

Reçu le 26 mai 1948.

RECHERCHES SUR LE MÉTABOLISME DE L'EAU
CHEZ LES NYMPHES ET LES ADULTES
DE « *TENEBRIO MOLITOR* » L.

PAR

Jean LECLERCQ

(Université de Liège, Institut Léon Fredericq, Chimie Physiologique)

(3 figures)

Nous avons montré récemment que le *Tenebrio molitor* est un Insecte remarquablement euryhygre. Ses larves et ses nymphes ont la faculté rare de se développer dans des milieux presque anhydres; ses adultes, capables de survivre plusieurs semaines dans l'air sec, choisissent normalement les conditions les plus sèches quand on leur présente un gradient d'humidité (LECLERCQ, 1947, 1948a).

On a insisté sur plusieurs particularités morphologiques ou physiologiques qui interviennent pour doter le *Tenebrio molitor* de ce caractère euryhygre : réabsorption d'eau des excréments au niveau du rectum (FRENZEL, 1882; WIGGLESWORTH, 1932; PATTON et CRAIG, 1939) possibilité de fermer les stigmates pendant des intervalles plus ou moins longs (MELLANBY, 1934), pression osmotique de l'hémolymphe relativement élevée (KÜHNLET, 1939) et surtout : cuticule recouverte d'un film de cire solide imperméable (WIGGLESWORTH, 1945; BEAMENT, 1945). Nous avons prouvé qu'il faut ajouter encore pour les larves : la faculté d'augmenter la production d'eau métabolique aux dépens de quantités accrues de nourriture (LECLERCQ, 1948b).

BUXTON (1930) et LAFON et TEISSIER (1939) ont admis que les larves de *Tenebrio* en inanition dans l'air sec tendent à régler leur teneur en eau en faisant appel à leurs réserves énergétiques, mais MELLANBY (1936) a mis en doute l'intervention de ce mécanisme. La question se posait de savoir si les nymphes et les adultes en inanition de *Tenebrio molitor* peuvent de leur côté modifier l'utilisation de leurs réserves suivant le degré hygrométrique auquel on les expose.

Techniques

Les conditions générales d'élevage du *Tenebrio molitor* ont été décrites précédemment (LECLERCQ, 1948a).

La teneur en eau, le poids sec et la teneur en lipides totaux ont été déterminés suivant les méthodes que nous avons adoptées pour les larves (LECLERCQ, 1948b).

Chacun des points indiqués sur les graphiques présentant nos résultats correspond au moins à 10 déterminations individuelles.

Résultats

1. — Poids des adultes de « *Tenebrio Molitor* » à l'éclosion (Exprimés en pour-cents du poids de la jeune nymphe).

Les nymphes qui servirent à ces évaluations furent élevées et maintenues jusqu'à l'éclosion à 75% H.R., en étuve à 27° C. Chaque moyenne correspond à 16-20 pesées individuelles.

Poids moyen de mâles issus de nymphes pesant de 100 à 150 mgr.	86% ($\pm \sigma m = 0.9$)
Poids moyen de mâles issus de nymphes pesant de 150 à 180 mgr.	87% ($\pm \sigma m = 0.5$)
Poids moyen de mâles issus de nymphes pesant de 180 à 230 mgr.	87% ($\pm \sigma m = 0.7$)
Poids moyen de femelles issues de nymphes pesant de 90 à 216 mgr.	87% ($\pm \sigma m = 0.5$)

On voit par ces résultats que l'évolution pondérale reste la même que la nymphe soit mâle ou femelle, grosse ou petite, pour autant que les conditions de température et d'humidité soient constantes. Il n'y a donc pas lieu de se préoccuper du facteur sexe, ni du facteur taille dans les expériences qui vont être relatées ci-après.

2. — Influence du taux d'humidité sur la perte de poids des nymphes en cours de développement.

TABLEAU I

Taux d'humidité	Poids des adultes à l'éclosion (exprimé en pour-cents du poids de la jeune nymphe)
100% H.R.	90% ($+ \sigma m = 0.5$)
86% H.R.	89% ($+ \sigma m = 0.5$)
75% H.R.	87% ($+ \sigma m = 0.6$)
55% H.R.	86% ($+ \sigma m = 0.5$)
0% H.R.	84% ($+ \sigma m = 0.7$)

3. — Evolution du poids frais, du poids sec et des lipides durant la vie nymphale, à 100 et à 0% H. R.

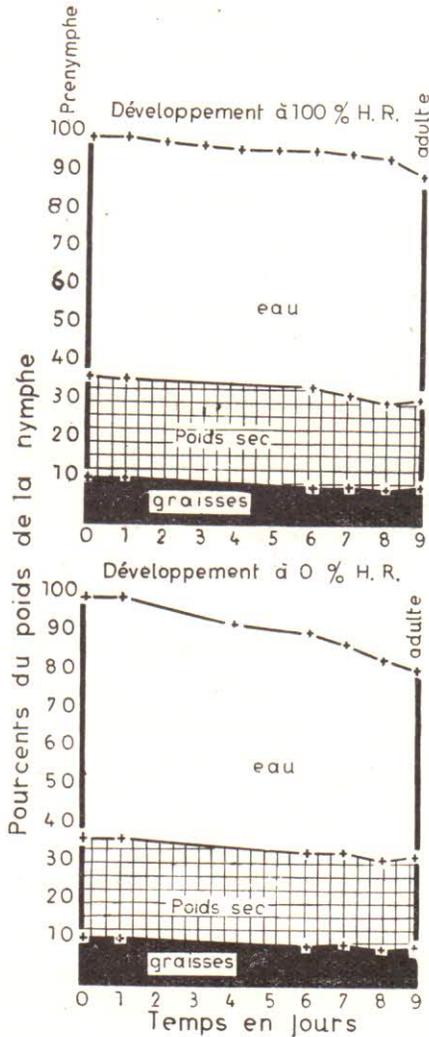


FIG. 1

4. — Influence du taux d'humidité sur la proportion de matières sèches et de graisses chez les « Tenebrio » adultes dont la nymphe s'est développée à 100 ou à 0% H. R.

Les valeurs du tableau 2 ont été obtenues en faisant les moyennes des résultats fournis par 42 jeunes adultes éclos à 100% H.R. et

45 autres éclos à 0% H.R. Ces chiffres sont exprimés en pour-cents du poids frais de l'adulte au jour de son éclosion.

TABLEAU 2

Taux d'humidité	Matières sèches	Graisses
100% H.R.	36.32% $\pm \sigma m = 0.33$	9.49% $\pm \sigma m = 0.43$
0% H.R.	42.32% $\pm \sigma m = 0.52$	11.71% $\pm \sigma m = 0.52$

5. — Evolution du poids frais, du poids sec et des graisses chez les adultes de « Tenebrio Molitor ».

Pour autoriser la comparaison stricte de tous les résultats, nous avons exprimé chaque valeur en pour-cents du poids frais de la jeune nymphe. Toutes les jeunes nymphes ont été maintenues jusqu'à l'éclosion dans la même étuve à 27° C et à 75% H. R.

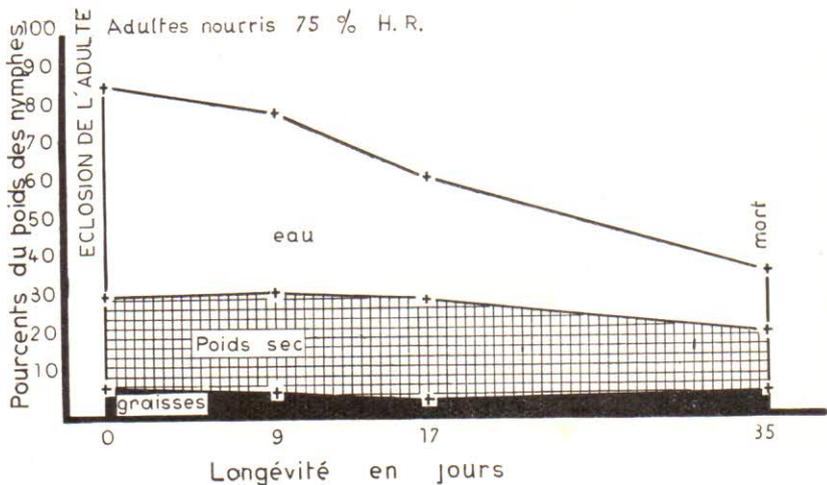


FIG. 2. — Adultes normalement nourris qui, dans les conditions de cette expérience, ont vécu en moyenne 35 jours.

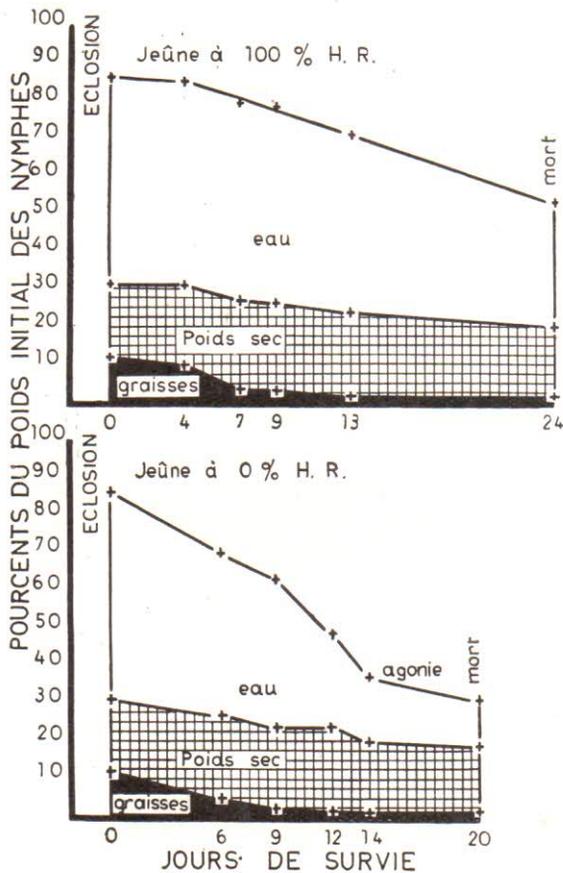


FIG. 3. — Adultes au jeûne dès leur éclosion.

Les sujets du graphique supérieur furent mis au jeûne à 100% H. R.

Les sujets du graphique inférieur furent mis au jeûne à 0% H. R.

Discussion

1. Comme il fallait s'y attendre, les nymphes de *Tenebrio molitor* perdent d'autant plus de leur poids au cours du développement que l'air est plus sec. Mais l'évolution des matières sèches et des graisses reste identique que les nymphes soient exposées à l'air anhydre ou dans l'air saturé d'humidité. L'influence des conditions hygrométriques sur ces Insectes se limite donc à un simple phénomène de transpiration régi par la loi de Dalton.

2. KROCH (1914) établit que le métabolisme total de la métamorphose chez *Tenebrio* correspond à une constante indépendante de la température. Il observait que tout se passe comme si chaque nymphe avait un pourcentage fixe de son poids à métaboliser pour effectuer sa transformation. La température conditionne la durée de ce développement, mais ne vient affecter ni la perte totale de poids, ni la consommation totale d'oxygène, ni la perte totale d'anhydride carbonique. Nous pouvons étendre cette loi de Krogh en ajoutant que ni le sexe, ni la taille, ni le degré hygrométrique n'influencent le métabolisme des métamorphoses. EVANS (1935) expérimentant avec les pupes de *Lucilia sericata* et LUDWIG (1936) avec les nymphes de *Popillia japonica* n'ont pu non plus mettre en évidence de production supplémentaire d'eau métabolique chez les individus maintenus dans l'air plus ou moins sec. LUDWIG (1936) disait de la nymphe de *Popillia* qu'elle possède dès sa formation assez de réserves d'eau pour effectuer son développement à tous les taux d'humidité où elle peut survivre. La même remarque vaut pour *Tenebrio*: tout se passe comme si la nymphe ne pouvait être formée que lorsque la larve peut lui assurer une composition biochimique assez peu variable qui permettra sa métamorphose complète. La teneur en eau initiale et le surplus produit par la combustion d'une portion invariable des réserves, suffisent pour parer à toute éventualité de dessiccation mortelle. Si les nymphes de *Tenebrio* sont plus euryhygres que celles de la plupart des autres Insectes, ce n'est point parce qu'elles peuvent mobiliser de leurs réserves pour produire de l'eau métabolique, mais c'est parce qu'elles disposent d'un équipement cuticulaire adéquat réduisant la transpiration au minimum.

3. Il ressort de la figure 2 que les adultes de *Tenebrio molitor* normalement nourris ne cessent de se déshydrater jusqu'à leur mort tandis qu'ils arrivent à maintenir, voire même légèrement augmenter leurs matières sèches, y compris leurs graisses. L'adulte qui meurt dans ces conditions n'a pas épuisé ses réserves, mais subit les effets d'une déshydratation lente mais inévitable. Les adultes mis au jeûne dans l'air saturé d'humidité perdent aussi de leur eau (fig. 3), contrairement aux larves qui en absorbent dans les mêmes conditions (BUXTON, 1930 ; GOVAERTS et LECLERCQ, 1946). On a pu voir que les adultes au jeûne à 100% H.R. utilisent leurs réserves sur une plus grande échelle que leurs congénères nourris. A leur mort,

vers le 24^e jour, ils n'ont plus que 20% de matières sèches, dont 1% de graisses alors que les sujets nourris avaient encore à leur mort, 11 jours plus tard, 26% de matières sèches, dont 3% de graisses. Comme il y avait encore 63% d'eau à la mort, on peut admettre que c'est le gaspillage des réserves énergétiques qui cause la mort des sujets au jeûne à 100% H.R.

Chez les adultes au jeûne dans l'air anhydre (fig. 3), les pertes relatives à chaque constituant sont d'emblée considérables. Les sujets ne vivent pas plus de 20 jours et déjà après deux semaines entrent dans une phase d'agonie pendant laquelle ils remuent à peine pattes et antennes sans pouvoir se déplacer. Si on compare les fluctuations du poids sec observées ici à celles observées à 100% H. R., on note de suite que le jeûne dans l'air anhydre s'accompagne d'une utilisation plus intense des matières sèches. C'est ainsi qu'après 9 jours de jeûne, à 0% H.R., il n'y a plus que 24% de matières sèches, dont 2% de graisses, tandis qu'à 100% H.R., il y a encore 26% de matières sèches dont 3% de graisses. Les dépenses énergétiques sont donc plus intenses dans l'air sec, contrairement à ce que nous avons rapporté pour les nymphes. Il en résulte évidemment une production supplémentaire d'eau métabolique, sans laquelle les individus devraient peut-être succomber quelques jours plus tôt. Mais après deux semaines, soit une dizaine de jours plus vite que dans l'air à 100% H.R., le poids sec a atteint le taux léthal de 20% du poids initial et l'hydratation est tombée à 46% : les sujets meurent inévitablement, épuisés de leurs réserves et déshydratés.

Résumé

1. Les nymphes de *Tenebrio molitor* ne font pas appel à leurs réserves pour augmenter la production d'eau métabolique et survivre dans l'air anhydre. Elles ont dès leur formation assez d'eau libre pour effectuer leur développement et donner un adulte normal à tous les taux d'humidité. Le degré d'humidité influence la teneur en eau des adultes mais n'affecte pas en valeurs absolues l'évolution du poids sec et des graisses.

2. La physiologie de l'adulte est caractérisée par une lente et continuelle déshydratation que ne peuvent empêcher ni l'alimentation ni la saturation hygrométrique de l'air. Suivant les conditions

écologiques, l'adulte de *Tenebrio* meurt par suite de l'épuisement de ses réserves d'eau, ou de ses réserves de matières sèches, ou des unes et des autres à la fois. Une partie des réserves énergétiques peut être utilisée pour fournir un surplus d'eau métabolique lorsque l'air vient à se déshydrater, mais cet apport reste insuffisant pour assurer une survie comparable à celle qu'on observe pour les individus dans l'air humide.

BIBLIOGRAPHIE

1. BEAMENT, J. W. L. — The cuticular lipoids of Insects. *Journ. Exp. Biol.*, 1945, XXI, 115.
2. BUXTON, P. A. — Evaporation from the Mealworm and atmospheric humidity. *Proc. Roy. Soc. Lond. (B)*, 1930, CVI, 560.
3. EVANS, A. C. — Studies on the influence of the environment on the Sheep Blowfly, *Lucilia sericata* Meigen. *Parasitology*, 1935, XXVII, 291.
4. FRENZEL, J. — Der Verdauungstractus der Larve des *Tenebrio molitor*. *Zool. Anz.*, 1882, V, 215.
5. GOVAERTS, J. et LECLERCQ, J. — Water exchange between Insects and air moisture. *Nature*, 1946, CLVII, 483.
6. KROGH, A. — On the rate of development and CO² production of chrysalides of *Tenebrio molitor* at different temperatures. *Z. allgem. Physiol.*, 1914, XVI, 178.
7. KÜHNELT, W. — Beiträge zur Kenntnis des Wasserhaushaltes der Insekten. *Verh. VII Intern. Kongr. Entom. Berlin*, 1939, 2, 797.
8. LAFON, M. et TEISSIER, G. — Inanition et métamorphose chez *Tenebrio molitor*. *C. R. Soc. Biol.*, 1939, CXXXI, 417.
9. LECLERCQ, J. — Influence de l'humidité atmosphérique sur les larves, les nymphes et les adultes de *Tenebrio molitor* L. *Arch. internat. Physiol.* 1948a, LV, 366.
10. LECLERCQ, J. — Contribution à l'étude du métabolisme de l'eau chez la larve de *Tenebrio molitor* L. *Arch. internat. Physiol.*, 1948b, LV, 412.
11. LUDWIG, D. — The effect of dessiccation on survival and metamorphosis of the Japanese Beetle (*Popillia japonica* Newman). *Physiol. Zool.*, 1936, IX, 27.
12. MELLANBY, K. — The site of loss water from Insects. *Proc. Roy. Soc. Lond. (B)*, 1934, CXVI, 139.
13. MELLANBY, K. — Humidity and Insect metabolism. *Nature*, 1936, CXXXVIII, 124.
14. PATTON, R. L. et CRAIG, R. — The rates of excretion of certain substances by the larvæ of the Mealworm, *Tenebrio molitor* L. *Journ. Exp. Zool.*, 1939, LXXXI, 437.
15. WIGGLESWORTH, V. B. — On the function of the so-called « Rectal glands » of Insects. *Jour. Micr. Sci.*, 1932, LXXV, 131.
16. WIGGLESWORTH, V. B. — Transpiration through the cuticle of Insects. *Jour. Exp. Biol.*, 1945, XXI, 97.