



HAL
open science

ÉTUDE, AU MOYEN DE RADIO-ISOTOPES, DES ÉCHANGES DE NOURRITURE ENTRE REINES, MÂLES ET OUVRIÈRES D'APIS MELLIFICA L

Francine Delvert-Salleron

► **To cite this version:**

Francine Delvert-Salleron. ÉTUDE, AU MOYEN DE RADIO-ISOTOPES, DES ÉCHANGES DE NOURRITURE ENTRE REINES, MÂLES ET OUVRIÈRES D'APIS MELLIFICA L. Les Annales de l'Abeille, 1963, 6 (3), pp.201-227. <hal-00890177>

HAL Id: hal-00890177

<https://hal.science/hal-00890177v1>

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

ÉTUDE, AU MOYEN DE RADIO-ISOTOPES, DES ÉCHANGES DE NOURRITURE ENTRE REINES, MÂLES ET OUVRIÈRES D'*APIS MELLIFICA L.*

Francine DELVERT-SALLERON

Station de Recherches sur l'Abeille et les Insectes sociaux, Bures-sur-Yvette (Seine-et-Oise)

SOMMAIRE

Le présent travail vise à introduire la méthode des traceurs radioactifs dans l'étude des échanges de nourriture entre les différentes catégories d'habitants de la ruche.

Nous déterminons tout d'abord les conditions d'expérimentation optimum. Le radio-isotope utilisé est le phosphore 32 ; il est incorporé à la nourriture.

Dans les premières quarante-huit heures, il est possible de suspecter une préférence des abeilles nourrices pour leurs sœurs. Par la suite, des résultats contradictoires ont été obtenus.

Les mâles semblent, dans certaines conditions, susceptibles de se nourrir seuls. Ils préfèrent cependant être nourris par des ouvrières.

Les ouvrières reçoivent la nourriture des mâles, soit par ingestion des régurgitations, soit par nourrissage direct.

Les reines transmettent la nourriture ou les substances contenant les traceurs radioactifs aux ouvrières ; dans un groupe restreint certaines ouvrières sont privilégiées et participent plus que les autres à ces échanges.

INTRODUCTION

Les échanges de nourriture entre les individus composant une ruche sont particulièrement intenses. Ils jouent un rôle très important dans la vie de la ruche et surtout dans la diffusion de substances comparables aux hormones et généralement désignées sous le terme de phéromone (PAIN, 1961).

NIXON et RIBBANDS (1952) ayant fait ingérer à six ouvrières du sirop de sucre marqué au moyen de phosphore 32, ont constaté que, sur les 24 500 individus présents dans la ruche, 60 p. 100 présentaient des traces très nettes de radioactivité au bout de vingt-quatre heures.

OERTEL et al. (1953) ont, de leur côté, étudié les échanges de nourriture entre les mâles et les ouvrières au moyen de sirop de sucre marqué au carbone 14.

Au cours de leurs études du rayon d'action des butineuses, COURTOIS et LECOMTE (1958) en marquant les abeilles avec de l'or 198, ont constaté que 100 p. 100 des ouvrières devenaient radioactives au bout de trente-six heures.

Poursuivant des recherches dans la même direction que ces différents auteurs, nous nous sommes attachés plus spécialement à l'étude des échanges de nourriture entre les différents individus de la ruche, soit entre des individus appartenant à une même caste, soit entre des individus de caste ou de sexe différent.

Il est particulièrement indiqué d'utiliser la méthode des radio-isotopes pour l'étude des échanges de nourriture. Les transferts les plus infimes sont décelables sans exiger une observation continuelle et directe.

Après avoir discuté des méthodes employées, nous exposerons successivement les travaux entrepris sur les ouvrières, sur les mâles, puis sur les reines.

MÉTHODES EXPÉRIMENTALES ET MATÉRIEL UTILISÉ

Dans la mesure du possible, les abeilles mises en expérience étaient d'âge connu : nées en étuve. Dans d'autre cas, cependant, il s'agissait d'abeilles prélevées sur des cadres et constituant un échantillon représentatif de la population d'une ruche déterminée.

1^o) Cagettes

Les abeilles ont été placées dans des cagettes du type *Liebfeld* formées d'un cadre de bois, fermé par deux vitres coulissantes. Pour les expériences portant sur les échanges de nourriture entre ouvrières, ces cagettes ont été transformées par accolement en cagettes doubles ou triples, afin de séparer les abeilles en deux ou trois groupes ; les compartiments communiquaient entre eux par des plaques de matière plastique percées de trous de 3,75 mm de diamètre, de telle sorte que les abeilles puissent passer leur tête sans toutefois franchir la séparation.

Les cagettes étaient équipées d'un abreuvoir contenant de l'eau et d'une mangeoire garnie de candi à reines.

2^o) Température

Les cagettes ont été placées dans une étuve à 30°C.

Pour les expériences sur les mâles, d'importantes mortalités se sont produites à cette température. Nous avons alors suivi les indications données par MATHIS (1961) en les conservant à la température de 23°C, c'est-à-dire à la température du laboratoire en été. Dans ces conditions, la longévité des mâles a été nettement supérieure et le comportement des ouvrières n'a pas paru notablement perturbé.

3^o) Nourrisseur

La nourriture solide était présentée dans une petite boîte de matière plastique de 4 cm sur 2,7 et de 7 mm de haut. Dans cette boîte, la quantité de nourriture était toujours supérieure à celle nécessaire aux abeilles.

Nous avons employé une nourriture liquide lorsque nous désirions rendre radioactif un seul insecte sans risque de contamination extérieure. Nous nous servions alors d'un nourrisseur constitué d'un petit tube de verre placé verticalement sur un socle. Le niveau de miel ou de la solution sucrée contenant le radio-isotope est toujours suffisamment bas pour que l'abeille ne puisse polluer ses pattes, mais suffisamment haut pour qu'elle y ait accès avec le bout de sa langue (fig. 1, 2, 3).

4^o) Choix de l'isotope

A la suite d'un certain nombre d'auteurs, nous avons choisi le phosphore 32 tel qu'il est fourni par le C. E. A. sous forme de phosphate monosodique ; il est ainsi facilement assimilable par l'organisme et aisément incorporable à la nourriture. Le phosphore 32 a une période de désintégration



FIG. 1. — *Prise de nourriture par un mâle isolé*

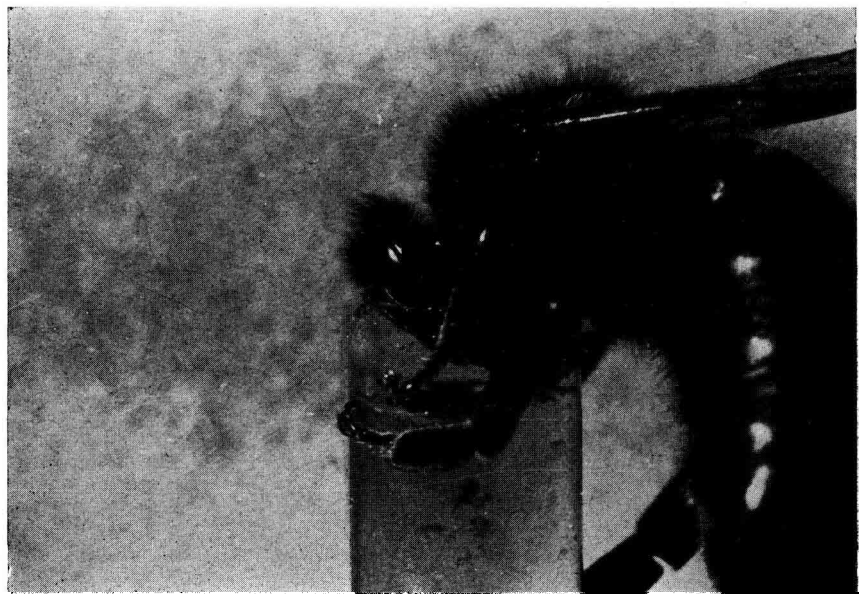


FIG. 2. — *La reine*

de 14,3 jours. Nous devons toutefois tenir compte de sa période biologique, c'est-à-dire de son temps moyen de séjour dans l'organisme avant élimination. On calcule la période apparente selon la formule :

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_r} + \frac{1}{T_b}$$

T : période apparente

T_r : période radioactive

T_b : période biologique

Les auteurs considèrent généralement que la période apparente permet de travailler dans des conditions satisfaisantes.

Le phosphore 32 se dissout facilement dans l'eau sucrée ; on obtient alors une solution à taux de radioactivité homogène. Son émission de radiation β d'énergie minimum de 1,707 MeV, permet une détection commode par un compteur Geiger-Müller de type cloche.

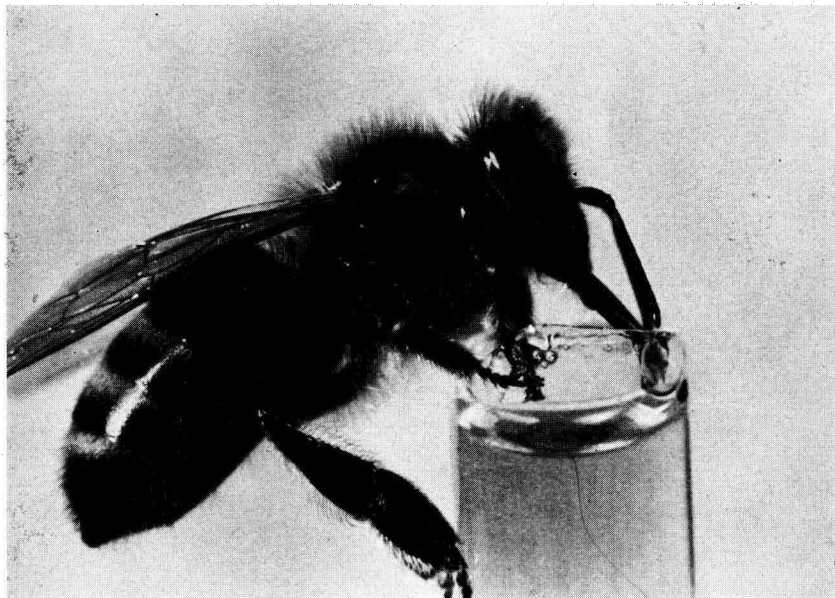


FIG. 3. — Une ouvrière

5°) Introduction de l'isotope

Il y a un grave danger de manipulation à incorporer l'isotope radioactif dans le miel en train de chauffer. Pour éviter les risques de contamination au cours de la fabrication du candi, nous ne pouvons l'introduire qu'une fois le candi fait, avant qu'il ne refroidisse. Cela n'a été réalisable qu'à l'intérieur d'une boîte à gants.

Il fallait aussi s'assurer de l'homogénéité de la radioactivité de la pâte. Nous avons préparé différentes sortes de candi, en incorporant au moment du refroidissement différentes concentrations de colorants ; par exemple, un ou deux cm³ de bleu de méthylène. On obtient une pâte uniformément colorée, d'où l'on peut conclure que les substances radioactives se mélangeaient au candi avec la même homogénéité.

Cependant, pour contrôler cette homogénéité, nous avons mesuré la radioactivité de boulettes de candi de poids croissants. Le phénomène d'autoabsorption entraîne évidemment des erreurs ; par exemple, pour une boulette de 262 mg, le taux de comptage varie entre 4 276 et 8 020 coups par minute, selon que le candi est amassé ou étalé en plaque. Pour pallier cet inconvénient, il suffit de dissoudre les boulettes de poids différents dans un même volume d'eau, un cm³, contenu dans des cupules identiques. Nous obtenons alors une courbe qui confirme l'homogénéité de la préparation de candi.

6°) *Nocivité du rayonnement*

COURTOIS et LECOMTE (1959) ont montré qu'un rayonnement de 18 000 Roentgens est admissible pour l'abeille, alors que la dose admise pour l'homme est de 600 Roentgens. Cette résistance permet d'opérer des marquages à l'aide de radioéléments artificiels d'une assez forte activité, sans risque de tuer prématurément les insectes ou de modifier leur comportement de façon appréciable.

7°) *Méthode du comptage*

Nous avons employé un compteur Geiger-Müller du type cloche, fabriqué par le Laboratoire des Télécommunications : 13 AP 7.

Son seuil de tension est de 1 350 volts, le palier est de 300 volts ; nous avons travaillé avec une tension constante de 1 475 volts. Le mouvement propre de l'appareil, situé dans une cave et protégé par 5 cm de plomb, est compris entre 10 et 14 coups par minute ; ce mouvement propre (dit aussi bruit de fond) est déterminé avant chaque expérience par un comptage d'au moins 10 minutes.

Le tube G.-M. est placé dans un château de plomb, dans lequel on introduit les objets ou les animaux faisant l'objet de la mesure.

Les animaux sont placés près du tube dans les meilleures « conditions de géométrie ». On désigne sous le nom de « géométrie » la position de l'échantillon par rapport au tube. Il importe d'effectuer la mesure à peu de distance de la fenêtre du compteur, et de telle manière que la position de l'objet soit constante et reproductible dans les différentes expériences. L'excentrage de la source est une cause d'erreur, ainsi que la variation de la distance à la fenêtre.

Il faut bien préciser que les chiffres donnés par le compteur ne sont pas les valeurs absolues mais représentent des chiffres proportionnels à la radioactivité réelle.

C'est pourquoi dans nos résultats nous ne nous attachons pas à leur valeur absolue, mais à leur signification par rapport aux autres chiffres.

Le comptage s'opère de façons différentes selon que l'on a affaire à une abeille morte ou vivante.

L'insecte mort est introduit sous le compteur au moyen d'un porte-objet dont il est isolé par un papier-filtre, ceci pour éviter toute contamination. Une mesure du bruit de fond tous les dix comptages permet de s'assurer qu'il n'y a pas eu contamination.

L'insecte vivant, préalablement endormi au CO₂, est introduit dans une petite boîte cubique en carton dont la face tournée vers le compteur est en cellophane. Cette boîte de 2 × 2 cm est placée de la même façon qu'un animal mort sous le compteur. L'absorption due au couvercle de cellophane est négligeable.

Les chiffres des résultats donnés dans les différents tableaux sont exprimés en « coups nets », c'est-à-dire après avoir déduit le bruit de fond ; nous indiquons cependant toujours ce dernier.

8°) *Dissection des reines radioactives*

Pour étudier la localisation du phosphore 32, nous avons entrepris de disséquer les cadavres de reines.

Nous avons tout d'abord opéré à sec, craignant que le phosphore ne se dissolve pas dans l'eau de la cuve. Mais les difficultés rencontrées nous ont fait abandonner cette technique, les organes adhéraient les uns aux autres et une dissection fine était à peu près impossible. Il nous a paru préférable, par la suite, de disséquer dans une solution concentrée de phosphate de sodium. Une goutte de cette solution, après emploi, passée dans le château de plomb n'était pas radioactive. Dans ces conditions, nous avons pensé que la dissolution du phosphate radioactif était insignifiante.

9°) *Marquage des abeilles à la peinture*

Dans certaines expériences, il a fallu marquer les abeilles pour les reconnaître d'un jour sur l'autre.

Selon la méthode de VON FRISCH, nous les avons numérotées à l'aide de tâches colorées. La peinture utilisée sèche rapidement. Elle présente de plus l'avantage d'être fournie par petites quantités dans de multiples coloris (marque Humbrol-Plastic Enamel). En variant la couleur des tâches, leur nombre et leur position, tantôt sur le thorax, tantôt sur l'abdomen, ou sur les deux, c'est avec la plus grande facilité que nous pouvons distinguer un assez grand nombre d'abeilles.

10°) *Anesthésie*

Au cours des expériences, nous avons été obligés d'endormir plusieurs fois les abeilles bien que cette anesthésie par le gaz carbonique présente des inconvénients, comme l'ont signalé de nombreux auteurs. Les abeilles sont endormies au moment de leur mise en cagette, au moment de leur marquage, et à chaque passage sous le compteur. Ceci permet d'expliquer la très forte mortalité qui nous a gêné dans un certain nombre d'expériences.

RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

I. — ÉCHANGES DE NOURRITURE ENTRE OUVRIÈRES

Comme nous l'avons déjà signalé plus haut, le mode de répartition de la nourriture à l'intérieur de la ruche a été mis en évidence par NIXON et RIBBANDS (1952). Six abeilles sont introduites dans la ruche après avoir ingéré de la nourriture rendue radioactive par le phosphore 32. Au bout de quatre heures, 15 p. 100 des abeilles sont devenues radioactives, ce qui représente 62 p. 100 des butineuses. Vingt-sept heures après le début de l'expérience, 43 p. 100 à 60 p. 100 des ouvrières sont radioactives.

COURTOIS, LECOMTE et SALLERON (1961), lors d'une expérience analogue, ont constaté que la répartition de la nourriture se faisait à partir du « centre thermique » de la ruche en hiver.

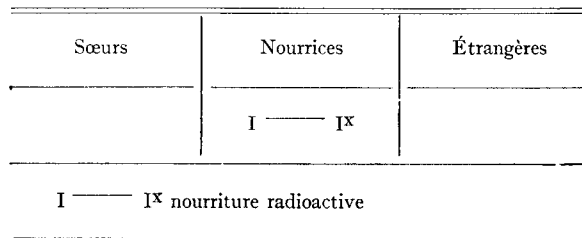
Bien d'autres points de la biologie de l'abeille ouvrière peuvent cependant être éclaircis en utilisant la méthode des radio-isotopes ; en particulier nous avons essayé de répondre à la question suivante :

Les abeilles préfèrent-elles nourrir leurs sœurs plutôt que des étrangères ?

Les abeilles peuvent distinguer leurs sœurs, d'abeilles provenant d'une autre ruche. Une expérience consistant à mettre dans une cagette triple dont les compartiments sont séparés par une grille trois lots d'abeilles : un dans le compartiment central avec nourriture à sa disposition, les deux autres constitués, l'un par des abeilles venant de la même ruche, l'autre venant d'une autre ruche dans les compartiments latéraux dépourvus de nourriture, montre qu'en vingt-quatre heures la mortalité est trois fois moins importante chez les sœurs que chez les étrangères ; cette différence s'annulant au bout de trois jours (KALIFMAN, 1955).

Le marquage de la nourriture des abeilles du compartiment central semblait une excellente méthode pour étudier ce phénomène. Elle devrait permettre de constater si les abeilles mortes n'avaient pas été nourries et d'évaluer l'importance des échanges entre abeilles.

Pour ce genre d'expérience, nous avons employé les cagettes précédemment décrites. Seules les abeilles du compartiment central reçoivent du candi radioactif, les autres n'ont que de l'eau. Nous pouvons schématiser de la façon suivante le plan de l'expérience :



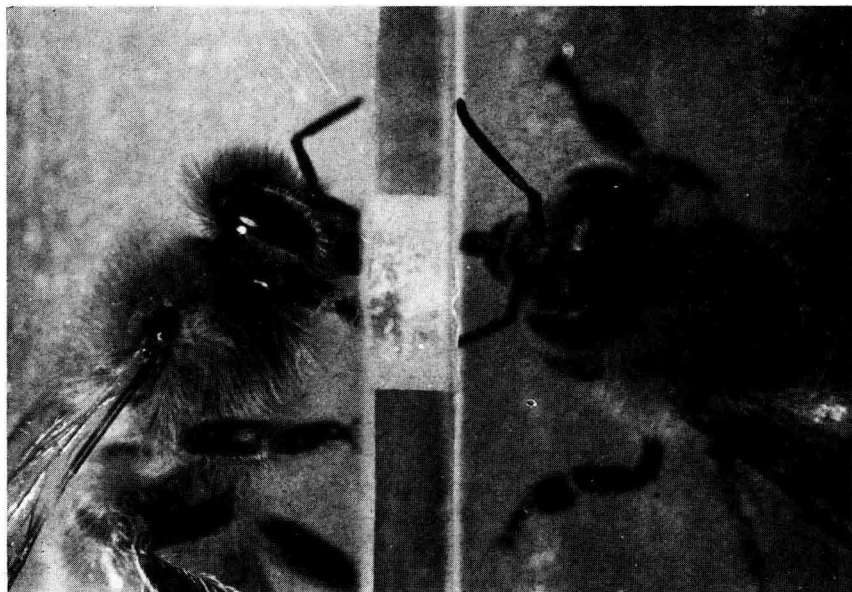


FIG. 4. — Échange entre deux abeilles au travers d'une grille

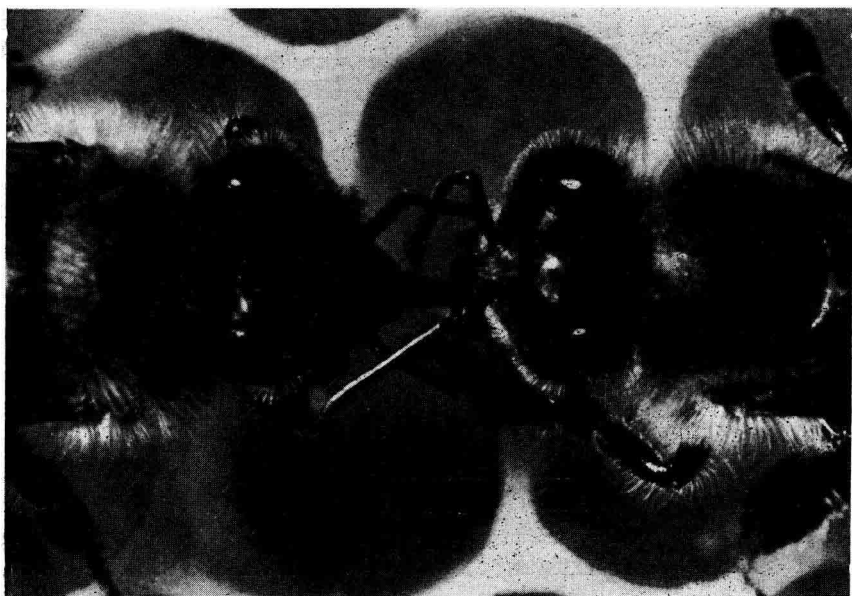


FIG. 5. - - Échange entre deux abeilles

Pour la facilité de l'exposé, nous conviendrons d'appeler : nourrices, les abeilles qui reçoivent de la nourriture, sœurs, celles qui proviennent de la même ruche et, étrangères, celles qui proviennent d'une ruche différente. Les nourrices peuvent alimenter les sœurs et les étrangères. Lors de la mise en cagette, le nombre d'abeilles sœurs et le nombre d'abeilles étrangères est toujours le même. A la fin de l'expérience, après avoir compté la radioactivité des cadavres, on tue toutes les abeilles de la cagette avec de l'acétate d'éthyle, avant de mesurer la radioactivité de chaque insecte. Les résultats obtenus, très différents selon les cagettes, ne sont utilisables que pour comparer la radioactivité des lots d'une même cagette. Pour pouvoir comparer les résultats de deux essais successifs, nous avons évalué la radioactivité moyenne d'une abeille pour chaque lot, et nous l'avons convertie en pourcentage par rapport à la radioactivité moyenne d'une nourrice du même essai. Ces pourcentages nous ont donné des grandeurs comparables d'un essai à l'autre.

Un numéro a été attribué à chaque essai ; comme les lots d'abeilles présentaient des mortalités différentes, nous avons évalué la radioactivité moyenne par lots, en ne tenant compte que des chiffres obtenus par le comptage des abeilles vivantes.

Les résultats ont été reportés sur un graphique dont le mode de représentation est le suivant :

— en abscisse est porté le nombre d'abeilles vivantes en fin d'expériences,

— en ordonnée, le pourcentage de la moyenne de la teneur en radioisotope des abeilles sœurs (S), ou étrangères (E), établi par rapport à celle des nourrices.

Par exemple, dans l'essai n° 3, à la fin de l'expérience, il y avait :

19 sœurs totalisant 78 267 coups/mn ;

16 étrangères totalisant 20 108 coups/mn ;

38 nourrices totalisant 288 188 coups/mn ;

Le taux de radioactivité moyenne pour une sœur est de 78 267 : 19, ce qui nous donne, une fois le calcul fait, 4 119 coups/mn ; pour une étrangère, il sera de 20 108 : 16, soit 1 256 coups/mn, et pour une nourrice, de 288 188 : 38, c'est-à-dire de 7 587 coups/mn.

Une fois établi le taux de radioactivité moyenne d'une abeille de chaque lot, nous calculons ce que représente en pourcentage le chiffre trouvé pour les sœurs et les étrangères, par rapport à celui trouvé pour les nourrices :

$$\text{soit, pour les sœurs : } \frac{4\ 119 \times 100}{7\ 587} = 54 \%$$

$$\text{pour les étrangères : } \frac{1\ 256 \times 100}{7\ 587} = 16 \%$$

Dans cette expérience, nous dirons que les sœurs représentent 54 p. 100 de la radioactivité des nourrices, tandis que les étrangères n'en représentent que 16 p. 100.

Les résultats de cet essai n° 3 sont traduits par deux points que nous réunissons : le segment SE ainsi formé fait un angle avec l'axe des ordonnées ; plus cet angle sera petit, plus la mortalité aura été similaire chez les sœurs et chez les étrangères. La projection du segment sur l'axe des ordonnées matérialise la différence Δ du taux de radioactivité des deux lots d'ouvrières (fig. 6, 7, 8, 9.).

Chaque expérience sera ainsi représentée par un segment de droite.

A) — *Expérience portant sur deux jours au maximum.*

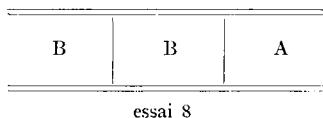
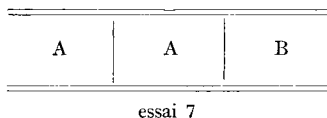
Huit essais ont été faits dans ces conditions.

Le n° 1 et le n° 8 ont montré pour les étrangères une radioactivité supérieure à celle de leurs sœurs. Les autres, au contraire, montrent une supériorité très nette chez les sœurs. Si on fait la moyenne des taux de radioactivité des abeilles nourries dans les huit essais, on obtient les chiffres suivants :

37 p. 100 pour les sœurs ;
25 p. 100 pour les étrangères ;

Les différences de radioactivité entre les deux lots ne sont pas très importantes, mais il semble, d'après les résultats globaux, *que les sœurs se font plus facilement nourrir que les étrangères.*

Si nous regardons la pente des segments, nous remarquons que dans sept cas sur huit, ce sont les abeilles les plus radioactives qui montrent la mortalité la plus faible. Seul l'essai 4 présente une pente inversée : ceci rejoint les affirmations de KALIFMAN. Mais, étudions plus particulièrement les résultats donnés par les essais 7 et 8. Dans ces cagettes, les abeilles provenaient de deux ruches que nous appellerons ruche A et ruche B. Les expériences ont été faites symétriquement : en 7 la ruche A fournissait les nourrices et en 8 c'était la ruche B qui les fournissait. Voici comment nous pourrions indiquer la composition des cagettes dans un schéma qui parlera plus clairement.



Une des ruches présente une mortalité importante : ses abeilles utilisées comme « sœurs » comptent 7 mortes, et employées comme étrangères elles en comptent 11 : la mortalité est plus grande chez les étrangères que les chez sœurs.

Mais si nous considérons l'autre ruche, aucune de ses abeilles, que ce soit en tant que sœur ou en tant qu'étrangère, n'est morte. Se baser sur la mortalité nous paraît donc insuffisant comme moyen de contrôle.

D'autre part, le taux de radioactivité moyen par abeille de chaque lot nous permet de constater les phénomènes suivants :

Pour l'essai 7, les sœurs et les étrangères sont aussi radioactives les unes que les autres et la cagette 8, par contre, nous montre une supériorité des étrangères sur les sœurs.

	Sœurs	Nourrices	Étrangères
Essai 7	29 %	1286	30 %
Essai 8	7 %	2630	32 %

Ces seuls faits nous montrent que les résultats donnés par le comptage de la radioactivité des vivantes et ceux fournis par l'étude de la mortalité sont en désaccord.

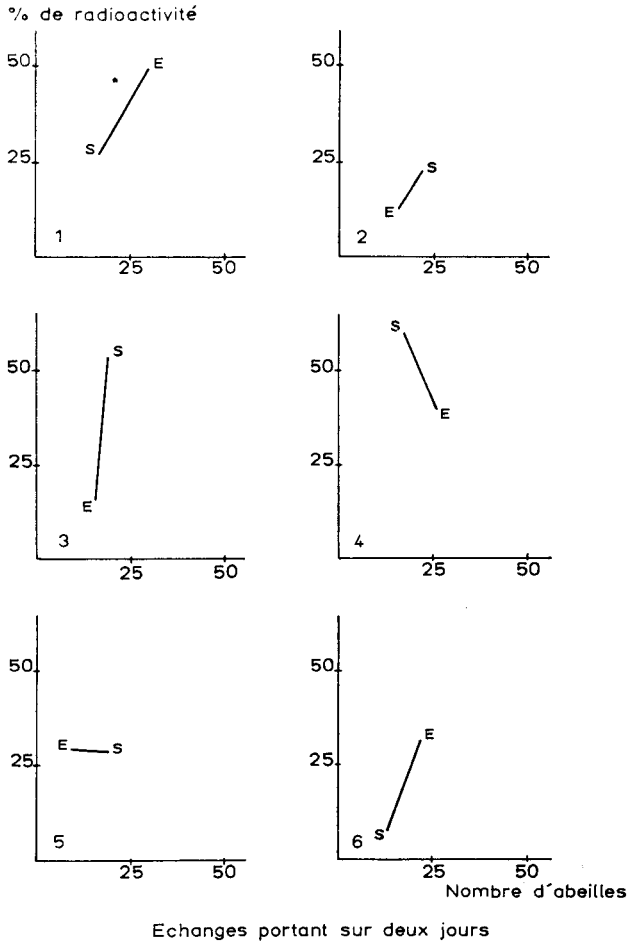


FIG. 6. — Représentation graphique de l'intensité des échanges

B — Expérience portant sur quatre jours.

Nous avons répété trois fois l'expérience : essai 9, 10, 11. Ce n'est évidemment pas suffisant pour établir une règle ; mais, malgré tout, nous obtenons trois résultats dans le même sens. Le pourcentage de radioactivité des sœurs établi par rapport à la moyenne de radioactivité des nourrices est de 45 p. 100, et celui des étrangères est de 33 p. 100.

Il apparaît donc que les résultats de ces expériences vont rejoindre ceux des expériences portant sur un temps inférieur à deux jours.

Les cagettes 9 et 10 étaient jumelées, c'est-à-dire que les abeilles qui ont donné les étrangères de 9 étaient nourrices et sœurs de 10 (voir schéma précédent).

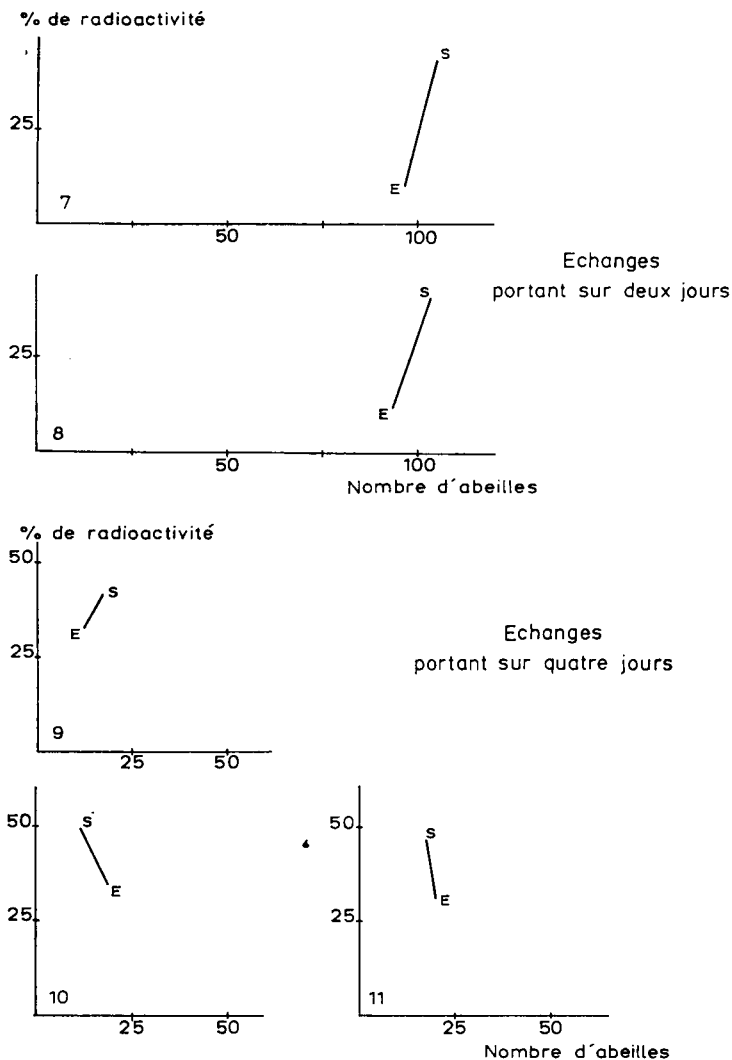


FIG. 7. — Représentation graphique de l'intensité des échanges

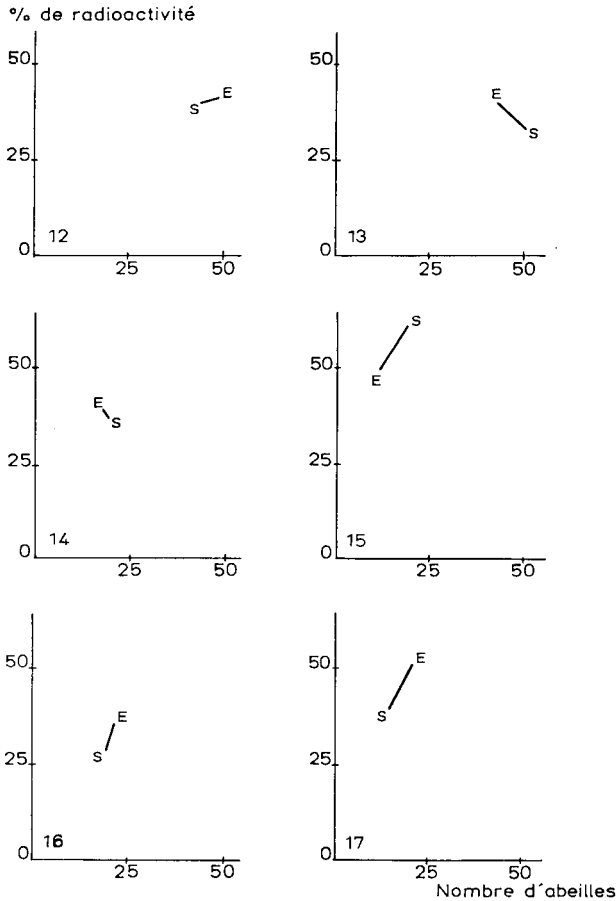
C — Expérience portant sur six jours et plus.

Les essais de cette série vont de 12 à 22 inclus.

Seules les expériences 14 et 15 ont donné chez les sœurs un pourcentage de radioactivité supérieur à celui des étrangères. Toutes les autres, c'est-à-dire huit sur dix des expériences faites ont montré une légère supériorité de la radioactivité chez les étrangères. Il nous a semblé qu'au bout d'un certain temps, supérieur à

quatre jours, les nourrices alimentaient plutôt les étrangères que leurs sœurs. Nous pourrions dire, semble-t-il, que les nourrices ne font plus aucune différence entre les sœurs et les étrangères.

KALIFMAN (1955) l'avait signalé, en disant qu'au bout de trois jours il n'y avait plus de différence de mortalité entre les sœurs et les étrangères. LÉCOMTE (1961), étudiant les réactions des abeilles, vis-à-vis d'abeilles d'une ruche étrangère introduites dans leur cagette, retrouve ces phénomènes. D'après lui, le comportement est très différent lorsqu'on réunit deux groupes d'abeilles séparés par une grille, sui-



Echanges portant sur plus de six jours

FIG. 8. — Représentation graphique de l'intensité des échanges

vant que les deux populations possèdent ou non chacune leur propre réserve de nourriture. L'échange de nourriture paraît nécessaire et suffisant pour établir et entretenir entre les deux populations un lien évitant l'apparition du comportement agressif lors d'une réunion.

Or, cela ne nous surprend pas, parce que nous savons que les abeilles d'une même ruche, nées d'une même reine, ne sont plus que demi-sœurs ; en effet, ALBER, JORDAN et RUTTNER (1955) ont montré qu'une reine pouvait être fécondée par huit mâles et même plus. Ce ne sont donc pas les liens parentaux qui font que les abeilles se reconnaissent comme appartenant à une même communauté, mais d'autres facteurs beaucoup plus complexes.

La supériorité des échanges qui semble se placer du côté des étrangères ne serait-elle pas due au fait que les nourrices, moins généreuses avec elles au début, les ont obligées à demander davantage ?

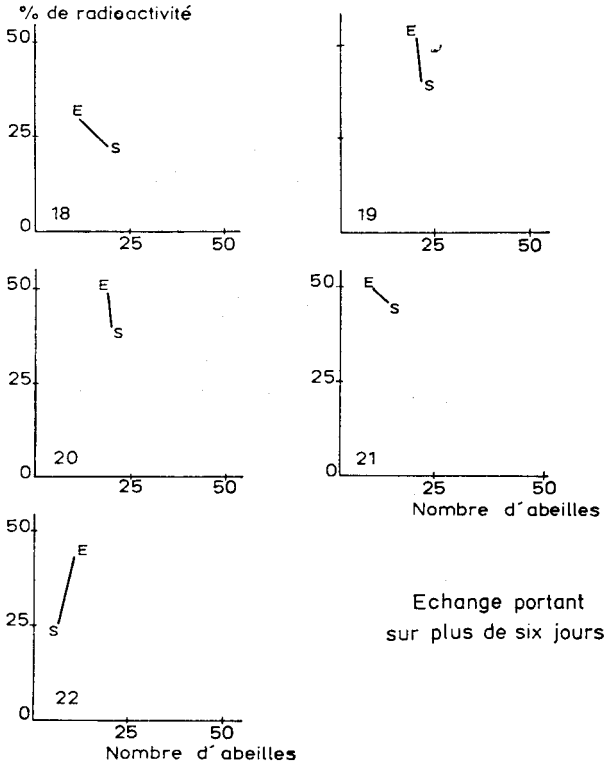


FIG. 9. — Représentation graphique de l'intensité des échanges

Ceci est en accord avec les travaux de FREE (1957) qui montre que la quantité de nourriture que les abeilles isolées gardent dans leur jabot est en relation avec leurs expériences antérieures. Le jabot d'une abeille que l'on a affamée, puis remise en présence de nourriture, est plus lourd que celui d'une abeille non privée de nourriture.

Les différentes séries d'expériences nous ont fourni des résultats assez difficiles à interpréter. Il serait nécessaire que ces travaux soient repris à plus grande échelle, pour qu'on puisse leur appliquer des calculs statistiques.

II. — ÉCHANGE DE NOURRITURE ENTRE LES MÂLES ET LES OUVRIÈRES

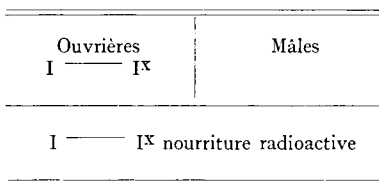
On pense généralement que les mâles sont incapables de s'alimenter seuls ; OERTEL et *al.* (1953) placent dans une cagette double des mâles séparés des ouvrières par une grille. Bien que les mâles aient à leur disposition une nourriture normale, ils deviennent radioactifs quand, dans l'autre compartiment, les ouvrières sont nourries d'une substance radioactive. Ils ont donc préféré se faire alimenter à travers les grilles plutôt que de profiter de la nourriture mise à leur portée. Ces auteurs attribuent ces échanges au fait que les ouvrières leur donneraient du sucre interverti, surtout du lévulose, l'organisme des mâles n'étant pas capable, semble-t-il, de transformer le saccharose en hexoses. Cependant GOSSWALD et KLOFT (1958) déclarent sans donner de détails expérimentaux, que les mâles peuvent se nourrir activement et donner de la nourriture aux ouvrières.

Von MINDT (1961) précise que les mâles ne reçoivent pas de sécrétion de glandes pharyngiennes, mais uniquement le contenu régurgité du jabot des ouvrières. Il souligne, de plus, qu'à l'inverse de ce qu'on voit entre ouvrières et reines, on n'observe pas de faux-bourdon qui nourrisse d'autre individu ; c'est-à-dire qu'il n'y a pas de régurgitation active du jabot chez les mâles. Il dit aussi que le liquide se trouvant dans le jabot d'un mâle provient probablement inchangé du jabot de l'ouvrière.

On pouvait donc se poser les questions suivantes :

Les mâles peuvent-ils se nourrir seuls ? Sont-ils capables de nourrir d'autres membres de la ruche ?

1^o) Dès le début, l'avidité avec laquelle les mâles sucent le candi mis à leur disposition nous a paru frappante. Il nous a même été possible de voir deux mâles entre-croiser leur langue, peut-être pour échanger la nourriture.



Nous avons travaillé sur une cagette double dont les deux compartiments sont séparés par une grille. Dans le compartiment des mâles, il n'existe aucune nourriture, par contre une nourriture radioactive, sous forme de candi, est mise à la disposition des ouvrières. Ces expériences ont porté sur vingt-quatre heures : au terme de ce délai, les animaux sacrifiés sont introduits sous le compteur.

Le comptage des survivants a donné les résultats ci-après.

L'énorme mortalité des mâles est la première constatation que l'on peut faire.

Étant donné l'importance de la mortalité, nous pouvons seulement penser d'une part que les échanges ont été le fait d'un petit nombre, d'autre part que les ouvrières ne restent pas insensibles à la présence des mâles, puisqu'elles ont communiqué à quelques-uns d'entre eux une certaine radioactivité.

	Radioactivité moyenne en coups nets		Bruit de fond
	Mâles	Ouvrières	
3 mâles survivants sur 20	53	113	6
4 mâles survivants sur 20	39	115	6
5 mâles survivants sur 20	26	114	8

2°) On pouvait se demander si les mâles présenteraient la même mortalité si l'on introduisait de leur côté une nourriture normale.

Plan d'expérience :

Plan d'expérience

Expérience I		Expérience II	
Mâles I ——— IX	Ouvrières I ——— I	Mâles I ——— I	Ouvrières I ——— IX

TABLEAU I

Radioactivité exprimée en coups nets

Bruit de fond	Expérience II			
	Mâles avec nourriture normale		Ouvrières avec nourriture radioactive	
	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Extrêmes
10.....	281	0-936	982	10-2109
7.....	41	0-296	1 057	245-2023
7.....	40	0-252	362	242-481
4.....	4	0-8	123	1-251
7.....	13	0-32	82	7-286

Nous avons mené de pair l'expérience et la contre-expérience. Les caquettes ont été organisées de la façon suivante : du candi était mis à la disposition des insectes dans tous les compartiments. Mais, tantôt le candi était radioactif dans le compartiment des mâles, tantôt dans celui des ouvrières. Ceci devait nous permettre de voir si les mâles en présence de nourriture étaient capables de se nourrir eux-mêmes, ou s'ils préféraient demander leur nourriture aux ouvrières.

Nous avons groupé les résultats en un tableau.

Il nous est facile de voir que, même en présence de nourriture, les mâles se font nourrir par les ouvrières, puisqu'ils deviennent radioactifs. Cette expérience confirme ce que nous montrait l'expérience précédente. La mortalité moins grande peut donner à penser que les mâles prennent aussi la nourriture qui leur est proposée dans leur compartiment en plus de ce que leur communiquent les ouvrières.

TABLEAU 2
Radioactivité exprimée en coups nets

Bruit de fond	Expérience I			
	Mâles avec candi radioactif		Ouvrières avec candi normal	
	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Extrêmes
8.....	103	15-438	3	0-10
7.....	244	38-881	32	0-353
6.....	118	21-220	4	0-6
10.....	143	55-264	2	0-5

Ceci confirme les vues déjà exprimées : si les mâles sont radioactifs, cela ne peut être dû qu'à l'ingestion de la nourriture placée de leur côté, et le fait que les ouvrières deviennent légèrement radioactives indique que les mâles leur ont communiqué leur radioactivité.

Nous pouvons dire, pour conclure, que les mâles sont capables de se nourrir seuls, mais pourtant, en présence d'ouvrières, ils préfèrent se faire nourrir par elles, ces dernières recevant en retour une substance.

3^o) — Dans un nouveau type d'expérience, nous avons séparé un certain nombre de mâles et d'ouvrières d'une même ruche en deux groupes égaux de vingt mâles et de vingt ouvrières chacun. Nous mettons chaque lot dans une cagette l'un avec une nourriture radioactive, l'autre avec une nourriture normale. Au bout de deux jours, nous dissociions ces deux groupes pour en constituer deux autres :

TABLEAU 3
Radioactivité exprimée en coups nets

Bruit de fond	Mâles normaux		Ouvrières rendues radioactives	
	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Extrêmes
8.....	4	0-34	148	92-355

TABLEAU 3 (suite)

Radioactivité exprimée en coups nets

Bruit de fond	Mâles rendus radioactifs		Ouvrières normales	
	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Extrêmes
9.....	35	13-137	2	0-11

— les mâles radioactifs sont placés avec leurs sœurs non radioactives.

— les ouvrières radioactives sont placées avec leurs frères non radioactifs.

Dans chaque nouvelle cagette, nous mettons alors une nourriture normale. Au bout de deux jours, l'ensemble est sacrifié et compté dans le château de plomb.

a — Cette expérience montre tout d'abord que des mâles et des ouvrières mis ensemble dans une cagette avec du candi radioactif, présentent un taux de radioactivité très différent. La moyenne par mâle est de 35 coups par minute, alors que celle des ouvrières est de 148. *Ceci semble indiquer que les mâles mangent moins que les ouvrières.*

b — d'autre part, dans un cas comme dans l'autre, on peut voir qu'il y a eu transfert de radioactivité, *bien qu'il soit plus faible des mâles vers les ouvrières, que des ouvrières vers les mâles.*

4^o) — Nous avons étudié ce qui se passe dans un groupe d'abeilles lorsqu'on y introduit un ou deux mâles radioactifs.

Nous avons introduit dans une cagette où se trouvait une vingtaine d'ouvrières avec de la nourriture normale, des mâles radioactifs. Nous avons fait des comptages au bout de quarante-huit heures ; voici le taux de radioactivité obtenu pour les ouvrières les plus radioactives :

TABLEAU 4

Radioactivité exprimée en coups nets

Bruit de fond	Ouvrières	Mâles
9.....	32-12-13	546
9.....	8-11	482
9.....	6-7	300
10.....	5-5	548

Le mâle, caractérisé au compteur par 546 coups par minute, a très nettement transmis une substance radioactive à trois ouvrières.

Nous avons répété plusieurs fois ces expériences : dans cinq cas sur sept, nous avons eu de façon évidente contamination.

Nous avons mis ensuite des ouvrières âgées pendant vingt-quatre heures en contact par groupes de cinq avec un ou deux mâles radioactifs. Quelle que soit l'importance de la radioactivité des donneurs, les abeilles ne présentaient pas de taux de comptage très élevés ; pourtant, il était indéniable qu'il y avait nettement transmission de produits radioactifs, que ce soit transmission de nourriture ou contamination par contact.

La même expérience a été faite avec des *abeilles naissantes*. Elle a donné les résultats suivants :

TABLEAU 5
Radioactivité exprimée en coups nets

Bruit de fond	Mâles	Ouvrières	Nourriture
8.....	1 248-8 096	10, 14, 6, 8, 7	373
10.....	4 247	10, 13, 8	12
10.....	4 524	8, 15	39
8.....	6 013	109, 46, 51	371
7.....	7 805	16	141
8.....	7 179	108, 55, 258, 83	83

Les essais ont été faits avec seulement dix ouvrières.

Les ouvrières placées avec certains mâles, par exemple ceux caractérisés au compteur par 6 013 et 7 179 coups nets par minutes, ont montré un taux important de radioactivité : pour le premier des chiffres comme 109,46 et 51, pour le second 108, 258, 83. Il paraît étonnant que les mâles soient capables de transmettre pareille quantité de matière radioactive à plusieurs abeilles. Il est probable que les abeilles ont été contaminées d'une autre manière. C'est alors que l'examen de la nourriture nous a montré qu'elle était devenue radioactive. Le taux de radioactivité de ces abeilles n'était pas dû à l'intensité des échanges, mais au candi ingéré.

Le problème restait entier : *comment la nourriture devenait-elle radioactive?*

Une observation du comportement des mâles mis en cagette a apporté la solution. Il n'est pas rare de les voir régurgiter sur la nourriture. Ce phénomène a pu être observé plusieurs fois et la contamination de la nourriture en apporte une seconde preuve.

Une observation plus poussée a permis de constater que les ouvrières, loin de repousser cette nourriture polluée, la sucent avec avidité. Nous ne saurions dire si ces phénomènes sont généraux ou s'ils sont liés aux conditions de l'expérience. Ce phénomène s'est reproduit en introduisant des mâles radioactifs dans des cagettes contenant d'autres mâles non radioactifs. La nourriture devenait alors radioactive.

Par exemple : deux mâles (5539 et 4564), (nous donnons entre parenthèses leur radioactivité en coups nets), ont rendu deux autres mâles légèrement radioactifs (6 et 6), tandis que, pour la nourriture, le compteur enregistre 25 coups. Du fait

que la nourriture présente un taux de radioactivité plus élevé que les mâles contaminés, on peut déduire que cette *contamination se fait autant par la pollution de la nourriture que par l'échange de nourriture*. La même chose pour deux mâles (7028 et 6877) qui donnent 19, 17, 23, 54 chez les mâles, la nourriture faisant 91.

5°) — Pour éviter que les insectes non radioactifs le deviennent en mangeant une nourriture polluée, nous avons retiré le candi au moment où nous introduisons les animaux radioactifs. L'expérience ne dure pas plus de 6 h.

Deux mâles (1073 et 1147) transmettent à des mâles les taux de radioactivité de 28, 8, 9, 9, 8, 8.

Deux mâles (686 et 692) transmettent à un seul mâle radioactif faisant 14 coups par minute.

Le comptage des différentes parties du corps des frères devenus radioactifs montre que les pattes sont peu radioactives ; par contre, l'abdomen l'est plus et on peut penser que leur radioactivité vient de ce qu'ils ont ingurgité.

6°) — Dans une dernière série d'expériences, nous avons voulu savoir si les mâles étaient capables de nourrir les ouvrières.

Dans une cagette double, nous avons mis la nourriture seulement du côté où se trouvaient les mâles ; au bout de quarante-huit heures, nous avons pu constater que les ouvrières étaient devenues radioactives. Nous avons pu voir, d'autre part, un mâle et une ouvrière entrecroiser leur langue.

Nous avons aussi remarqué sur les ouvrières allongeaient démesurément leur langue, de telle façon qu'elles arrivaient à lécher la grille du côté des mâles. En frottant cette grille avec un coton que nous avons passé sous le compteur, nous avons pu constater qu'elle était fortement radioactive. Dans ces conditions, il est impossible de dire si la radioactivité des abeilles était due à un échange avec les mâles ou au fait qu'elles aient elles-mêmes léché la grille.

Malgré tout, bien que cela soit du domaine des hypothèses, rien n'empêche de penser que cette régurgitation ne soit une réponse des mâles à la sollicitation des ouvrières. *La régurgitation des mâles pourrait bien être dans la ruche un phénomène normal. Et nous avons vu que les ouvrières paraissaient attirées par ces régurgitations.*

III. — ÉCHANGE DE NOURRITURE ENTRE REINES ET OUVRIÈRES

La reine est toujours entourée d'un certain nombre d'abeilles. L'attraction qu'exerce la reine sur son entourage se traduit par une « cour » d'ouvrières se tenant le plus près d'elle possible et lui présentant souvent de la nourriture. On peut voir les abeilles de la « cour » lécher avec persistance les différentes parties du corps de la reine.

PAIN J. (1961) explique comment, en léchant, la reine, les ouvrières absorbent une substance inhibitrice du développement ovarien et de la construction des cellules royales.

Les rapports qui existent entre la reine et les ouvrières sont mal connus. Rendre une reine radioactive permettrait peut-être de mieux connaître les échanges de nourriture.

Nous avons laissé la reine se nourrir elle-même. Pour cela le phosphore 32 lui

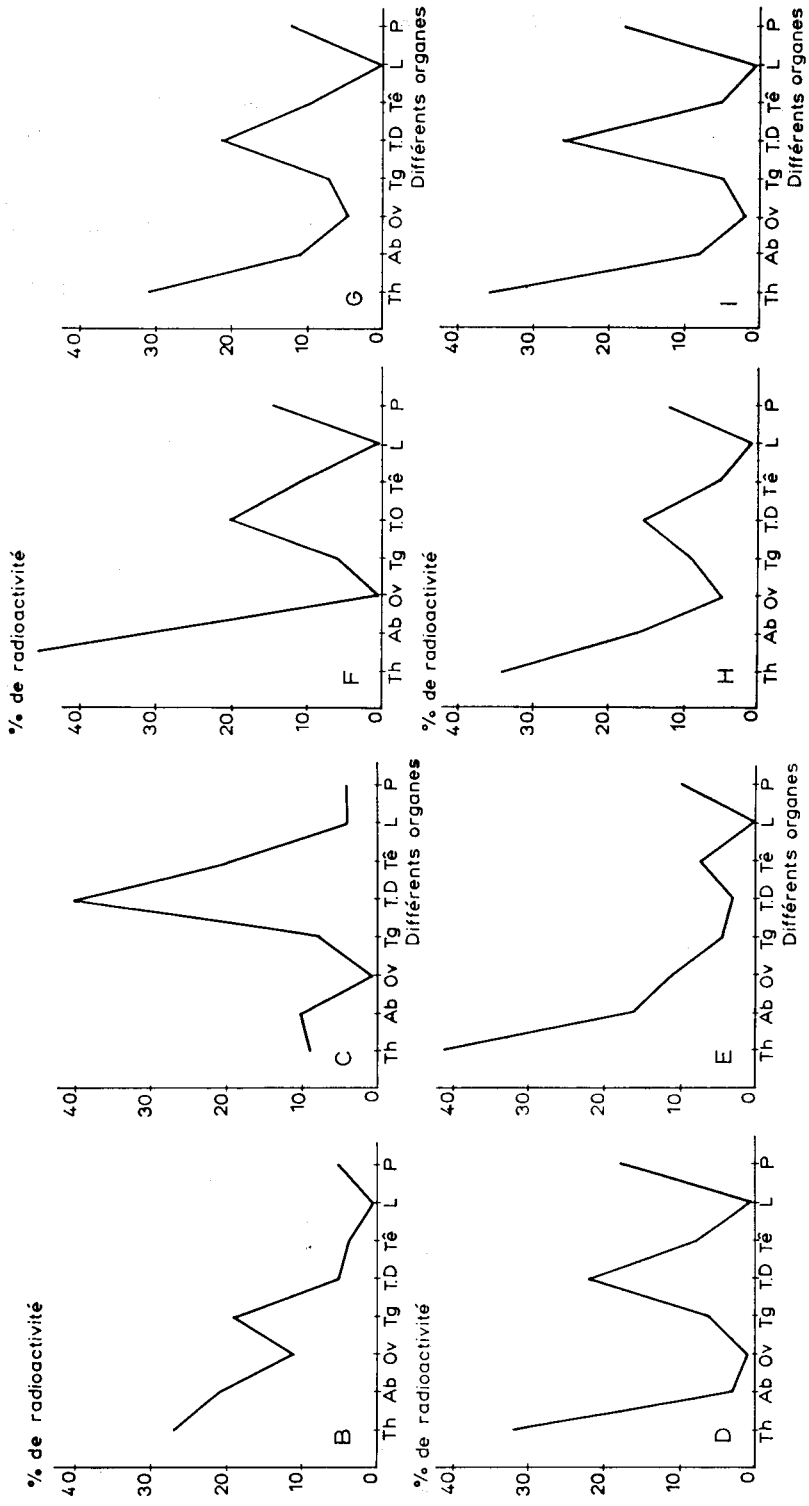


FIG. 10. — Représentation graphique de la distribution de la radioactivité dans les différents organes de la reine

FIG. 11. — Représentation graphique de la distribution de la radioactivité dans les différents organes de la reine

a été donné mélangé à du miel dans un nourrisseur constitué d'un tube de verre dont le rayon est assez petit pour permettre à la reine d'introduire uniquement la tête.

Les reines supportent mal l'absence d'ouvrières, plusieurs sont mortes au cours de cet isolement, mais toutes ont effectivement mangé. La simple observation nous montre qu'elles peuvent se nourrir. Une preuve supplémentaire en est donnée par la dissection des cadavres de reines mortes dans ces conditions. Les figures 10 et 11 nous montrent le taux de radioactivité des différents organes. Les reines C. D. G. H. I. comptées à leur mort, ont un tube digestif dont le taux de radioactivité varie entre 15 et 40 p. 100 par rapport à la radioactivité totale de ces reines.

Le comptage d'un organe ayant une grande surface, comme les ailes, n'a rien donné de positif sous le compteur. Nous avons pensé alors que les reines étaient devenues radioactives sans être polluées extérieurement.

1° — *Même lot d'ouvrières mis en contact plusieurs jours
avec une reine radioactive*

Les reines radioactives (nous leur avons attribué une lettre pour faciliter l'exposition des résultats), ont été placées dans une cagette normalement équipée en présence d'un lot de vingt ouvrières naissantes. Au début, la radioactivité des ouvrières était mesurée chaque jour. Elles étaient ensuite placées à nouveau en présence de la reine. Les abeilles sont introduites dans le château de plomb dans une petite boîte en carton. Pour pouvoir les reconnaître d'un jour à l'autre, les abeilles étaient marquées à la peinture.

Figurent uniquement sur le tableau les abeilles dont le taux de radioactivité est supérieur au double du bruit de fond. Tous les chiffres sont indiqués en coups nets.

D'après ces chiffres, il apparaît assez nettement que les abeilles mises en contact avec la reine sont devenues radioactives, et ce phénomène est encore plus net le second jour.

TABLEAU 6

*Reine A — 620 coups par minute
Radioactivité exprimée en coups nets*

8	8	15	(Bruit de fond)
1 ^{er} jour	2 ^e jour	3 ^e jour	
13	0	0	Chaque ligne horizontale représente une abeille.
14	0	8	
15	11	7	
5	18	16	
0	36	32	
1	18	1	
	15	9	

TABLEAU 7

*Reine B — 720 coups par minute
Radioactivité exprimée en coups nets*

7	8	15	(Bruit de fond)
1 ^{er} jour	2 ^e jour	3 ^e jour	
15 5	17 19	22 12	

Ici, les échanges auraient été le fait de deux abeilles seulement. Ces deux expériences ont été faites avec des reines relativement peu radioactives. Rendre les reines plus radioactives devait nous permettre de déceler plus facilement les échanges.

TABLEAU 8

*Reine B — 17 300 coups par minute
Radioactivité exprimée en coups nets*

12	10	(Bruit de fond)
1 ^{er} jour	2 ^e jour	
177	183	Moyenne des vingt abeilles
438	440	
103	212	
230	236	
139	178	
26	151	
88	136	
38	91	
80	124	

Nous voyons que les abeilles radioactives le restent le second jour avec, pour certaines, un accroissement notable du taux de radioactivité, en particulier pour celles qui passent de 103 à 212 et de 26 à 151.

Si nous considérons la moyenne de radioactivité par abeille, nous voyons qu'elle passe de 80 coups par minute le premier jour, à 124 coups par minute le second. Cet accroissement important suppose que cet échange n'est pas le fait du hasard avec l'une ou l'autre abeille, mais qu'il y a communication de la radioactivité de la reine aux ouvrières. Cette redistribution est très inégale puisqu'une abeille arrive à un

taux de radioactivité de 440 coups par minute, tandis que pour la moins radioactive nous comptons seulement 25 coups par minute.

Reine A — 6 940 coups par minute.

Au cours de l'expérience avec cette reine, une certaine quantité d'abeilles a pu s'échapper de la cagette où elles étaient enfermées. Nous avons dû renouveler entièrement le lot d'abeilles naissantes le second jour. C'est alors que nous avons obtenu les résultats suivants :

TABLEAU 9

Reine A — 6 940 coups par minute
Radioactivité exprimée en coups nets

9	10	8	(Bruit de fond)
1 ^{er} lot 1 ^{er} jour	2 ^e lot 2 ^e jour	3 ^e jour	
21	33	34	
25	86	69	
67	0	30	
65			
39	9	14	

Dans le second lot d'abeilles placé avec la reine A, il est intéressant de constater que la reine n'avait pas reçu de nourriture radioactive depuis quarante-huit heures. Or, au bout de ce temps, on peut remarquer que les ouvrières vivant avec elle sont devenues légèrement radioactives ; de plus, la radioactivité moyenne de l'ensemble des ouvrières du second lot s'est accrue entre le second et le troisième jour. Cette constatation nous a donné à penser que nous obtiendrions peut-être des résultats plus probants en renouvelant chaque jour le lot d'abeilles mises en présence de la reine.

2^o — *Lot d'ouvrières changé après chaque comptage.*

Le fait de renouveler le lot d'abeilles après chaque comptage devait nous permettre de déceler le moindre échange sans être gênés par la trophallaxie qui règne entre les ouvrières. Cette technique évite de marquer les abeilles à la peinture. De plus, nous n'avions pas à les placer dans des petites boîtes, ce qui permet un meilleur comptage. En outre, les abeilles mises en présence de la reine, étaient dans un état physiologique parfait.

Il n'est pas impossible de penser que les premières abeilles mises avec la reine acquièrent une certaine radioactivité en léchant le corps de la reine et en suçant le miel resté sur la langue. Par contre, il nous a semblé possible d'estimer qu'une fois la « toilette » de la reine faite, le second lot d'abeilles ne peut devenir radioactif que par un échange de nourriture.

TABLEAU 10

Reine E. — 4 460 coups le jour de la mise en expérience

4 400 coups le 2^e jour

3 240 coups le 4^e jour

2 790 coups le 6^e jour

Radioactivité exprimée en coups nets

9	7	11	(Bruit de fond)
1 ^{er} lot 2 ^e jour	2 ^e lot 4 ^e jour	3 ^e lot 6 ^e jour	
21	20	20	
10	34	38	
16	13	18	
32	25	39	
16	16	34	
		17	
7	9	10	Moyenne des abeilles.

C'est dans cet esprit que nous avons entrepris les expériences suivantes :

La reine est nourrie avec du miel additionné de phosphore 32 pendant vingt-quatre heures et ensuite remise dans une cagette propre dans laquelle on renouvelle les ouvrières tous les deux jours. Les ouvrières de chaque lot sont tuées après leur séjour avec la reine.

On s'efforce de mettre avec la reine des lots d'ouvrières naissantes provenant du même cadre de couvain.

Les abeilles ont été changées toutes les quarante-huit heures. La reine E a été laissée pendant trois semaines avec des ouvrières ; nous les avons comptées au bout de ce temps-là. Pour les plus radioactives de ce quatrième lot, nous avons pu compter 8, 8, 10, 8 coups nets pour un bruit de fond de 10 ; la reine était elle-même passée de 2 790 à 792 coups par minute.

Il nous semble donc indéniable qu'il existe des échanges de la reine vers les ouvrières.

Cette expérience met en évidence les faits suivants :

Le premier lot est nettement radioactif, puisque la moyenne des ouvrières est de 25 coups par minute ; le second lot, au contraire, l'est très peu, sa moyenne est de 4 ; le troisième lot, par contre, nous donne le chiffre de 14. Il nous semble possible de dire que la reine communique par voie buccale la radioactivité qu'elle a reçue, aux ouvrières qui sont en sa présence.

D'autres résultats ont été obtenus, il nous a semblé fastidieux de les analyser un à un ; il suffit de signaler qu'ils sont en accord avec ceux que nous venons de citer.

TABLEAU II

Reine F. — 1 991 coups par minute
Radioactivité exprimée en coups nets

1 ^{er} lot 2 ^e jour	2 ^e lot 4 ^e jour	3 ^e lot 6 ^e jour	
9	10	8	(Bruit de fond)
29	15	12	
9	8	18	
16	8	22	
14	8	64	
41	9	32	
32	6	22	
253		16	
25	4	14	Moyenne des abeilles.
1 991	1 351	992	Reine H

Il serait intéressant de savoir où se localise, chez la reine, la radioactivité.

La dissection des cadavres de reines donne des résultats difficiles à interpréter.

Nous avons, d'autre part, tracé la courbe du pourcentage de radioactivité des différents organes provenant de la dissection des reines, en les plaçant dans un ordre arbitrairement choisi, mais toujours le même (fig 10 et 11). Il est frappant de constater que plusieurs des courbes présentent la même physionomie. faut Mais, il préciser que, bien que la radioactivité semble se localiser dans les mêmes organes, les reines sont mortes dans des circonstances différentes. Certaines sont mortes au cours de leur nourrissage, d'autres quelques jours après, certaines quelques mois après ; d'autres encore après avoir été nourries plusieurs fois avec du phosphore 32. Les reines constituent un matériel rare et onéreux, c'est pourquoi il serait plus intéressant d'attaquer cette question en utilisant la technique des auto-radiographes.

Quoi qu'il en soit, de toutes ces expériences se dégage une constatation indéniable : une reine communique une certaine quantité de radioactivité aux ouvrières en présence desquelles elle a été mise, mais il est certain que *le taux de radioactivité acquis de la reine par les ouvrières est très faible par rapport à celui de la reine.*

Il serait intéressant de pouvoir préciser la quantité et la nature des échanges ainsi décelés.

CONCLUSION

L'utilisation des radio-isotopes en éthologie des insectes sociaux est relativement neuve et si, en ce qui concerne les Fourmis, les recherches de GÖSSWALD et de son école ont déjà atteint un certain développement, il n'en est pas de même en ce qui concerne les Abeilles qui avaient été fort peu étudiées sous ce jour.

Après la mise au point des techniques, il me fut donné de pouvoir apporter une réponse, au moins provisoire, à trois grandes questions :

- 1° Les ouvrières préfèrent-elles donner de la nourriture ou en demander à leurs sœurs ?
- 2° Les mâles peuvent-ils se nourrir seuls et peuvent-ils nourrir les ouvrières ?
- 3° Les ouvrières reçoivent-elles quelque chose des reines ?

Échanges entre ouvrières

Les résultats assez contradictoires que nous avons obtenus montrent qu'on ne peut accepter comme règle générale les conclusions de KALIFMAN J. (1955) qui laissent supposer que, dans tous les cas, les échanges de nourriture entre ouvrières de même ruche s'effectuent plus aisément qu'entre des ouvrières appartenant à des ruches différentes. L'hétérogénéité des résultats laisse supposer l'existence d'un facteur qui nous échappe, soit qu'il provienne des conditions expérimentales, soit que les différentes ruches réagissent de manière différente.

Échanges entre mâles et ouvrières

Nous avons montré sans ambiguïté que les mâles sont capables, dans une certaine mesure, de se nourrir seuls, mais qu'en présence d'ouvrières ils préfèrent se faire nourrir par ces dernières. D'autre part, il y a transfert de radioactivité des mâles vers les ouvrières, ce transfert pouvant être dû, dans certains cas, à l'absorption par les ouvrières des régurgitations des mâles déposées sur le substrat, dans d'autres cas, à un échange direct de nourriture, que nous avons d'ailleurs pu observer.

Les faux-bourçons sont certainement les habitants de la ruche les moins bien connus, aussi faut-il s'attendre à ce que des recherches à ce sujet apportent des résultats nouveaux. En particulier, les échanges de nourriture dans le sens inverse de celui qui était couramment admis, c'est-à-dire vers les ouvrières, n'avait pas été signalé à notre connaissance. De même, il serait très intéressant d'étudier si dans le cadre, non plus d'une cagette expérimentale, mais d'une colonie normale, les régurgitations de mâles existent et si elles jouent un rôle important.

Échanges entre reines et ouvrières

L'existence d'un transfert de radioactivité des reines aux ouvrières paraît maintenant une chose certaine. Quand on connaît le rôle important que joue la reine dans la colonie par les substances qu'elle sécrète, on conçoit l'intérêt primordial qu'offre la possibilité d'avoir des données numériques sur l'importance des échanges par voie buccale.

D'autre part, on sait que dans la ruche un petit nombre d'abeilles formant ce qu'on nomme « la cour », entoure la reine et participe directement à ces échanges. Il semble en être de même dans les colonies expérimentales très restreinte (20 ouvrières) et les échanges directs avec la reine ne sont que le fait d'un très petit nombre, deux parfois, d'individus. Une cagette expérimentale peut donc être considérée à cet égard comme une colonie en réduction avec une organisation sociologique similaire.

Ceci est à rapprocher des résultats de ROUBAUD É. (1950) qui trouve une division dans de très petites colonies et de ceux de LECOMTE J. (1961) qui, en ce qui concerne l'agressivité, constate dans des cagettes expérimentales l'existence d'une spécialisation.

L'utilisation des tracteurs radioactifs dans le but de mieux connaître la structure fine de la société d'abeilles est certainement une méthode très féconde. Dans ce travail, nous n'avons pu qu'effleurer les principales questions qui peuvent venir à l'esprit quand on s'intéresse à ces problèmes. Il est à souhaiter que ces recherches se poursuivent dans l'une ou l'autre des directions que j'ai étudiées et dans bien d'autres encore.

Reçu pour publication en janvier 1963.

SUMMARY

A RADIO-ISOTOPE STUDY OF THE FOOD EXCHANGE BETWEEN QUEENS, MALES AND WORKERS OF *Apis mellifica* L.

The object of this study was to introduce the use of radioactive tracers into the examination of the exchange of food between the different classes of inhabitants of the hive.

The optimum experimental conditions were first defined. The radioisotope used was phosphorus-32 which was incorporated into the food.

During the first 48 hours there was an indication that the nurse bees showed some preference for their sisters. Later on contradictory evidence was obtained.

Although preferring to be fed by workers, the males appeared, under certain conditions, to be able to feed themselves.

The workers received their food from the males either by the ingestion of regurgitated material, or by direct feeding.

The queens passed food or substances containing radio-active tracers to the workers; in one restricted group certain privileged workers participated to a greater extent than the others in these exchanges.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBER M. A., JORDAN R., RUTTNER F. et H., 1955. Von der Paarung der Honigbiene. *L. Bien.*, **3** (1), 1-28
- COURTOIS G., LECOMTE J., 1958. Sur un procédé de marquage des abeilles butineuses au moyen d'un radio-isotope. *C. R. Acad. Sci.*, **247**, 147-149.
- COURTOIS G., LECOMTE J., 1959. Sur la résistance au rayonnement gamma de l'abeille ouvrière. *Ann. Abeille*, **4**, 285-290.
- COURTOIS G., LECOMTE J., SALLERON F., 1961. Étude des échanges de nourriture à l'intérieur de la ruche entre les abeilles ouvrières *Apis mellifica*. *C. R. Acad. Sci.*, **262**, 1057-1059.
- FREE J. B., 1957. The transmission of food between worker honey bees. *British Journ. An. Behaviour.*, **2**.
- FRISCH Von K., 1948. Aus dem Leben der Bienen. *Wien, Springer Verlag*.
- GOSSWALD K., KLOFT W., 1958. Radioactive Isotope zur Erforschung des Stattenlebens der Insekten. *Umschau*, **24**, 743-745.
- KALIFMAN J., 1955. Les Abeilles. — Les conquêtes de l'apiculture — la biologie de la ruche. *Ed. de Langues Étrangères*, 248-249.
- LECOMTE J., 1961. Le comportement agressif des ouvrières d'*Apis mellifica* L. *Ann. Abeille*, **4**, n° 3.
- MATHIS M., 1961. Technique pour le maniement et la conservation des faux-bourçons en dehors de la ruche. *C. R. Acad. Sci.*, **252**, 4198-4200.
- MINDT B., 1962. Untersuchungen über des Leben des Drohnen, insbesondere ernahrung und Geschlechtsreife. *Zeits. für Bienenf.*, 9-33.
- NIXON H. L., RIBBANDS C. R., 1952. Food transmission within the honeybee community. *Proc. Roy. Soc. B.*, **150**, 42-50.
- OERTEL E., EMERSON R. B., WHEELER H. E., 1953. Transfer of radioactivity from worker to drone honey bees after ingestion of radioactive sucrose. *Ann. Entom. Soc. America*, **46**, n° 4.
- PAIN J., 1961. Thèse. Sur la phéromone des reines d'abeilles et ses effets physiologiques. *Ann. Abeille*, **4**, n° 2, 73-152.
- ROUBAUD E., 1950. La désocialisation chez l'abeille domestique (*Apis mellifica*). *Coll. Int. C. N. R. S., Paris*, **34**, 293-295.