

CORPORA ALLATA, NEUROSECRETION ET EFFET DE GROUPE CHEZ L'ABEILLE D'HIVER

Par G. SITBON

(Laboratoire de Psychophysiologie, Faculté des Sciences, F.67-Strasbourg.)

RÉSUMÉ

La raison pour laquelle les abeilles isolées meurent plus vite que les abeilles groupées n'est ni d'ordre alimentaire ni d'ordre métabolique. De même, les Corpora allata n'ont aucune influence sur la survie des abeilles d'hiver.

Par contre, la Pars intercerebralis d'abeilles groupées par 30 contient plus de cellules neurosécrétrices que celle d'abeilles isolées dans les mêmes conditions expérimentales, après 8 jours d'expérience.

Cette différence statistiquement significative semble être un des facteurs responsables de cette différence de mortalité.

Le déterminisme de cet effet de groupe paraît donc être en relation avec la quantité de neurosécrétion présente dans le cerveau des insectes considérés.

ZUSAMMENFASSUNG

Wie bereits gezeigt haben die Ernährungsweise und der Metabolismus keinen Einfluss im Sterblichkeitsunterschied zwischen isolierten = und gruppierten Bienen.

Nach diesem Experiment bei Winterbienen, kann ich dasgleiche von den Corpora allata behaupten.

Dagegen weist, nach 8 tägigen Versuch, die Pars intercerebralis der gruppierten Bienen mehr Neurosekretion auf, als die der Isolierten unter den gleichen experimentalen Bedingungen.

So scheint diese statistisch bedeutende Differenz die Ursache der grösseren Sterblichkeit der isolierten Bienen zu sein.

Remerciements : Je tiens à exprimer tous mes remerciements à M. le Professeur P. JOLY, à M^{me} L. JOLY et à M^{lle} R. AUBRY pour tous les conseils qu'ils m'ont prodigués tout au long de ce travail, et à M^{lle} M. PEROLINI pour sa collaboration technique.

Introduction.

La différence de mortalité entre abeilles isolées et abeilles groupées, mise en évidence par GRASSÉ et CHAUVIN (1944) et vérifiée quelle que soit la saison (SITBON, 1967 *a* et 1967 *b*), n'est ni due à un refus de nourriture (SITBON, 1967 *a*), ni à une perturbation du métabolisme des sucres totaux (SITBON, 1968 *a*), de l'azote total et de l'eau (1968 *b*).

Par ailleurs, l'administration de gelée royale pure ou d'extraits lipidiques de gelée royale s'est avérée sans influence sur l'effet de groupe chez l'Abeille (SITBON, 1970). De même, l'état physique de l'alimentation (liquide ou solide) n'est pas en mesure d'expliquer cette différence de mortalité (SITBON, 1970). Dans la même optique, j'ai alors envisagé d'abord l'étude des Corpora allata et de la neurosécrétion au niveau de la Pars intercerebralis, chez des abeilles isolées et groupées.

Matériel.

L'expérience a porté sur 88 abeilles isolées et 120 abeilles groupées par 30, prélevées dans une ruche extérieure le 4 novembre 1969. Ce sont donc des abeilles d'hiver âgées de 2 mois à 2 mois 1/2 et susceptibles de vivre encore environ 4 mois (MAURIZIO, 1946 et 1961). Elles disposent de candi et d'eau pure, et sont maintenues à l'obscurité.

Les cagettes d'isolement (PAIN, 1966; SITBON, 1967) sont réparties comme dans les expériences précédentes sur les rayons d'une étuve métallique dont la température est réglée à $32^{\circ} \pm 1^{\circ}$.

A la fin du lancement de l'expérience, j'ai prélevé 20 abeilles sur le même cadre et les

ai traitées immédiatement. Ces témoins directement prélevés dans la ruche serviront de référence et permettront d'étudier l'effet de la claustration.

Méthode.

L'étude des Corpora allata et de la neurosécrétion a été faite, outre les témoins, sur 20 abeilles isolées et 20 abeilles groupées, prélevées à égalité sur les 4 rayons de l'étuve, après 8 jours d'expérience. Tous les insectes prélevés sont immédiatement traités en vue d'une étude histologique.

a) DISSECTION

Chaque abeille maintenue à l'aide d'une pince souple pour entomologiste est sectionnée au milieu du thorax. On ouvre alors la cuticule céphalique par 3 sections, l'une au sommet de la tête et les deux autres, latérales, au niveau des yeux composés. Ces sections sont superficielles et ne doivent pas entamer le cerveau. Le tout est alors épinglé par le reste du thorax dans une petite cuve à dissection contenant du Ringer. Lors de la dissection, on enlève la cuticule frontale après avoir sectionné les pièces buccales, puis on retire toutes les glandes céphaliques. Le cerveau est ainsi suffisamment dégagé pour la fixation. La fin de la dissection a lieu dans le fixateur après 1 à 7 jours de fixation et permet de retirer sans dommage le cerveau et les Corpora allata. Il ne reste plus qu'à enlever le tentorium, opération souvent délicate.

Cette dissection en 2 temps, d'une part, permet une fixation rapide et homogène des tissus et, d'autre part, facilite l'extraction du cerveau dont les tissus sont alors plus fermes.

TABLEAU I. — TAILLE MOYENNE DES CELLULES DES CORPORA ALLATA

ABEILLES TÉMOINS				ABEILLES TRAITÉES : ISOLÉES				ABEILLES TRAITÉES : GROUPEES			
N° lame	S	N	$\frac{S}{N}$	N° lame	S	N	$\frac{S}{N}$	N° lame	S	N	$\frac{S}{N}$
T _{1a}	13 799	14	985	I ₁	17 007	15	1 133	G ₁	—	—	—
T _{2a}	14 042	15	936	I _b	15 748	13	1 211	G ₂	—	—	—
T _{3a}	18 054	18	1 003	I _{aa}	15 496	15	1 033	G ₃	—	—	—
T _{4a}	13 252	13	1 019	I _{ab}	13 291	16	830	G ₄	—	—	—
T _{5a}	17 264	15	1 150	I _{ba}	10 708	11	973	G _{5a}	13 650	16	853
T _{6a}	10 942	11	994	I _{ca}	14 740	15	982	G _{5b}	13 206	13	1 015
T _{7a}	13 617	16	851	I _{cb}	15 433	13	1 187	G _{7b}	10 603	12	883
T _{8a}	15 987	10	1 598	I _{ca}	17 070	19	898	G _{8a}	14 984	13	1 152
T _{9a}	14 103	14	1 007	I _{ba}	12 976	15	865	G _{9a}	15 746	17	926
T _{10a}	13 981	19	735	I _{10a}	13 587	15	905	G _{10b}	15 746	18	874
T _{11a}	10 645	13	818	I _{11b}	—	—	715	G ₁₁	—	—	—
T _{12a}	12 976	14	926	I ₁₂	—	—	—	G _{12a}	14 352	17	844
T _{13a}	14 362	17	844	I ₁₃	—	—	—	G _{13a}	14 914	20	745
T _{14a}	16 503	17	970	I _{13b}	18 222	17	1 071	G _{13a}	15 413	19	811
T _{15a}	14 992	16	937	I _{14a}	13 714	15	914	G _{15b}	12 542	19	660
T _{16a}	14 362	16	897	I _{15a}	10 412	15	694	G _{16a}	9 734	17	572
T _{17a}	—	—	—	I ₁₇	—	—	1 006	G _{17a}	11 357	18	630
T _{18a}	16 566	20	828	I _{18b}	13 079	13	—	G _{18a}	13 790	16	861
T _{19a}	17 196	15	1 146	I _{19a}	11 428	17	672	G _{19a}	14 664	16	916
T ₂₀	—	—	—	I _{20a}	12 761	17	750	G ₂₀	—	—	—
Moyennes	14 591	15	980		14 104	15	933		13 621	16	838

S = surface en μ^2 de la coupe choisie, déterminée au moyen d'un planimètre.

N = nombre de sections nucléaires comptées sur la coupe, à la chambre claire.

$\frac{S}{N}$ = rapport, exprimant la surface moyenne des cellules de la coupe choisie, dans la même unité que S.

b) HISTOLOGIE

L'étude de la Pars intercerebralis, plus délicate que celle des Corpora allata, a déterminé le choix de la méthode histologique. La technique utilisée, tout en étant sélective de la neurosécrétion, est suffisante pour l'examen cellulaire des Corpora allata.

Les cerveaux fixés pendant 2 à 39 jours au Bouin aqueux sont coupés à 5μ après une inclusion précédée de 2 bains de paraffine d'une durée respective de 3 h 30 et 2 h 30.

Les coupes sont colorées au bleu alcian (20 minutes) et au glychemalun (30 minutes).

Résultats.

Comme indiqué dans le paragraphe Méthode, j'ai étudié 20 abeilles témoins (T) directement prélevées dans la ruche, 20 abeilles isolées (I) et 20 abeilles groupées (G), après 8 jours d'expérience. Mais un certain nombre de préparations histologiques n'est pas utilisable et cela apparaîtra dans les tableaux récapitulatifs.

1° LES CORPORA ALLATA

Pour évaluer le niveau d'activité des Corpora allata, j'ai déterminé la taille moyenne de leurs cellules selon la technique de L. JOLY et al. (1968).

Il s'agit de choisir une coupe à peu près équatoriale de la glande à étudier et d'en dessiner le contour externe à la chambre claire. Puis, sur l'image donnée par la chambre claire, on compte par pointage, à l'aide d'un crayon totalisateur, le nombre N de sections nucléaires.

Au moyen d'un planimètre, on détermine

ensuite la surface S de la coupe choisie. On peut alors faire le rapport $\frac{S}{N}$, représentant la surface moyenne de chaque cellule.

Il ne reste plus qu'à comparer les résultats obtenus pour les abeilles témoins, isolées et groupées (tableau I).

Si l'on compare la taille cellulaire des Corpora allata des abeilles témoins à celle des Corpora allata des traitées, sans distinguer abeilles isolées et groupées, l'analyse de variance montre qu'il n'y a aucune différence significative (tableau II).

TABLEAU II

	ABEILLES TÉMOINS	ABEILLES TRAITÉES
Moyenne	980	880
Nombre de données ...	18	30
Ecart-type	187	167

Autrement dit, une claustration de 8 jours est sans effet sur l'activité des Corpora allata d'abeilles d'hiver.

De même, l'analyse statistique de la taille cellulaire des Corpora allata des abeilles traitées isolées et traitées groupées montre que l'isolement ne provoque aucune modification du fonctionnement des Corpora allata par rapport à celui des Corpora allata d'abeilles groupées par 30 (tableau III).

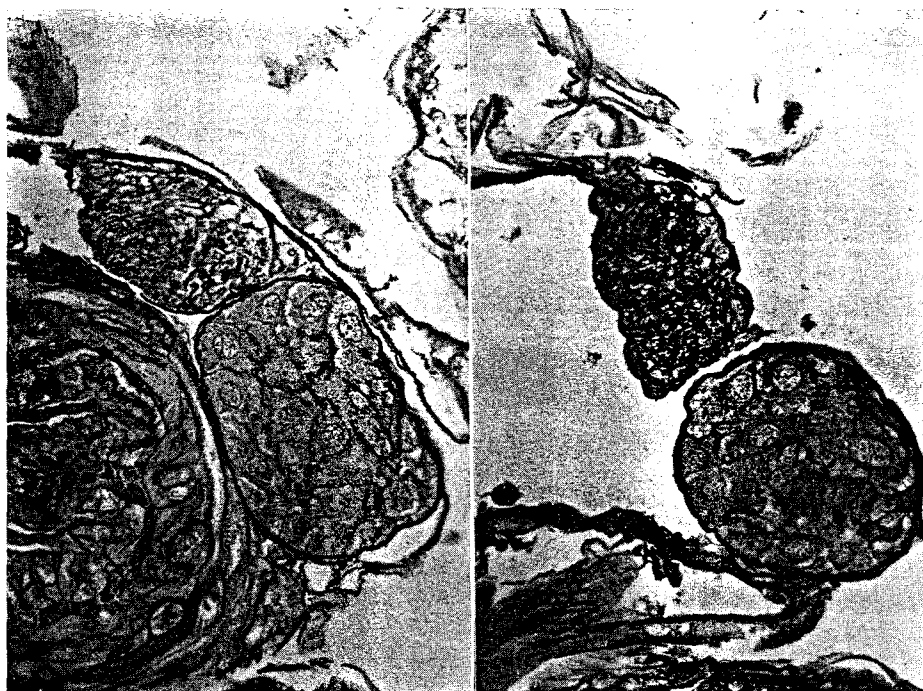
En résumé, les abeilles d'hiver isolées ou groupées par 30, testées après 8 jours d'expérience, ont des Corpora allata au

TABLEAU III

	ABEILLES ISOLÉES	ABEILLES GROUPEES
Moyenne	933	838
Nombre de données ...	16	14
Ecart-type	171	152



A



B

C

PLANCHE I

Comparaison des Corpora allata d'abeilles témoins, d'abeilles traitées isolées et d'abeilles traitées groupées. (Grossissement : $\times 300$.)

PHOTO A. — Coupe passant par les 2 Corpora allata et les Corpora cardiaca (Abeille témoin).

PHOTO B. — Coupe passant par le même niveau. On voit au centre l'œsophage (Abeille traitée isolée).

PHOTO C. — Coupe passant par le même niveau. (Abeille traitée groupée).

Remarquons, dans les 3 coupes, le petit nombre de sections nucléaires, et la taille relativement importante des cellules.

même stade d'activité. Par ailleurs, une claustration de 8 jours est sans effet sur le fonctionnement de ces glandes endocrines. les cellules neurosécrétrices, plus ou moins facilement reconnaissables grâce à leur coloration bleue. Au niveau choisi, les 2 lobes

TABLEAU IV. — NOMBRE DE CELLULES NEUROSECRETtrices (N)
A UN NIVEAU PRÉCIS DE LA PARS INTERCEREBRALIS

ABEILLES TÉMOINS		ABEILLES TRAITÉES : ISOLÉES		ABEILLES TRAITÉES : GROUPÉES	
N° lame	N	N° lame	N	N° lame	N
T _{1a}	32	I _{1a}	25	G _{1a}	—
T _{2a}	25	I _{2a}	23	G _{2a}	25
T _{3a}	19	I _{3a}	24	G _{3a}	34
T _{4b}	17	I _{4a}	31	G _{4a}	34
T _{5a}	23	I _{5a}	26	G _{5a}	29
T _{6a}	19	I _{6b}	26	G _{6a}	42
T _{7a}	25	I _{7a}	26	G _{7a}	39
T _{8a}	24	I _{8a}	23	G _{8a}	37
T _{9b}	18	I _{9a}	29	G _{9a}	29
T _{10a}	31	I _{10a}	29	G _{10a}	26
T _{11a}	25	I _{11a}	32	G _{11a}	31
T _{12a}	23	I _{12a}	34	G _{12a}	32
T _{13a}	30	I _{13a}	31	G _{13a}	32
T _{14a}	27	I _{14a}	34	G _{14a}	34
T _{15b}	28	I _{15a}	26	G _{15a}	33
T _{16a}	28	I _{16a}	26	G _{16a}	24
T _{17a}	29	I _{17a}	33	G _{17a}	31
T _{18a}	27	I _{18a}	30	G _{18a}	31
T _{19a}	28	I _{19a}	32	G _{19a}	29
T _{20b}	23	I _{20a}	29	G _{20b}	40
<i>Moyenne</i>	25	—	28	—	32

2° LA NEUROSECRETION

Pour l'étude de la neurosécrétion, il faut choisir dans la Pars intercerebralis un niveau bien précis et facilement repérable sur toutes les préparations. Puis il faut compter

du protocerebron ne sont plus tout à fait distincts, mais fusionnent dans la partie médiane.

Au centre des 2 lobes, on voit les racines antérieures des corps pédonculés (JONESCU, 1908). Ce niveau se situe peu avant l'apparition du corps central. C'est donc assez pro-

PLANCHE II

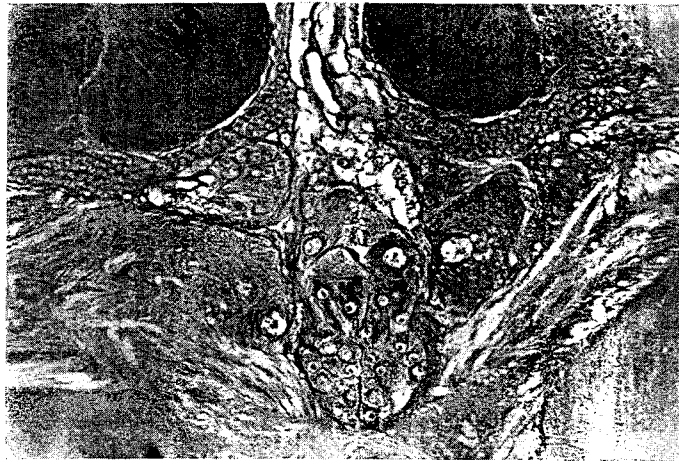
Comparaison de la neurosécrétion à un niveau précis de la Pars intercerebralis chez des abeilles témoins, traitées isolées et traitées groupées. (Grossissement : × 300.)

PHOTO A. — Pars intercerebralis d'abeille témoin, avec peu de cellules neurosécrétrices (plus foncées sur le cliché).

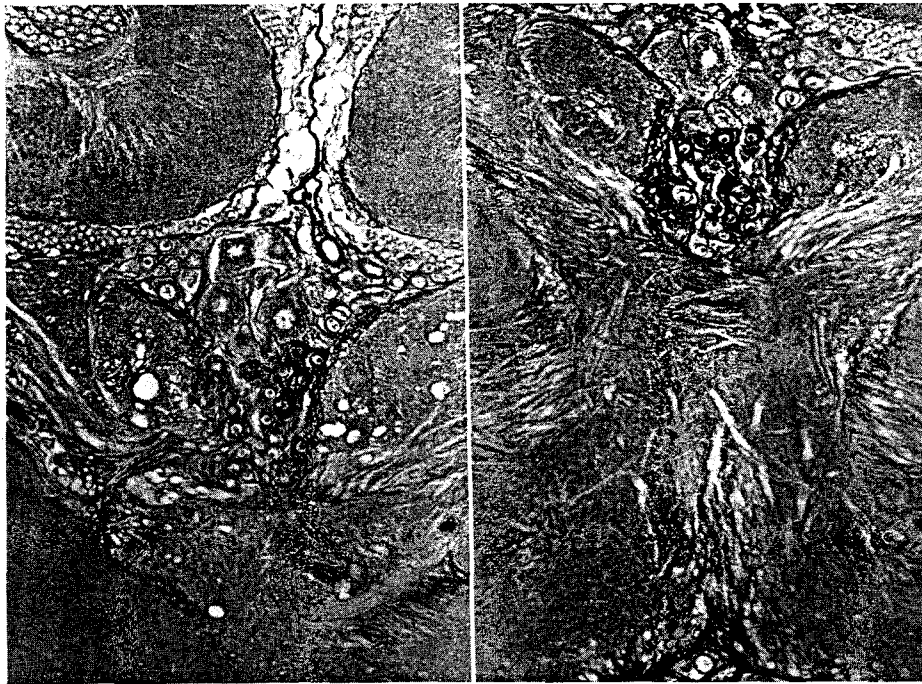
PHOTO B. — Pars intercerebralis d'abeille traitée isolée, avec un plus grand nombre de cellules neurosécrétrices (en noir sur le cliché).

PHOTO C. — Pars intercerebralis d'abeille traitée groupée avec des cellules neurosécrétrices fortement chargées.

Remarquons dans la partie inférieure du cliché la présence de grains de neurosécrétion.



A



B

C

PLANCHE II

fondément dans la Pars qu'a eu lieu le comptage des cellules neurosécrétrices.

Parallèlement, on peut observer, au niveau où les 2 lobes du protocerebron sont encore entièrement distincts, donc plus frontalement, l'importance de la neurosécrétion qui s'écoule.

Les résultats numériques obtenus sont regroupés dans le tableau IV. Ces chiffres montrent que les abeilles traitées ont plus de cellules neurosécrétrices que les abeilles témoins, et l'analyse de variance révèle que cette différence est très hautement significative (tableau V).

Ceci est d'ailleurs nettement confirmé par l'examen des lames microscopiques. Chez les abeilles traitées, la neurosécrétion est

TABLEAU V

	ABEILLES TÉMOINS	ABEILLES TRAITÉES
Moyenne	25	30
Nombre de données ...	20	39
Ecart-type	4,3	4,6

beaucoup plus dense et abondante que dans les cellules neurosécrétrices des abeilles témoins.

En outre, si l'on se reporte à un niveau plus antérieur du cerveau, on constate que, chez les abeilles témoins, les grains de neurosécrétion sont rares et épars entre les deux lobes du protocerebron, alors qu'ils constituent, chez les abeilles traitées, de véritables traînées très aisément repérables.

Par ailleurs, l'analyse statistique des valeurs N obtenues pour les Pars des abeilles traitées isolées et des abeilles traitées groupées par 30, montre que la différence existant entre les 2 séries de mesures est significative à 1 % (tableau VI).

Cette fois donc, l'isolement n'est plus sans influence. En effet, les abeilles groupées par 30 ont une neurosécrétion plus importante que les abeilles maintenues isolées dans les mêmes conditions expérimentales.

TABLEAU VI

	ABEILLES ISOLÉES	ABEILLES GROUPEES
Moyenne	28	32
Nombre de données ...	20	19
Ecart-type	3,5	4,8

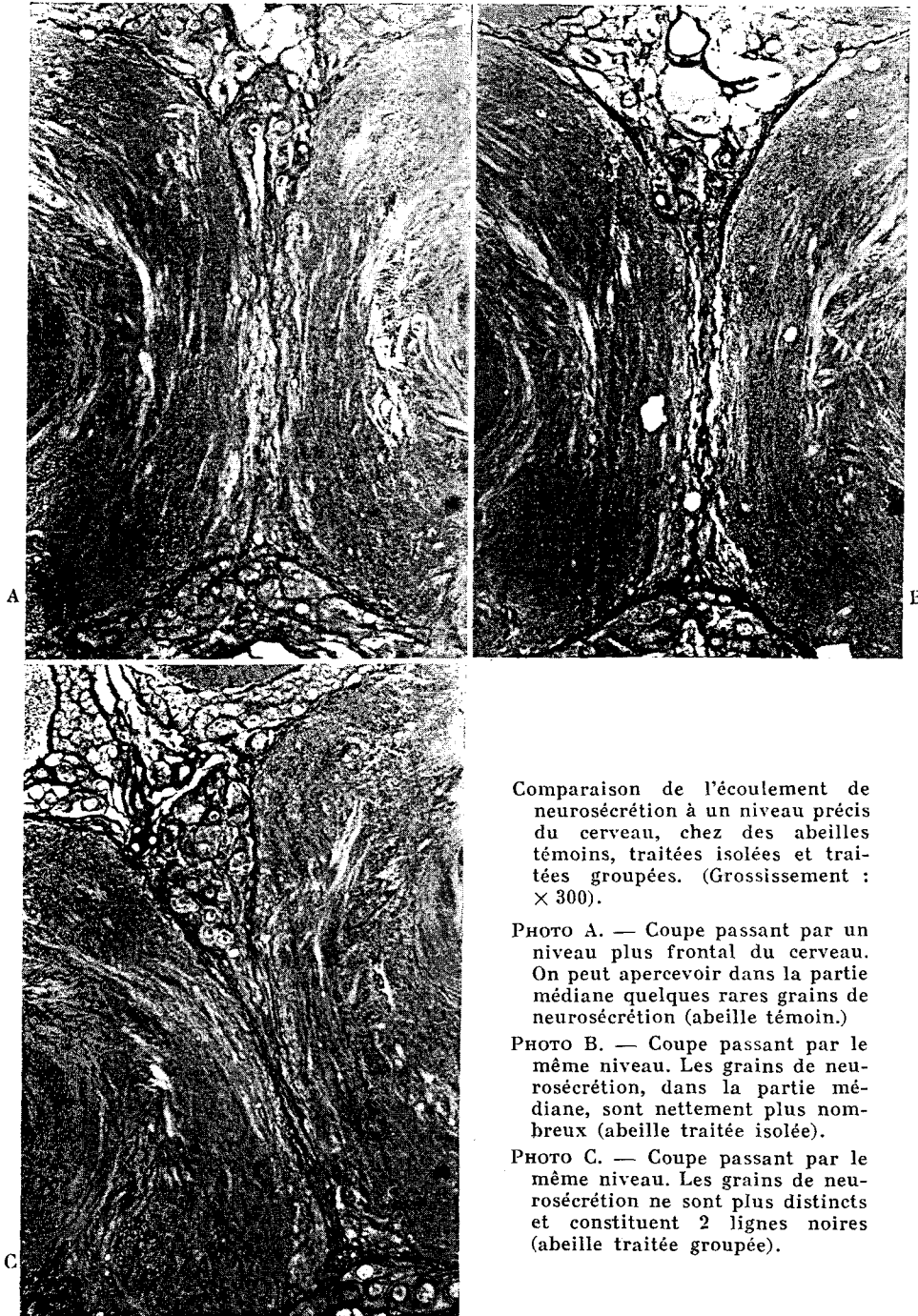
Discussion.

Les glandes endocrines des abeilles isolées ont été comparées à celles d'abeilles groupées par 30. Le nombre d'insectes groupés n'est pas choisi arbitrairement. En effet, si l'effet de groupe existe déjà quand on a 2 abeilles en présence (PAIN, 1960), il n'en demeure pas moins vrai que c'est à partir de 30 individus que l'on peut faire des études convenables sur la durée de vie des abeilles engagées (CHAUVIN, 1952; SITBON, 1967 b).

Par ailleurs, les abeilles ont été traitées après 8 jours d'expérience. Cette durée a été choisie en fonction des expériences précédentes. J'ai, en effet, montré que la mortalité des abeilles d'hiver croissait plus vite après environ 10 jours d'isolement. C'est donc le moment favorable pour percevoir des modifications éventuelles.

1° LES CORPORA ALLATA

L'évaluation de l'activité physiologique des Corpora allata des insectes a suscité de nombreux travaux. Moins nombreux sont ceux consacrés à l'Abeille.



Comparaison de l'écoulement de neurosécrétion à un niveau précis du cerveau, chez des abeilles témoins, traitées isolées et traitées groupées. (Grossissement : $\times 300$).

PHOTO A. — Coupe passant par un niveau plus frontal du cerveau. On peut apercevoir dans la partie médiane quelques rares grains de neurosécrétion (abeille témoin.)

PHOTO B. — Coupe passant par le même niveau. Les grains de neurosécrétion, dans la partie médiane, sont nettement plus nombreux (abeille traitée isolée).

PHOTO C. — Coupe passant par le même niveau. Les grains de neurosécrétion ne sont plus distincts et constituent 2 lignes noires (abeille traitée groupée).

Les techniques utilisées sont variables. Mais la plus fréquemment employée, outre l'étude ultrastructurale, consiste à déterminer le volume des Corpora allata.

Ainsi, PFLUGFELDER (1948) détermine ce volume, chez l'Abeille, par l'intermédiaire de modèles (Plattenmodelle).

P. JOLY (1967) prélève des glandes fraîches, chez *Locusta migratoria*, les place dans une cellule hématimétrique et leur donne la forme d'une galette vaguement circulaire, à faces parallèles. Le volume du Corpus allatum est alors calculé d'après la formule

$$V = e \left[S - \frac{4 - \pi}{8} c L \right]$$

où e est la profondeur de la cellule, S la surface d'une des faces planes et L son périmètre externe.

Pour ma part, j'ai utilisé la technique de L. JOLY et al. (1968), qui ont montré que le rapport $\frac{S}{N}$ est voisin de la surface moyenne de la section des cellules de l'organe par un plan quelconque. Cette technique est loin d'être parfaite, mais elle est suffisante pour une approximation correcte de l'activité des Corpora allata.

Dans son étude, PFLUGFELDER a montré que le volume des Corpora allata est très variable selon l'âge des abeilles; au contraire, la différence est minime quand il étudie des abeilles de même âge. En ce qui me concerne, j'ai étudié des abeilles d'hiver prélevées dans la même ruche, donc un matériel très homogène. Aussi mes résultats confirment-ils les observations de PFLUGFELDER. Les variations individuelles sont faibles. Par ailleurs, les différences entre Corpora allata des abeilles témoins, abeilles isolées et abeilles groupées ne sont pas statistiquement significatives.

Autrement dit, dans les conditions expérimentales choisies, l'isolement ou le grou-

pement par 30, d'une part, et la claustration, d'autre part, sont sans effet sur le fonctionnement des Corpora allata, après 8 jours d'expérience.

2° LA NEUROSECRETION

Elle est présente à différents niveaux. BIEDERMANN (1964) en signale dans la Pars intercerebralis et dans tous les ganglions de la chaîne ventrale. Personnellement, j'en ai aussi observé dans les Corpora cardiaca; mais à ce niveau, l'évaluation de son importance est délicate et surtout trop subjective. C'est pourquoi j'ai limité mon étude à la Pars intercerebralis, région neurosécrétrice la mieux connue.

Chez les abeilles témoins, la neurosécrétion est très peu abondante. En fait, la Pars intercerebralis de ces abeilles a l'aspect d'une glande au repos. En effet, il s'agit d'abeilles d'hiver directement prélevées dans une ruche extérieure, autrement dit d'insectes en diapause.

Pour les abeilles traitées, il y a rupture de diapause et corrélativement la glande redevient active. C'est la raison pour laquelle nous avons noté une neurosécrétion beaucoup plus abondante chez les abeilles traitées que chez les abeilles témoins.

Il me semble, en effet, que la claustration a peu d'influence sur la neurosécrétion d'abeilles d'hiver. BIEDERMANN note bien une diminution de la neurosécrétion chez des abeilles encagées, mais il précise que c'est l'effet de l'obscurité. Il trouve d'ailleurs la même chose chez des abeilles dépourvues d'ocelles.

Au contraire la lumière stimule la neurosécrétion.

Donc, la claustration agit simplement par réduction de lumière.

Or, dans mes expériences, j'utilise des abeilles d'hiver vivant essentiellement à l'intérieur de la ruche, donc à l'obscurité, et les

enferme dans une étuve également obscure. Il n'y a donc pas de variation de lumière susceptible d'expliquer l'augmentation de neurosécrétion notée. C'est pourquoi je l'attribue plutôt à une rupture de diapause.

Outre cette augmentation de la neurosécrétion attribuée à une rupture de diapause, j'ai dénombré plus de cellules neurosécrétrices chez les abeilles traitées groupées par 30 que chez les abeilles traitées isolées. Autrement dit, l'isolement et le groupement agissent aussi sur l'importance de la neurosécrétion chez l'Abeille.

En résumé, la neurosécrétion semble réagir à 2 points : rupture de diapause et isolement ou groupement.

Le déterminisme de l'effet de groupe sur la mortalité paraît donc être d'origine nerveuse.

Seule une contre-épreuve permettrait de confirmer ou d'infirmer cette conclusion. Il faudrait, soit détruire la Pars intercerebralis chez des abeilles que l'on grouperait, soit au contraire implanter des Pars intercerebralis à des abeilles que l'on maintiendrait isolées.

Dans le premier cas, il devrait s'ensuivre pour les abeilles groupées après traitement une mortalité identique à celle notée chez les abeilles isolées et normales. Dans le deuxième cas, les abeilles traitées et isolées devraient présenter une survie aussi longue que celle notée chez des abeilles normales groupées.

Mais l'Abeille est un insecte social se prêtant mal à toute intervention, si minime soit-elle, et à plus forte raison à des interventions aussi radicales que celles citées ci-dessus. Par ailleurs, BIEDERMANN a montré que l'anesthésie a une influence sur la neurosécrétion. Ainsi, le CO₂ augmente la neurosécrétion.

La contre-épreuve ne semble donc pas réalisable, et ce d'autant plus que le critère à étudier est la mortalité.

On pourrait tout au plus envisager d'autres expériences pour confirmer les résultats ci-dessus et en particulier l'utilisation d'abeilles d'été. Mais cela ne constituerait tout de même pas une preuve irréfutable du rôle de la neurosécrétion dans le déterminisme de l'effet de groupe chez l'Abeille.

Conclusion.

Les Corpora allata, tout comme l'alimentation et le métabolisme général, ne jouent aucun rôle déterminant dans la différence de mortalité notée entre abeilles isolées et abeilles groupées. Il en va différemment pour la neurosécrétion qui semble être un des facteurs responsables de cet effet de groupe chez l'Abeille.

BIBLIOGRAPHIE

- BIEDERMANN (M.), 1964. — Neurosekretion bei Arbeiterinnen und Königinnen von *Apis mellifica* unter natürlichen und experimentellen Bedingungen. *Z. wiss. Zool.*, **170**, p. 256-308.
- CHAUVIN (R.), 1952. — Sur le déterminisme de l'effet de groupe chez les abeilles. *Physiol. comp. Écol.*, **1**, p. 1-7.
- GRASSE (P. P.), CHAUVIN (R.), 1944. — L'effet de groupe et la survie des neutres dans les sociétés animales. *Rev. sci.*, **7**, p. 461-464.
- JOLY (L.), JOLY (P.), PORTE (A.) et GIRARDIE (A.), 1968. — Etude physiologique et ultrastructurale des Corpora allata de *Locusta migratoria* L. (Orthoptère) en phase grégaire. *Arch. Zool. Exp. Gen.*, **109**, (4), p. 703-728.
- JOLY (P.), 1967. — Comparaison du volume et de l'activité physiologique des Corpora allata de *Locusta migratoria* L. *Ann. Soc. Ent. Fr.*, **3**, p. 601-608.
- JONESCU (C. N.), 1909. — Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn der Honigbiene. *Jena. Z. Naturwiss.*, **45**, p. 111-180.
- MAURIZIO (A.), 1946. — Beobachtungen über die Lebensdauer und den Futterverbrauch gefangen gehaltener Bienen. *Beih. Schweiz. Bienenztg.*, **2**, (13), p. 1-14. — 1961. Lebensdauer und Altern bei der Honigbiene (*Apis mellifica* L.). *Gerontologia*, **5**, p. 110-128.

- PAIN (J.), 1960. — De l'influence du nombre des abeilles encagées sur la formation des œufs dans les ovaires de l'ouvrière. *C. R. Acad. Sci.*, **250**, (14), p. 2629-2631. — 1966. Nouveau modèle de caquettes expérimentales pour le maintien d'abeilles en captivité. *Ann. Abeille*, **9**, (1), p. 71-76.
- PFLUGFELDER (O.), 1948. — Volumetrische Untersuchungen an den Corpora allata der Honigbiene, *Apis mellifica* L. *Biol. Zbl.*, **67**, p. 223-241.
- SITBON (G.), 1967 *a*. — L'effet de groupe chez l'Abeille. I. L'Abeille d'hiver, survie et consommation de candi des Abeilles isolées ou groupées. *Ann. Abeille*, **10**, (2), p. 67-82. — 1967 *b*. L'effet de groupe et la mortalité des abeilles d'hiver et d'été, isolées et groupées. *Ann. Abeille*, **10**, (4), p. 203-212. — 1968 *a*. Les sucres totaux chez l'Abeille d'hiver en fonction de l'isolement. *Insectes Soc.*, **15**, (1), p. 37-44. — 1968 *b*. Teneur en eau et en azote chez l'Abeille en fonction de l'isolement. *Insectes Soc.*, **15**, (4), p. 413-418. — 1970. Les effets du mode d'alimentation et de la gelée royale sur la survie des Abeilles d'été en fonction de l'isolement. *Apidologie* **1**, (4), p. 423-438.
-