux net de reproduction des couples croisés au hasard et des couples consanguins.  
F : coefficient théorique **de** consanguinité ; C.V. : coefficient de variation ; P : probabilité correspondante au paramètre **de** Student.

	F	nombre œufs étudiés	nombre <b>de</b> couples	taux brut	p	taux net	CV	P
G <sub>0</sub>	0	10 674	45	237,2± 19,85	0,59 <0,01	74,8±6,21	55,6	0,17 <0,01
G <sub>1</sub>	0,25	6 213	28	221,8±25,7		61,6±7,1	61,3	
G <sub>2</sub>	0,37	1 805	25	120,3±18,4		21,8±16,7	76,5	

de la génération  $G_0$  ( $F=0$ ). L'analyse de la régression des données des trois générations sur les coefficients de consanguinité indique que les déviations de la linéarité  $y$  sont significatives au niveau de probabilité de 0,01.

Enfin, en ce qui concerne les autres caractères biométriques examinés, aucune variation significative des moyennes n'a été observée entre la génération de croisements au hasard et les deux générations consanguines consécutives. L'intervalle moyen entre une ponte et la dispersion des larves maintient une durée de 11 jours et le nombre moyen de segments sétigères atteint par les femelles à maturité sexuelle reste égal à 12. Les coefficients de variation de ces caractères augmentent légèrement d'une génération à la suivante, mais la différence n'est pas significative.

#### Discussion et conclusions

Les résultats obtenus ici montrent que, parmi les caractères étudiés chez cette population de *O. labronica*, les deux composantes de la valeur sélective, le taux net de reproduction et la viabilité, subissent fortement les effets dépresseurs des croisements consanguins. La composante additive de variance génétique de ces deux caractères devrait donc être moindre (Falconer, 1960). En outre, la distribution des données de la fertilité présente, par rapport au degré théorique de consanguinité, une tendance non-linéaire à la diminution, pouvant être attribuée soit à l'hétérogénéité des données soit à la présence d'interactions géniques épistatiques, analogues à celles qui ont été observées pour des niveaux de consanguinité plus élevés ( $F=0.5$ ) chez *Drosophila* par de nombreux auteurs (Kosuda, 1972 ; Mukai, 1969 ; Spassky *et al.*, 1965). L'augmentation progressive des coefficients de variation indique, comme on pouvait s'y attendre (Lerner, 1958 ; Falconer, 1960), que l'augmentation du degré d'homozygotie entraîne une baisse des capacités homéostatiques des génomes des individus consanguins pour ces deux composantes de la valeur sélective.

En ce qui concerne les autres caractères biométriques considérés, les croisements consanguins n'ayant pas eu d'effet dépresseur sur eux, on peut en conclure qu'ils ne sont pas directement en corrélation avec la valeur sélective.

En ce qui concerne les estimations du fardeau génétique, la valeur de  $B$  trouvée chez la population napolitaine de *O. labronica*, est du même ordre de grandeur que celles qu'on trouve dans les populations naturelles de *Drosophila pseudobscura* (Dobzhansky *et al.*, 1963 ; Stone *et al.*, 1963 ; Mettler *et al.*, 1966), du Copépode *Tisbe holoturia* (Fava *et al.*, 1976 ; Lazzaretto-Colombera *et al.*, 1976) et de l'Amphipode *Gammarus duebenii* (Bulnheim, 1977) qui possèdent comme *O. labronica*, une vaste distribution géographique et une grande tolérance écologique.

Même s'il est douteux que les estimations de  $B$  mesurent réellement le nombre de gènes délétères, on peut considérer que c'est une indication sur la composante de mortalité due à la consanguinité qui

s'ajoute aux autres composantes de mortalité génétiques et ambiantes, déjà présentes dans la génération  $G_0$ . De ce point de vue, ces estimations pourraient être utiles pour des comparaisons avec d'autres populations de *O. labronica* ou d'autres composantes du génome dans une même population, ainsi que l'indiquent les résultats obtenus chez *Tisbe holoturiae* et *Tisbe bulbisetosa* par Battaglia *et al.* (1978), Bisol *et al.* (1979) et Cervelli et Fava (1980).

### Summary

Genetic load in *Ophryotrocha* (Eunicidae, Polychaeta).

I. The *O. labronica* population from the Bay of Naples.

In a population of *O. labronica*, collected from the bay of Naples, the effects of inbreeding on viability, fertility and some other characters were studied. The genetic load of this population was indirectly evaluated from viability depression in generations with 0.25 and 0.37 value for inbreeding coefficient. The magnitude of the hidden genetic variability estimate seems to correspond to the ecological requirements of *O. labronica*.

### Riassunto

Vengono descritti gli effetti dell'inincrocio sulla fertilità, sopravvivenza e alcuni altri caratteri in una popolazione di *O. labronica*, proveniente dalla baia di Napoli. I dati relativi alla sopravvivenza ai livelli di inincrocio con coefficiente di 0.25 e 0.37 sono stati utilizzati per ottenere una stima del carico genetico di questa popolazione, già studiata per altri aspetti della variabilità genetica. I valori ottenuti corrispondono a quelli osservati in altre specie ad elevata valenza ecologica.

### INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- AKESSON, B., 1970 a. — Sexual conditions in a population of the polychaete *Ophryotrocha labronica* from Naples. *Ophelia*, 7, pp. 167-176.
- AKESSON, B., 1970 b. — *Ophryotrocha labronica* as test animal for the study of marine pollution. *Helgol. Wiss. Meeresunters.*, 20, pp. 293-303.
- AKESSON, B., 1972. — Sex determination in *Ophryotrocha labronica* (Polychaeta, Dorvilleidae). Fifth European Marine Biology Symposium (ed. B. Battaglia), Piccin, Padova, pp. 163-172.
- AKESSON, B., 1975 a. — Bioassay studies with polychaetes of the genus *Ophryotrocha* as test animals, in: Sublethal effects of toxic chemicals on aquatic animals, ed. Koeman and Strik, pp. 121-135.
- AKESSON, B., 1975 b. — Reproduction in the genus *Ophryotrocha*. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 39, Suppl. pp. 377-398.
- AKESSON, B., 1976. — Temperature and life cycle in *O. labronica* (Polychaeta, Dorvilleidae), *Ophelia*, 15, pp. 37-47.
- AKESSON, B., 1977. — Crossbreeding and geographic races: experiments with the Polychaete genus *Ophryotrocha*. *Mikrofauna Meeresboden*, 61, pp. 11-18.
- BATTAGLIA, B., BISOL, P.M. and FAVA, O., 1978. — Genetic variability in relation to the environment in some marine invertebrates. In: Marine organisms: genetics, ecology and evolution (eds. B. Battaglia and J.A. Beardmore), Plenum Publishing Corp., New York, pp. 53-70.
- BIÉMONT, C., 1975. — La consanguinité. Concepts et connaissances actuels de ses effets et de ses mécanismes. *Exp. Anim.*, 8, pp. 173-183.
- BISOL, P.M., VAROTTO, V., e BATTAGLIA, B., 1979. — Variabilità genetica di tre popolazioni del copepode articoide *Tisbe bulbisetosa*. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.*, ser. B, 86, suppl. pp. 357-359.

- BULNHEIM, H.P., 1977. — Effects of inbreeding on the relative fitness of the amphipod *Gammarus duebenii*. *Crustaceana*, suppl. 4, pp. 1-14.
- CERVELLI, M. e FAVA, G., 1980. — Carico genetico in *Tisbe* (Copepoda, Harpacticoida). III. *T. bulbisetosa* della laguna di Grado e della sacca di Scardovari. *Accad. Naz. Lincei, Rend.*, 68, pp. 343-351.
- DOBZHANSKY, T., SPASSKY, B. and TIDWELL, T., 1963. — Genetics of natural populations. XXXII. Inbreeding and the mutational and balanced genetic loads in natural populations of *Drosophila pseudobscura*. *Genetics*, 48, pp. 1467-1485.
- DOBZHANSKY, T., 1964. — How do the genetic loads affect the fitness of their carriers in *Drosophila* populations? *Am. Nat.*, 98, pp. 151-156.
- DODZHANSKY, T., 1970. — Genetics of the evolutionary process, Columbia Univ. Press, New York, 505 pp.
- FALCONER, D.S., 1960. — Introduction to quantitative genetics, ed. Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 365 pp.
- FAVA, G., LAZZARETTO-COLOMBERA, J., e CERVELLI, M., 1976. — Carico genetico in *Tisbe* (Copepoda, Harpacticoida). II. *T. holoturiae* e *T. bulbisetosa* della laguna di Venezia. *Accad. Naz. Lincei, Rend.*, 60, pp. 699-708.
- JACQUARD, A., 1970. — Structures génétiques des populations, ed. Masson et Cie, 399 pp.
- KOSUDA, K., 1972. — Synergistic effect of inbreeding on viability in *Drosophila viridis*. *Genetics*, 72, pp. 461-468.
- LAZZARETTO-COLOMBERA, J., FAVA, G., e GRADENIGO-DENES, M., 1976. — Carico genetico in *Tisbe*. I. *Tisbe holoturiae* di due popolazioni del Mediterraneo occidentale. *Accad. Naz. Lincei Rend.*, 60, pp. 691-698.
- LENER, I.M., 1958. — The genetic basis of selection, ed. Wiley and Sons, New York, 298 pp.
- LEVENE, H., 1963. — Inbred genetic loads in the determination of population structure. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 50, pp. 587-592.
- LEWONTIN, R.C., 1966. — On the measurement of relative variability. *Syst. Zool.*, 15, pp. 141-142.
- LEWONTIN, R.C., 1974. — The genetic basis of evolutionary change. Columbia Press, 346 pp.
- MALOOLOWKIN-COHEN, C., LEVENE, H., DOBZHANSKY, N.P., SIMMONS, A.S., 1964. — Inbreeding and the mutational and balanced loads in natural populations of *Drosophila willistoni*. *Genetics*, 50, pp. 1299-1311.
- METTLER, I.E., MOYER, S.E. and KOJIMA, K., 1966. — Genetic loads in cage populations of *Drosophila*. *Genetics*, 54, pp. 887-898.
- MORTON, N.F., CROW, F.G. and MILLER, H.J., 1956. — An estimate of the mutational damage in man from data on consanguineous marriages. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 42, pp. 855-863.
- MUKAI, T., 1969. — The genetic structure of natural populations of *Drosophila melanogaster*. VII. Synergistic interactions of spontaneous mutant polygenes controlling viability. *Genetics*, 61, pp. 749-761.
- PARENTI, U., 1960. — Self-fertilization in *O. labronica*. *Experientia*, 16, pp. 413-414.
- PARISE, A., 1966. — Ciclo sessuale e dinamica di popolazioni in *Euchlanis* (Rotatoria) in condizioni sperimentali. *Arch. Oceanogr. Limnol.*, 14, pp. 387-411.
- PFANNENSTIEL, H.D., 1976. — Ist der Polychaet *Ophruotrocha labronica* ein proterandrischer Hermaphrodit? *Mar. Biol.*, 38, pp. 169-178.
- RENZONI, A., 1974. — Influenza delle acque di scarico di un effluente Industriale su alcuni organismi marini. *Mem. Biol. marina e Oceanogr.*, 6, pp. 495-516.
- ROBOTTI, C., 1979. — Electrophoresis of proteins in three populations of *Ophruotrocha labronica*. *Experientia*, 35, pp. 596.
- ROSEMBERG, R., GRAHN, O., JOHANSON, I., 1974. — Toxic effects of aliphatic chlorinated by-products from vinyl-chloride production on marine animals. *Water Research*, 9, pp. 607-612.
- SPASSKY, B., DOBZHANSKY, T.H., and ANDERSON, W.W., 1965. — Genetics of natural populations. XXXVI. Epistatic interactions of the components of the genetic load in *Drosophila pseudobscura*. *Genetics*, 52, pp. 653-664.
- STONE, W.S., WILSON, F.D. and GERSTENBERG, V.L., 1963. — Genetic studies of natural populations of *Drosophila pseudobscura*: a large dominant population. *Genetics*, 48, pp. 1089-1106.