

COMPTES RENDUS DU V^e CONGRÈS
DE
L'UNION INTERNATIONALE
POUR L'ÉTUDE DES INSECTES SOCIAUX

Toulouse 5 - 10 Juillet 1965



Ouvrage publié avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique

LABORATOIRE D'ENTOMOLOGIE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES

LA PRODUCTION DE CHALEUR CHEZ *APIS MELLIFICA* L.¹

M. ROTH,

Maître de Recherches O.R.S.T.O.M.

En 1952, Rémy CHAUVIN, au Laboratoire Apicole de Bures-sur-Yvette, nous demandait d'étudier le thermopreferendum des abeilles. Après avoir obtenu, à l'aide du « temperaturorgel » de HERAN, quelques résultats peu encourageants, nous avons mesuré directement ce thermopreferendum, créé par les abeilles elles-mêmes dans divers récipients calorifugés mis à leur disposition. Nous reprenons ainsi l'hypothèse de CIESIELSKY et BRUNNICH (1922), supposant les abeilles capables de produire des quantités appréciables de chaleur.

En 1962, nous avons repris l'étude de cette production de chaleur, au Laboratoire Central d'Entomologie Agricole de l'O.R.S.T.O.M., afin d'en préciser les diverses contingences écologiques et physiologiques.

A) MÉTHODES EXPÉRIMENTALES

1) Nous avons procédé à des mesures directes de dégagement thermiques à l'aide de calorimètres du type BERTHELOT et d'un calorimètre électrique CALVET.

Les calorimètres BERTHELOT sont adiabatiques. Les abeilles sont placées dans une loquette métallique qui se prolonge par des bandes métalliques plongeant dans l'eau froide du fond du calorimètre. On mesure après un certain temps (1/2 h en général), l'élévation de température de l'eau et du calorimètre (température au début de l'expérience : 10 à 13° C).

La température stimulante n'est donc pas constante au cours de l'expérience, ce qui est l'inconvénient de ces calorimètres; par contre, ils sont aisés à fabriquer au Laboratoire et l'on peut en construire de toutes tailles eu égard au nombre d'insectes que l'ont veut y placer.

Le calorimètre CALVET-PRAT est isothermique et se prête donc à des expériences plus précises, d'autant plus que sa sensibilité est remarquablement bonne. Par contre, l'étroitesse de la cellule expérimentale ne nous permettait des expérimentations que sur des nombres d'abeilles faibles.

(1) Cette étude a fait l'objet d'une thèse de Docteur-Ingénieur soutenue le 5 décembre 1964 à la Faculté des Sciences de Paris et publiée aux Annales de l'Abeille en 1965 (8, I, p. 5-77).

2) Nous avons également procédé à des mesures indirectes grâce aux respiromètres électriques réalisés par HEUSNER à Strasbourg. On mesure alors, dans un temps donné, la consommation d'oxygène. On en déduit ensuite le dégagement thermique grâce à l'équation couramment admise : 1 litre $O_2 = 5 K$ calories. Nous verrons plus loin que ce procédé est loin d'être toujours valable (B, 4).

B) RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Nous avons étudié les diverses modalités et importances de la production de chaleur dans de nombreux cas; suivant l'importance du groupe d'abeilles, leur âge, leur état de satiété, suivant la température ambiante, avec des insectes anesthésiés, etc... nous ne présenterons ici que quatre aspects de cette étude.

1) Effet de groupe.

Nous indiquons, à la figure 1, les productions de chaleur obtenues par abeille et par minute en fonction du nombre des abeilles mises en présence pendant la mesure.

On voit que le dégagement de chaleur est important pour des abeilles isolées ou des petits groupes et se stabilise aux environs de 0,26 calo-

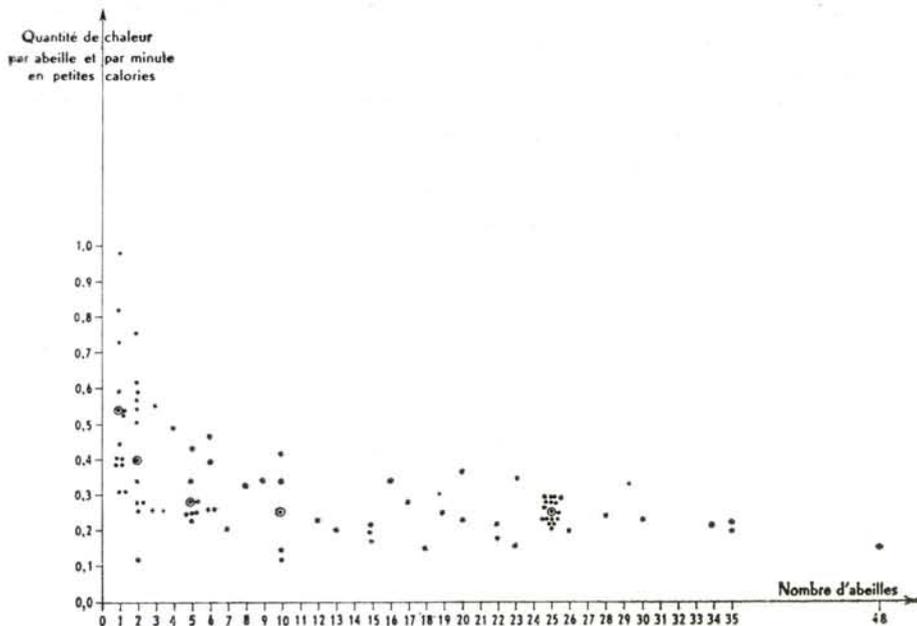


FIG. 1. — Production de chaleur par abeille et par minute en fonction du nombre des insectes mis en présence.

ries par abeille, par minute, lorsque l'on opère avec des groupes suffisamment nombreux. On peut penser que la production de chaleur par abeille est moindre en groupe du fait que, dans ces conditions, les insectes forment ce que l'on appelle la « grappe » en terme d'apiculture, recréant au sein de celle-ci une température plus forte, donc moins stimulante.

Mais ceci ne peut être réalisé pour des groupes aussi faibles que 2, 3, 4, 5 insectes, c'est pourtant à ce niveau que la chute du pouvoir calorifique moyen est la plus forte.

Il y a donc, en réalité, un effet de groupe dépresseur du métabolisme et des expériences plus fines, réalisées au calorimètre CALVET nous ont permis de montrer que ceci existait dès que l'on place deux abeilles en présence.

2) Adaptation de la température à la température ambiante.

Nous indiquons, à la figure 2, les valeurs des productions thermiques obtenues à diverses températures ambiantes et pour des groupes et des abeilles isolées.

Nous voyons que la production de chaleur tend vers 0 lorsque la température ambiante se rapproche du thermopréferendum. La production est plus forte, comme nous le savions déjà, pour des abeilles

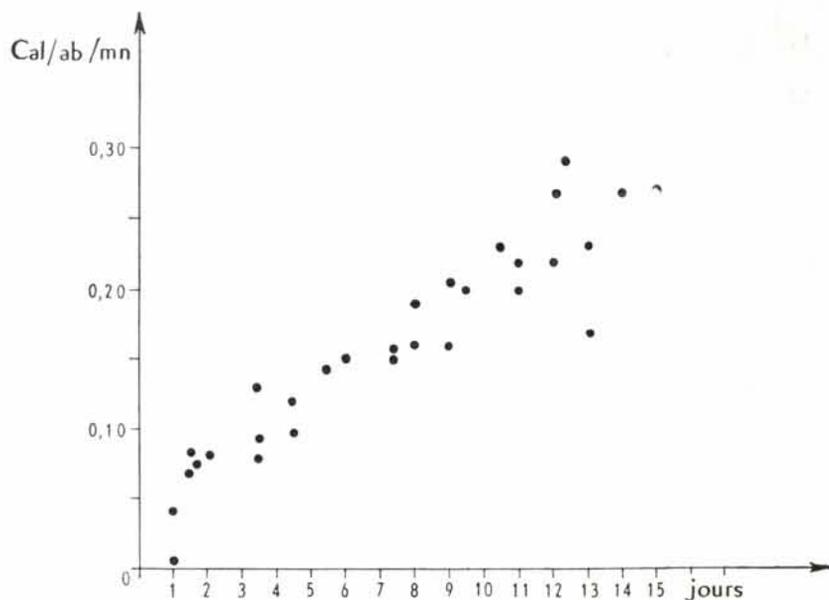


FIG. 2. — Production de chaleur par abeille et par minute en fonction de la température ambiante.

isolées que pour des groupes; remarquons que, pour les abeilles isolées, il y a une chute de la production de chaleur au-dessous de 13° C. C'est que nous sommes en effet alors au-dessous de la température de stimulation et l'abeille s'engourdit. Ceci ne se produit pas avec les groupes qui recréent très rapidement, en leur sein, une température supérieure à 13° C.

Les abeilles se comportent donc à la façon d'homéothermes (tout au moins dans le jour, le phénomène étant inverse la nuit).

3) Production de chaleur suivant l'âge.

Nous avons pensé que, les abeilles réchauffant leur ruche surtout à l'usage du couvain, les « nourrices » devaient être les plus aptes à ce travail, de la même façon que leurs glandes se sont adaptées à leur fonction.

Or, il n'en est rien, le pouvoir calorifique d'une abeille est faible à la naissance et croît régulièrement, avec l'âge, comme le montre la figure 3.

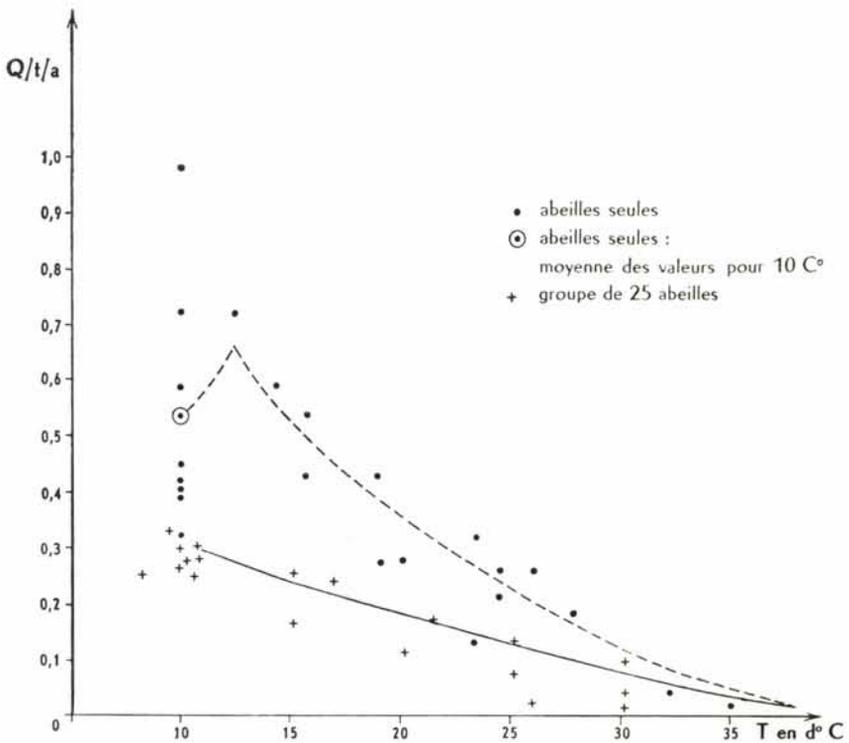


FIG. 3. — Production de chaleur par abeille et par minute en fonction de l'âge de ces insectes.

4) Expériences réalisées en anaérobiose.

Nous avons effectué des mesures en calorimètres dont l'atmosphère interne est remplacée par de l'azote pur.

Dans ces conditions *on obtient un dégagement de chaleur*, faible sans doute, mais trop important pour être expliqué par les minces réserves des sacs aériens.

Dans une atmosphère d'azote pur, les abeilles sont immobiles, comme anesthésiées, aussi avons-nous comparé la production de chaleur dans de telles conditions à celles d'abeilles placées en atmosphère normale, mais anesthésiées au chloroforme.

Si on fait le rapport : chaleur moyenne produite par abeille et par minute en azote (soit 0,029 cal.) sur chaleur produite après anesthésie (soit 0,09 cal.), on trouve, qu'en anaérobiose, la chaleur dégagée représente 32 % de ce qu'elle serait en atmosphère normale.

Or, d'après les hypothèses d'EMBDEN et MEYERHOFF sur la glycolyse, on peut calculer que, par ce principe, 30 % seulement de l'énergie mise en jeu au cours des diverses transformations peut être effectivement « récupérée » sous forme de chaleur ou de travail. La remarquable similitude de ces chiffres nous permet donc de penser que c'est par un tel processus de glycolyse que les abeilles sont capables de produire de la chaleur en absence totale d'oxygène.

C) DISCUSSION

Le mécanisme de cette production de chaleur est maintenant connu, il a été montré qu'il s'agit de microvibrations des muscles thoraciques indiscernables par des procédés mécaniques classiques. On observe souvent, à 15 ou 20° C par exemple, des abeilles parfaitement immobiles et qui produisent pourtant beaucoup de chaleur, alors qu'à 35° C par exemple, bien que remuant et voletant, elles ne produisent que fort peu de calories.

Nous insisterons, pour conclure, sur deux faits très importants :

— Le dégagement de chaleur possible est remarquablement élevé. Si nous considérons des abeilles placées à une température relativement douce, 20° C par exemple, nous observons une production de 0,18 calorie par abeille et par minute. Si les insectes pouvaient maintenir ce rythme de production pendant 24 h, on obtiendrait donc, dans ce laps de temps, le dégagement de 259 calories par insecte, ce qui est énorme (un embryon de poulet, approximativement de même poids produit, à 37°, 77 calories en 24 h).

— Le dégagement de chaleur est d'autant plus fort que la température ambiante est plus faible, ce qui est caractéristique des homéothermes. Mais les abeilles ne peuvent maintenir bien longtemps ce rythme de production de chaleur, d'ailleurs leur cuticule n'est pas

isolante à la façon de la fourrure des mammifères ou du plumage des oiseaux. Après quelque temps passé au froid, la température interne s'abaisse et l'insecte meurt.

Aussi proposerons nous, avec HIMMER, de classer les abeilles dans les *hétérothermes*, suivant la définition de WEINLAND : (les hétérothermes sont des animaux dont la température interne est soumise à d'importantes variations, mais qui sont en mesure d'engendrer de la chaleur, au point que leur propre température peut s'élever, suivant les circonstances et les besoins, à différents degrés).

Intervention de M. KNEITZ.

Avez-vous fait des recherches sur l'influence de l'humidité sur la production de chaleur, car il est très probable que l'humidité joue un grand rôle dans cet aspect ?

Réponse de M. ROTH.

Nous n'avons pas dans nos recherches, fait interférer les notions d'humidité et de température, bien que la corrélation soit certaine. De toute façon, dans nos calorimètres, il existait une quasi-saturation.

Intervention de M^{me} FUZEAU-BRAESCH.

L'effet dépresseur sous l'influence du groupement que M. ROTH met en évidence, est à comparer à la modification de période biologique que j'ai mise en évidence chez le grillon. Qu'en pensez-vous ?

Réponse de M. ROTH.

Il se produit certainement le même effet « tranquilisant ».

Intervention de M. CHAUVIN.

A propos d'une remarque de M^{me} FUZEAU-BRAESCH, s'étonne que l'effet de groupe soit dépresseur du métabolisme chez les grillons et excitateur chez les sauterelles.

Réponse de M. ROTH.

Je pense que les phénomènes sociaux chez les Acridiens sont très particuliers et exèdent la notion d'effet de groupe pour se rapprocher des migrations-suicide des écureuils. L'effet de groupe pur et simple a certainement, d'une façon générale, un effet « tranquilisant ».
