

# Sur le pigment brun des Orthoptères

par Salâhattin OKAY

(Institut de Zoologie de l'Université d'Ankara)

## Introduction

Les pigments bruns et brun-noirâtres des Orthoptères faisaient partie des mélanines jusqu'à ces dernières années. R. Chauvin a décrit, en 1938, un nouveau pigment brun chez *Schistocera gregaria* et il l'a appelé: l'acridioxanthine.

D'autre part, E. Becker a découvert (1939) un nouveau groupe de pigments dans les yeux des Insectes. Il a ensuite montré (1940-42) qu'il se trouve non seulement dans ces organes, mais aussi dans l'hypoderme. Ce nouveau groupe a reçu le nom des ommochromes. Ils sont divisés en deux sous-groupes: les ommatines et les ommines, qui diffèrent légèrement les unes des autres. L'auteur a signalé que les ommochromes existent chez de nombreux groupes d'Arthropodes et parmi ceux-ci on les trouve chez certains Orthoptères. D'après Becker le pigment brun de *Dixippus* est une ommatine typique. De même l'hypoderme des Acridiens (*Gomphocerus*, *Stenobothrus*) et des Tettigoniides (*Phalidoptera*, *Platycleis*) renferment des ommatines en plus au moins grande quantité. D'après le même auteur, le pigment brun de *Schistocera gregaria*, à qui Chauvin a donné le nom d'acridioxanthine, est également de l'ommatine. Or Chauvin a formellement refusé l'opinion de Becker et

il a soutenu que l'acridioxanthine, qui serait répandue chez différents groupes d'Orthoptères, est un anthocyanoside.

Les ommatines et les ommes ont été étudiées chimiquement: des yeux incolores provenant des pupes de *Drosophila*, plongés dans une solution de cynurénine, se colorent en quelques heures (Danneel, 1941). On observe une proportionnalité directe entre la cynurénine employée et la quantité de pigment élaborée (Kühn et Becker, 1942). Enfin d'après Butenandt, Weidel, Weichert et Derjugin (1943), le groupement chromogène des ommochromes est la 1-cynurénine.

Le but de cette note est donc d'aider à élucider la confusion qui existe sur le pigment brun.

J'ai choisi pour mes recherches les espèces brunes suivantes: *Mantis religiosa*, *Acrida turrata* et *Calliptamus italicus*. Il existe aussi dans les deux premières espèces des variétés vertes.

### I. *Mantis religiosa*

Les carotinoïdes, que possèdent les ailes et la peau de la Mante brune, ne jouent aucun rôle sur la pigmentation. Car l'extraction à l'éther ne produit aucun changement de coloration des pièces. La quantité des carotinoïdes libres est d'ailleurs sensiblement bien plus petite que chez la variété verte (Okay, 1947).

Solubilité: le pigment brun des ailes et de la peau, nettoyée et desséchée se dissout assez lentement et en petite quantité dans l'eau distillée. La solution est jaune. La solubilité est un peu plus grande dans une solution ammoniacale à 1 %. Il se dissout, par contre, dans l'ammoniaque concentrée. La meilleure solubilité est obtenue dans une lessive de soude à 1 %. La solution est brun-orangée. Le pigment passe assez facilement dans l'alcool alcalinisé.

Il n'est presque pas soluble dans l'acide acétique concentré. Par contre, il se dissout facilement dans l'acide formique, qui devient rouge-violet. Tout le pigment des ailes et de la peau passe dans ce solvant. L'acide oxalique à 5 % produit une dépigmentation totale des pièces. La solubilité est assez minime dans les acides minéraux dilués, alors qu'elle est beaucoup plus grande dans les alcools méthylique, éthylique et amylique aci-

dulés à 1 %. Le pigment précipite par addition d'un excès d'éther dans une solution alcoolique acidulée. Dans l'acide sulfurique concentré il se dissout en donnant une coloration violette. L'halochromie est donc caractéristique. Dans l'acide chlorhydrique il se dissoudra en donnant une coloration brune.

Redox: la solution de soude à 1 %, renfermant le pigment brun, s'oxyde à l'air au bout de un à deux jours; elle devient jaune-pâle. Le pigment se trouve donc sous sa forme réduite chez le vivant. Il est également possible de l'oxyder au moyen d'agents de faible oxydation, tel que le peroxyde d'hydrogène. Si l'on additionne une goutte de cet oxydant à un extrait alcalin de 5 cc, la solution s'oxyde immédiatement et devient jaune-pâle. Le pigment n'est stable que dans les acides minéraux concentrés; alors il ne s'y oxyde pas, quelle que soit la durée d'exposition à l'air.

En revanche, la réduction est relativement difficile à obtenir. Le pigment brun ne peut être réduit par l'hyposulfite de sodium, même au bout d'un temps suffisamment long. L'hydrosulfite de sodium est capable de le réduire. Les pièces, qui sont mises dans ce réducteur, deviennent rouges au bout de peu de temps. De même, l'extrait alcalin est réduit de la même façon: La solution réduite est oxydée par le nitrite de sodium dans l'acide acétique et elle devient jaune-pâle. Je n'ai pas pu réussir à réduire de nouveau un extrait ayant été oxydé soit à l'air, soit par un agent d'oxydation.

pH: la couleur du pigment brun vire suivant le pH. Il est brun-orangé dans un milieu alcalin. Il montre quelques différences dans les acides concentrés: brun dans l'acide chlorhydrique, brun-violet dans l'acide formique et violet dans l'acide sulfurique. A la suite d'une neutralisation progressive d'une solution alcaline, on voit d'abord apparaître une coloration jaune à pH légèrement acide. Elle acquiert ensuite la coloration spéciale à l'acide employé.

Précipitation: l'extrait alcalin à 1 % est précipité par les sulfates d'ammonium et de magnesium à saturation. Le filtrat est jaune-pâle, comme chez la Mante verte (Okay, 1947). Le précipité est facilement soluble dans les solvants du pigment brun, il est très peu soluble dans l'eau.

**Fluorescence:** la solution alcaline émet en lumière de Wood une fluorescence verte, mais trouble. Celle-ci n'est pas influencée par la modification du pH. Elle reste la même aussi bien dans un pH alcalin que dans un pH acide.

**Hémolymph:** l'hémolymph de la Mante brune a la même couleur que le corps, comme je l'avais déjà signalé (1947). Le pigment, qu'elle contient, est comparable à celui de l'hypoderme. On prélève l'hémolymph de plusieurs individus; une évaporation rapide produit un résidu brun, qui est difficilement soluble dans l'eau. Il se dissout en rouge-violet dans l'acide formique. La solution alcaline du résidu est facilement oxydable par le peroxyde d'hydrogène, elle devient jaune-pâle.

## II. *Acrida turrita*

Les ailes et la peau renferment peu de carotinoïdes libres.

**Solubilité:** le pigment brun est très peu soluble dans l'eau. Il l'est bien mieux dans une solution aqueuse légèrement ammoniacale<sup>1)</sup>. La meilleure solubilité est obtenue dans une lessive de soude à 1 %<sup>2)</sup> Le pigment traité par l'acide formique, donne une solution brune alors que dans l'acide sulfurique sa solution sera brun-violette. L'halochromie est donc caractéristique. Tout le pigment des ailes passe dans l'acide chlorhydrique concentré, sauf la bande médiane qui renferme uniquement de la mélanine. Il est également bien soluble dans les alcools acidulés. Il précipite dans ces solutions par l'addition d'un excès d'éther.

**Redox:** l'extraction alcaline est oxydable à l'air en un ou deux jours. Elle devient jaune-pâle. Le même résultat est obtenu par quelques gouttes de peroxyde d'hydrogène. La réduction n'est possible que par l'hydrosulfite de sodium. Les pièces, qui sont plongées dans une solution de ce réactif, deviennent

1) La solution aqueuse ammoniacale montre une forte fluorescence bleue et la réaction de Murexide est très caractéristique. J'ai observé cela seulement chez *Acrida*. Ces deux propriétés rendent possible la présence d'un pigment appartenant au groupe des ptérides. Ces pigments ne sont pas signalés jusqu'ici, d'après mes connaissances, chez les Orthoptères.

2) L'extrait alcalin donne une coloration vert-foncée par l'addition de trace de chlorure ferrique. J'ai obtenu le même résultat, mais un peu moins net, chez *Calliptamus*.

rouges en grande partie. Les pièces réduites peuvent être facilement oxydées par le nitrate de sodium dans l'acide acétique.

Les virements de coloration, d'après le pH, sont comparables à ceux de *Mantis*. Le pigment brun précipite dans sa solution alcaline par le sulfate d'ammonium à saturation.

La fluorescence est verte, mais trouble; elle ne dépend pas du pH.

### III. *Calliptamus italicus*

Les ailes et la peau contiennent une quantité abondante de carotinoïdes libres.

Solubilité: le pigment brun est soluble dans tous les solvants de celui de *Mantis* et *d'Acrida*. Le meilleur solvant est toujours la lessive de soude à 1 %. Le pigment précipite dans une solution alcoolique acidulée par l'addition d'un excès d'éther. Tout le pigment passe dans l'acide chlorhydrique concentré. Seules les bandes brun-noirâtres à mélanine, qui forment le dessin des ailes, ne sont pas solubles. Le pigment se dissout en rouge-brun dans l'acide sulfurique concentré. L'halochromie est donc moins caractéristique que chez les deux premières espèces d'Orthoptères.

La lessive de soude à 1 % s'oxyde à l'air comme chez les autres espèces. Le même résultat est obtenu par le peroxyde d'hydrogène et le nitrite de sodium dans l'acide acétique. La solution oxydée peut être réduite par l'hydrosulfite de sodium. Le pigment est stable dans les acides minéraux concentrés.

L'extrait alcalin est précipité par les sulfates d'ammonium et de magnésium. Le précipité obtenu par le premier réactif est brun-orangé, alors que le second est jaune (!). Le filtrat renferme un pigment jaune dans les deux cas. Le chlorure de sodium ne précipite pas le pigment. Les réactions de Biuret, de xanthoprotéique et de Millon sont très nettes dans la solution alcaline.

La fluorescence est comparable à celle des deux premières espèces.

### IV. Conclusion

J'aurais voulu aboutir à une conclusion en me basant sur les résultats que j'ai obtenus chez ces trois espèces d'Orthop-

tères. Le pigment brun des ailes et de la peau est bien soluble dans tous les solvants des ommatines. Ce sont la lessive de soude fortement diluée, les acides minéraux concentrés, l'acide formique et les alcools acidulés. Seule l'ammoniaque concentrée le dissout très peu.

Le pigment brun, dans la lessive de soude à 1 %, est oxydable à l'air. Le peroxyde d'hydrogène et le nitrite de sodium dans l'acide acétique produisent le même résultat. Ces oxydations sont tout à fait comparables à celles des ommatines. Le pigment est stable dans les acides minéraux concentrés. C'est là une propriété des ommatines. La réduction est moins facile à obtenir que pour les ommatines. Les réducteurs faibles, tel que l'hyposulfite de sodium, n'ont aucune influence sur le pigment brun. L'hydrosulfite de sodium peut le réduire. Les pièces et la solution deviennent rouges à la fin de la réduction. Seul l'extrait alcalin de *Calliptamus* peut être réduit après une oxydation. La différence qui existe au point de vue de réductibilité, entre le pigment brun de ces Orthoptères et les ommatines, n'est qu'une différence de degré.

Les virements de coloration du pigment brun d'après le pH, rappellent ceux des ommatines. C'est-à-dire il est brun-orangé en milieu alcalin et brun, brun-violet ou violet en milieu acide. L'une des propriétés des ommatines est l'halochromie. Elle est surtout caractéristique chez *Mantis* et *Acrida*.

L'extrait à l'eau alcaline est précipité par les sulfates d'ammonium et de magnesium. Mais le précipité est difficilement et partiellement soluble dans l'eau. Le fait, que le pigment est précipitable par ces réactifs et que le précipité est soluble, quoique difficilement, dans l'eau, montre que le pigment brun est lié à une protéine. Il est donc sous forme de chromoprotéide. D'après Becker, l'ommatine est attachée, chez l'animal vivant, à un porteur apparenté à la scléroprotéine.

Quant à la fluorescence du pigment brun, elle n'est pas du tout caractéristique comme pour l'ommatine. Cela est peut-être dû à ce que les extraits n'ont pas été purifiés suffisamment. Les substances, qui accompagnent le pigment, sont capables de masquer la fluorescence.

Le pigment de l'hémolymphe de la Mante brune est iden-

tique a celui de l'hypoderme, comme cela arrive chez la Mante verte (Okay, 1947).

Le pigment brun des trois espèces d'Orthoptères étudiées rappellent, par la plupart de ses propriétés les ommatines. Il doit donc être rangé parmi les ommochromes.

En terminant ma conclusion, j'aurais voulu discuter les relations du pigment brun, c'est-à-dire des ommatines, avec l'acridioxanthine: D'après Chauvin, l'acridioxanthine est soluble dans une lessive de soude très diluée, dans les acides minéraux concentrés et dans les alcools acidulés. Or ces solvants sont ceux des ommatines. L'addition d'un excès d'éther à l'extrait alcoolique acidulé précipite l'acridioxanthine. Ceci est comparable à la précipitation du pigment brun dans les mêmes conditions.

La solution d'acridioxanthine, qui est additionnée d'une trace d'alcali, se décolore si on l'abandonne pendant quelques temps. D'après Chauvin, il se forme une pseudobase. Je crois que cette décoloration à l'air n'est pas autre chose qu'une oxydation et elle est tout à fait comparable à celle de l'ommatine.

La stabilité de l'acridioxanthine dans les acides minéraux concentrés ne va pas au delà de quelques jours. Le pigment, dont la solution est d'abord d'un rouge violacé, passe progressivement au rouge orangé. Cela est dû, d'après Chauvin, à l'hydrolyse de l'anthocyanoside. Celle-ci est appréciée par le pouvoir de réduction du pigment la liqueur de Fehling. Je crois que ces résultats ne peuvent pas justifier à considérer l'acridioxanthine comme étant différent des ommatines. Car les modifications de coloration de l'acridioxanthine, qu'on voit dans les acides minéraux concentrés, sont très minimes. Si l'on pense qu'une solution alcaline, s'oxydant à l'air, devient jaune-pâle et même, avec l'expression de Chauvin, qu'elle se décolore, on peut facilement admettre que l'acridioxanthine est stable dans les acides. Quant à la réduction de la liqueur de Fehling, je crois que ce résultat lui seul, ne suffit pas du tout pour arriver à l'idée d'un anthocyanoside.

La réductibilité de l'acridioxanthine est comparable à celle de l'ommatine. Toutefois, d'après Chauvin, les réducteurs faibles n'exercent leur action qu'au bout d'un temps plus ou

moins long. La réduction du pigment brun des Orthoptères que j'ai étudiées, est difficilement réalisable par rapport à celle des ommatines de Becker. Malgré cela, il ne diffère pas des ommatines par la plupart de ses propriétés.

L'halochromie, que montre l'acridioxanthine dans les acides chlorhydrique et sulfurique, présente encore une propriété commune avec les ommatines.

Je crois que l'acridioxanthine, qui possède tant de propriétés communes avec celles des ommatines, ne peut être autre chose qu'une ommatine.

### V. Sommaire

1) Le pigment brun des hypodermes de *Mantis religiosa*, d'*Acrida turrata* et de *Calliptamus italicus* ressemblent, par la plupart de ses propriétés, aux ommatines.

2) Le pigment de l'hémolymph brune de *Mantis* est comparable aux ommatines.

### Bibliographie

- BECKER (E), 1939. — Ueber die Natur des Augenpigments von *Ephestia kühniella* und seinen Vergleich mit den Augenpigment anderer Insekten. *Biol. Zentralbl.*, 61, pp. 597—627.
- 1941. — Ein Beitrag zur Kenntnis der Libellenpigmente. *Biol. Zentralbl.*, 61, pp. 588—602.
- 1941. — Die Pigmente der Ommat- und Ommatengruppe. Eine neue Klasse von Naturfarben. *Naturwiss.*, 29, pp. 124—144.
- 1942. — Über Eigenschaften, Verbreitung und die genetisch-entwicklungsphysiologische Bedeutung der Pigmente der Ommat- und Ommatengruppe (Ommochrome) bei den Arthropoden. *Z. f. Vererbsh.*, 80, pp. 157—204.
- BUTENAND (A.), WEIDEL (W.), WEICHERT (R.), et DERJUGIN (W.), 1943. — Ueber Kynurenin. Physiologie. Konstitutionsermittlung und Synthese. *Zeit. f. physiol. Chem.*, 279, pp. 27—48.
- CHAUVIN (R.), 1938. — Sur le rougissement du Criquet pèlerin. *C. R. Acad. Sc.*, p. 1018, t. 207.
- 1941. — Contribution à l'étude physiologique du Criquet pèlerin et du déterminisme des phénomènes grégaires. *Ann. Soc. Entom. Fr.*, 110, pp. 133—272.

- 1944. — La théorie de Becker sur la nature de l'Acridioxanthine. *Bull. Soc. Zool. France*, 69, pp. 154—158.
- DANNEEL (R), 1941. — Die Ausfärbung über lebender v- und cn- *Drosophila* Augen mit Produktion des Tryptophanstoffwechsels. *Biol. Zentr.*, 61, pp. 388—399.
- KÜHN (A.) und BECKER (E.), 1942. Quantitative beziehungen zwischen zugeführten Kynurenin und Augenpigment bei *Ephestia kühniella*. *Biol. Zentralbl.*, 62, pp. 303—317.
- OKAY (S.), 1947. — Sur les pigments des ailes postérieures, rouges et jaunes des Acridiens. *Rev. de la Fac. Sci. Univ. Istanbul, Sér. B. T. XII, fasc. I.* pp. 1—8.
- 1947. — Contribution à l'étude du pigment vert chez les Insectes. *Rev. de la Fac. Sci. Univ. Istanbul. B. T. XII, fasc. 2.* pp. 89—105.

(Manuscrit reçu le 26 Mars 1948)