CONSTRUCTION DE CELLULES RONDES ET DE CELLULES IRRÉGULIÈRES CHEZ *Apis mellifica*

PAR

M. VUILLAUME et G. NAULLEAU

Station de Recherches Apicoles, Bures-sur-Yvette
Collège Scientifique universitaire, Angers

Un rayon régulier, idéal, de cellules d'ouvrières ou de cellules de mâles ne comporte que des cellules hexagonales. De tels rayons sont rares dans les ruches et, en observant soigneusement ceux-ci, il est toujours possible d'y trouver des anomalies : cellules de formes quelconques, cellules à ouvertures rondes. Ces dernières sont fréquentes dans les ruches où une reine bourdonneuse est remplacée par une reine féconde. En présence de la reine bourdonneuse, les Abeilles ont modifié les cellules d'ouvrières en cellules de mâles, les adaptant à la nature des larves qui s'y développent, en élargissant les cellules des rayons primitifs. La modification inverse (adaptation de cellules de mâles à des larves d'ouvrières) donne naissance à des cellules à ouvertures rondes (DARCHEN, VIZIER et VUILLAUME). Nous avons essayé d'obtenir de telles constructions irrégulières en cagettes avec un nombre restreint d'Abeilles (100).

CONSTRUCTION DE CELLULES RONDES.

Modification des rayons.

Les faits mentionnés ci-dessus ont été observés dans des ruches garnies de population normale, sans l'intervention d'un expérimentateur. Ce sont, par conséquent des phénomènes naturels. Nous avons réussi à les reproduire dans des cagettes en présence d'une centaine de jeunes Abeilles seulement. Nous choisissons des jeunes Abeilles car ce sont les plus aptes à la construction. Il suffit alors de placer des jeunes larves d'ouvrières dans sept cellules de mâles. Les larves sont disposées comme il est indiqué sur la figure 1. Les résultats observés sont identiques à ceux obtenus dans les ruches à population normale,

c'est-à-dire que les abeilles réduisent les ouvertures des cellules de mâles qui contiennent les larves d'ouvrières (fig. 1 bis) par un début d'opercule faisant le tour de chaque cellule.

L'opération inverse, qui consiste à placer des larves de mâles dans des cellules d'ouvrières, amène également les Abeilles à adapter la taille et la forme des cellules à la nature des larves qu'elles contiennent. Les modifications aboutissent à un élargissement des cellules initiales d'ouvrières, devenues trop étroites pour loger les larves de mâles. Dans nos cagettes, les cellules voisines étant vides, c'est à leurs dépens que sont agrandies les loges des larves mâles.

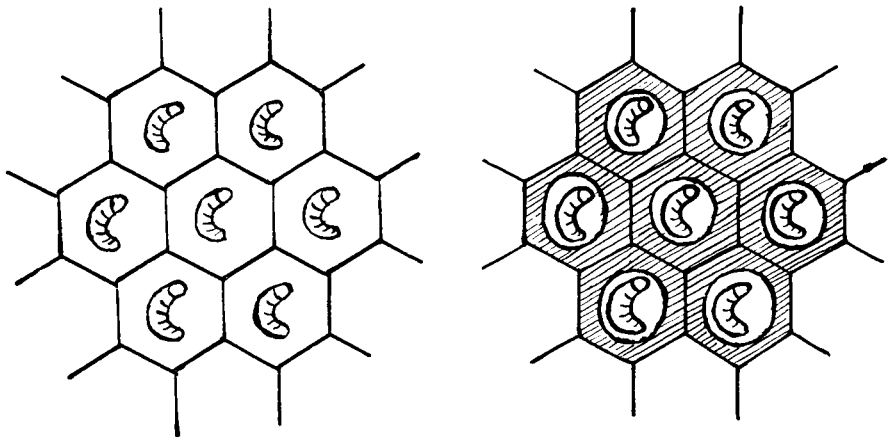

FIG. 1 FIG. 1 *bis*

FIG. 1. — Répartition des larves d'ouvrières dans les cellules de mâles en vue de l'étude de la modification des cellules : forme des cellules au moment de l'introduction dans la cagette.

FIG. 1 *bis*. — Cellules modifiées en fonction de la nature de la larve.

Ces simples observations nous mènent à une conclusion importante : *le stimulus qui amène les abeilles à modifier les rayons est donc la présence de larves de caste différente de celle à laquelle les cellules sont destinées*. Nous observons en effet que les cellules vides situées à côté de celles pourvues de larves, ne sont pas modifiées dans le premier cas (larves d'ouvrières placées dans des cellules de mâles). Dans le second cas, les modifications affectant les cellules vides voisines des cellules contenant les larves, sont secondaires. Elles sont dues à la pression exercée sur elles au moment de l'élargissement des cellules occupées par les larves mâles.

Modification des cupules aberrantes.

Étudiant la construction des cellules royales par élongation de cupules artificielles, nous avons été amenés à envisager les modifications apportées par les Abeilles à des cupules de forme et de dimensions anor-

males (VUILLAUME 1959). Nous avons vu les Abeilles réduire considérablement l'ouverture de certaines cellules trop grandes ou placer un début d'opercule à mi-hauteur de cellules tronconiques ; dans un travail plus récent, nous avons observé les modifications apportées à des cupules de grand diamètre (2 cm au lieu de 8 mm) et à des « barquettes » (grandes cupules allongées divisées ou non par des cloisons). Nous avons repris ce travail dans des cagettes contenant toujours le même nombre de jeunes Abeilles (100). La construction étant alors beaucoup moins rapide que dans des ruches, nous avons pu la suivre de beaucoup plus près et en observer les différentes phases.

Nous avons repris également notre étude de l'action du bord libre (VUILLAUME 1959) en divisant les cupules géantes et les barquettes non plus par des cloisons simples, mais par des doubles cloisons. Les résultats obtenus, comme nous allons le voir, renforcent les hypothèses que nous avions émises auparavant.

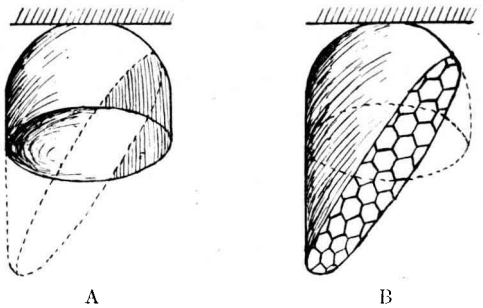

FIG. 2. — A. Grandes cupules sans cloisons initiales (2 cm de diamètre) : en hachures, la partie qui sera rongée.

B. Forme de la cupule après les premières modifications (ébauche de rayon en forme de cylindre).

a) **Cupules géantes sans cloison.**

Les modifications apportées à ces cupules géantes par les Abeilles d'une ruche ont toujours été *faites en l'absence de larves*. Nous n'avons jamais pu en effet faire élever des larves royales dans de telles cupules, qu'elles soient cloisonnées ou non, même si les larves étaient déposées sur des quantités importantes de gelée royale. C'est donc des cupules *vides* que les ouvrières modifiaient.

En cagettes à l'étuve (32°-35°) les Abeilles auxquelles nous distribuions miel et pollen à volonté, travaillent la cupule en forme de cylindre en rongeant un côté et en étirant l'autre. Les cellules construites sont généralement hexagonales avec de nombreuses cellules irrégulières. Cette irrégularité est imposée par la courbure du rayon (fig. 2 A et B et photo n°1) (VUILLAUME 1959).

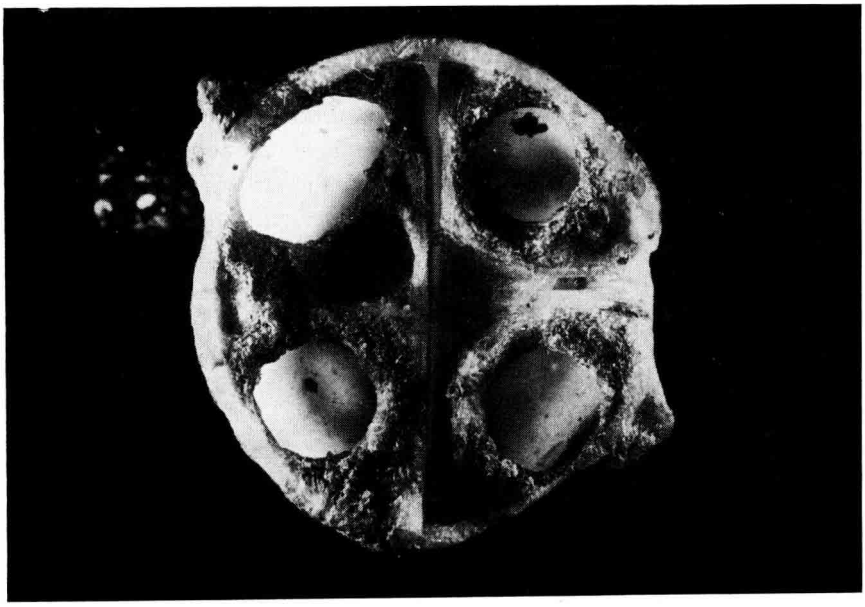

Photo n° 2. — Cupule géante avec double cloison sur laquelle on voit la partie rongée entre une cloison double (au bas de la photo).

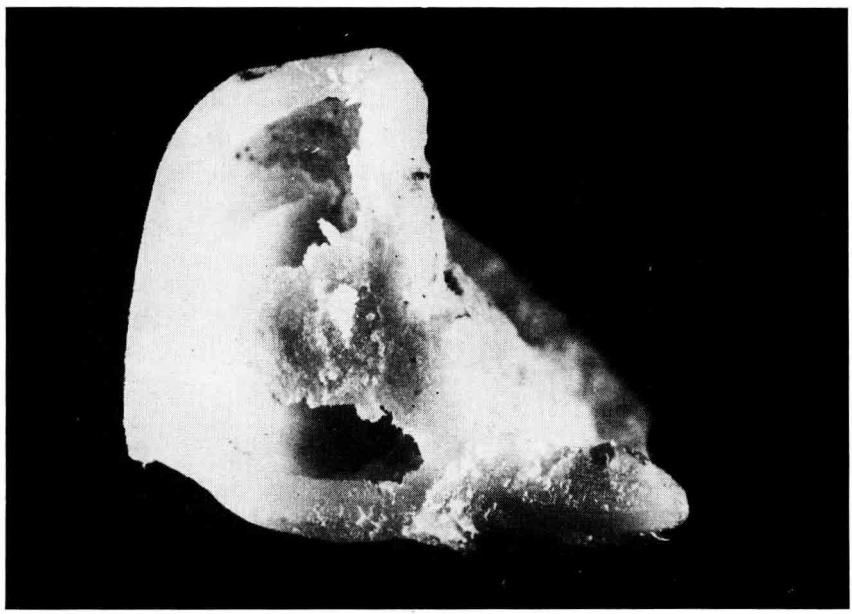

Photo n° 1. — Coupe d'une grande cupule sans cloisons initiales après les premières modifications. Les abeilles ont commencé à ronger un des bords pour allonger la partie opposée.

b) **Cupules géantes cloisonnées.**

Cloisons simples. — Les Abeilles arrondissent les 4 cellules initiales comme dans la ruche (photo n°3).

Cloisons doubles. — (Les cloisons étant distantes de moins d'un mm). — Cette expérience n'a pas été faite en ruche. Ici, les Abeilles se comportent tout autrement que dans le cas précédent (fig. 3, A, B, C).

Que nous divisions en 3 ou 4 parties la cupule géante, le premier travail des Abeilles consiste à ronger les parties externes reliant 2 cellules partielles voisines (photo n° 2 et fig. 3 B et C) de telle sorte que chaque partie devienne totalement indépendante, alors qu'initialement elles sont toutes « enfermées » dans la cupule géante. Quand ces « liens externes » sont supprimés, les Abeilles réagissent comme elles le font toujours devant des cellules trop larges. Elles arrondissent l'ouverture en construi-

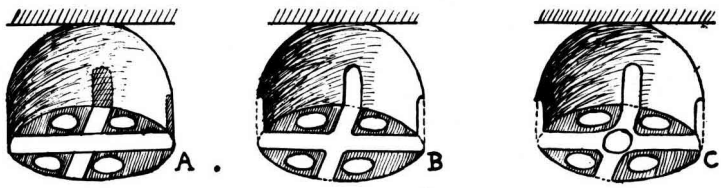

FIG. 3. — A. Grande cupule initiale avec cloisons doubles : en hachures, sur le bord latéral, la partie qui sera rongée.
B. A un stade plus avancé la partie entre les cloisons est rongée.
C. Formation d'une nouvelle cellule au carrefour des 4 cloisons doubles.

sant un opercule partiel pour aboutir à une ouverture voisine de 5 mm : taille normale de l'ouverture d'une cellule d'ouvrière. D'une cellule royale, les Abeilles font alors une cellule d'ouvrière, comme elles le font à partir de cellules de mâles. Ces cupules cloisonnées sont sans doute trop aberrantes pour qu'un élevage royal y soit entrepris, car toutes les larves que nous y avons introduites ont toujours été expulsées par les Abeilles. On pourrait s'en étonner car nous avons pourtant vu les Abeilles élever des reines et construire des cellules royales à l'intérieur de manchons tronconiques trop larges, d'une forme également bien éloignée de la nature. Elles en réduisaient alors le diamètre et construisaient à partir de la cupule aberrante, et sur cette ouverture réduite, une cellule royale aux dimensions normales (VUILLAUME, 1957). Mais remarquons que l'intérieur de la cellule n'est pas modifié par les Abeilles dans le cas des cellules provenant de cupules cloisonnées : celles-ci présentent intérieurement deux angles inférieurs à 90° (fig. 3 bis).

Or les manchons tronconiques, eux, sont régulièrement arrondis à l'intérieur. Est-ce la raison pour laquelle les Abeilles peuvent les accepter alors qu'elles refusent les cellules qui présentent à l'intérieur des angles trop marqués ?

Nous avons vu qu'il était possible de faire élever des larves royales dans des cupules à section carrée, mais les pourcentages obtenus étaient toujours très faibles (quelques p. 100 seulement). Ces mauvais résultats pourraient provenir de la même cause. Si les Abeilles élèvent des reines dans des cupules rondes, c'est qu'elles rencontrent là des conditions naturelles ; toutes les cellules royales étant en effet toujours à section ronde. Cette section ronde semble être d'ailleurs une forme primitive, car nous la retrouvons chez les *Bombus*, les *Mélipones*, qui ne construisent que des cellules rondes, cellules individuelles chez les *Mélipones*, collectives chez les *Bombus* (plusieurs larves étant élevées dans la même cellule). Les *Polistes*, de même, construisant la première cellule de leur nid, la font ronde. Ce n'est qu'à l'adjonction des voisines que les cellules prennent leur forme hexagonale (DELEURANCE). Après les modifications aboutissant à la formation de quatre cellules rondes à partir d'une large cupule cloisonnée, notons que les Abeilles ajoutent fréquemment une

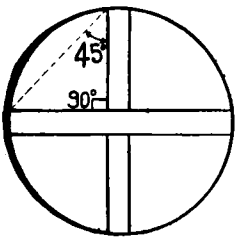

FIG. 3 *bis*. — Grande cupule initiale vue de dessus avec les 4 cloisons doubles.

cinquième cellule au centre de la construction (fig. 3, C ; photo n° 3), juste entre les cloisons initiales. Elles détruisent alors partiellement ces cloisons pour agrandir le méat initial et en faire une cellule ronde, semblable aux quatre cellules latérales. Le fond de cette cellule n'est jamais au même niveau que celui des quatre autres cellules : il est toujours au-dessus, à quelques millimètres du fond de la cupule initiale.

Si les cloisons initiales sont placées d'une façon irrégulière, de telle sorte qu'une cellule soit un peu plus large que les autres, les Abeilles divisent cette cellule en deux, et au lieu de quatre cellules latérales, c'est cinq que les Abeilles construisent ; la cloison ajoutée par les Abeilles s'appuie sur le fond de la cupule initiale (photo n° 3).

Ces observations sont toujours valables si l'édifice ne demeure pas trop longtemps au contact des Abeilles (48 heures dans une ruche ; 8 jours dans une cagette). Il est évident que cette construction élaborée à partir d'une ébauche, que l'on ne trouve jamais en cet état dans la ruche, va subir des modifications. Nous avons peu de données concernant la phase suivante.

Il apparaît toutefois que l'ensemble est remanié en deux étapes.

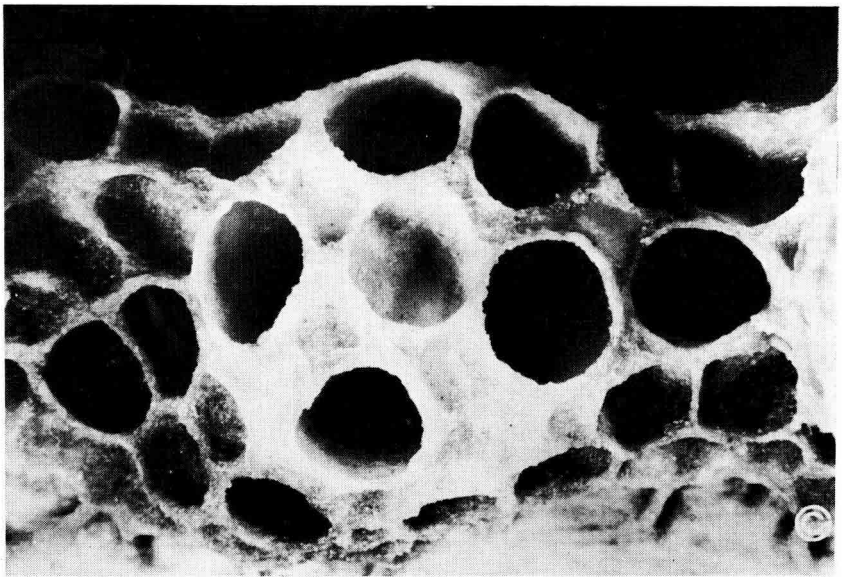

PHOTO n° 3. — Formation de 5 cellules à partir d'une cupule géante cloisonnée par des cloisons simples en 4 parties inégales.

PHOTO n° 4. — Dans une phase ultérieure, les parties latérales sont rongées tandis que la construction s'ébauche sur le plan médian. Notez l'apparition d'ébauches encore vagues des cellules futures. Leurs formes et dimensions sont très irrégulières.

Dans une première étape, les Abeilles divisent les cellules initiales, rongent certaines parties des cloisons, et étirent des cellules rondes beaucoup plus nombreuses, verticales, leur ouverture dirigée vers le bas.

Dans une deuxième étape, elles déplacent probablement de la cire, en la prenant en certains endroits du bord de la construction. Si nous regardons la cagette par le dessus, nous observons les modifications relatées dans la figure 4 (1, 2, 3, 4 et photo n°4). C'est en C et D que les prélèvements sont maximum, ils sont nuls en A et B ; c'est entre A et B que les Abeilles viennent déposer les morceaux prélevés en C et D,

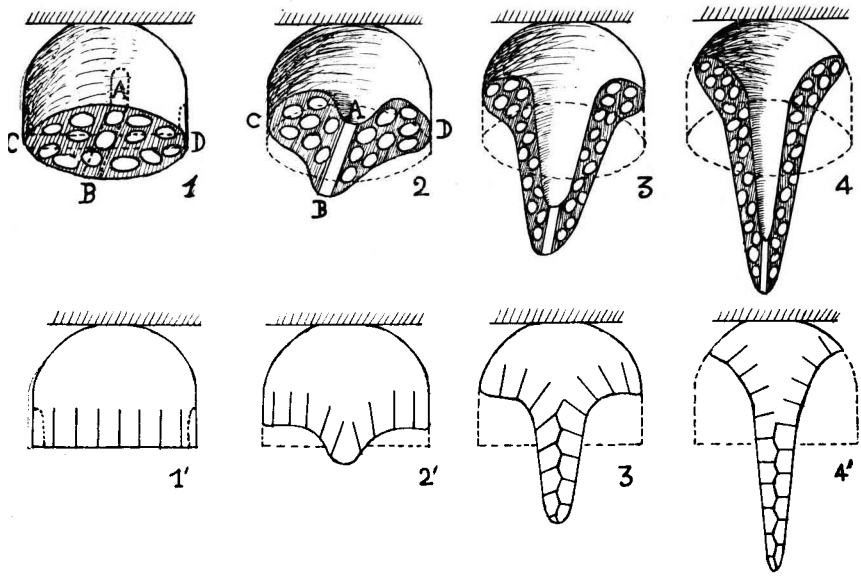

FIG. 4. — Suite de la figure 3, après le stade C (5 cellules).
1. En A, B, C et D les brèches sont grossièrement rebouchées et les Abeilles construisent (entre les 5 cellules de la fig. 3-C) d'autres cellules réparties au hasard.
2, 3, 4. Une orientation de rayon apparaît à partir de ce stade suivant un plan AB d'une des doubles cloisons. Les Abeilles rongent les bords C et D pour étirer la construction en AB.
1', 2', 3', et 4'. Les mêmes phases de la construction vues en coupe : modifications de la forme, de l'orientation et de l'ouverture des cellules, celles-ci devenant hexagonales.

si bien que l'édifice s'allonge sensiblement par son milieu (axe A B), tandis que les bords (C D) diminuent de longueur. Pendant ce temps, les Abeilles modifient le sens d'orientation des cellules. Celles-ci s'ouvrant en dessous au cours de la première étape, vont progressivement s'ouvrir latéralement. Nous verrons dans le chapitre suivant par quel mécanisme, en étudiant les modifications apportées aux barquettes.

c) **Barquettes.**

Au cours de la première phase, nous avons vu les Abeilles modifier la structure de l'ensemble en divisant les cellules en deux, dans le cas de barquettes cloisonnées par des cloisons simples (VUILLAUME M. 1959) ;

PHOTO n°5

PHOTO n°6

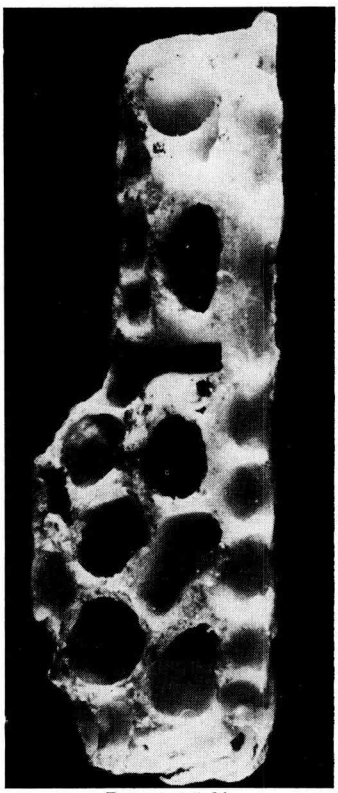

PHOTO n°6 *bis*

PHOTO n°5. — Barquettes avec doubles cloisons sur lesquelles on voit les parties rongées entre les cloisons doubles et l'édification d'une cellule ronde à partir de chaque division de la barquette.

PHOTO n°6. — Stade légèrement ultérieur à celui de la photo n°5, la construction est amorcée sur un des bords de la barquette, tandis que l'autre bord est rongé. Apparition dé'bauches de cellules toujours rondes. Les ouvertures des cellules ont tendance à devenir latérales.

PHOTO n°6 *bis*. — Id. n°6 — stade plus avancé.

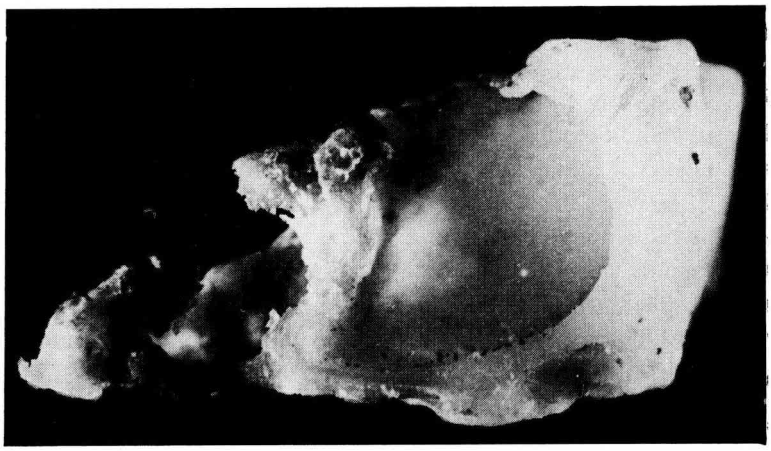

PHOTO n°6 *ter*. — Même chose qu'en 6 *bis*, en coupe transversale.

avec des doubles cloisons initiales, elles n'ajoutent plus ces divisions mais font directement une cellule à ouverture ronde, avec chacune des parties de la barquette (photo n°3). S'il n'y a pas de cloisons initiales, elles édifient des cellules rondes irrégulièrement disposées, et de taille variable (photos n° 5 et 6).

Au cours de la phase suivante, nous assistons à un transfert de cire, ayant pour conséquence le déplacement de l'ouverture des cellules qui d'abord dirigées vers le bas, vont devenir latérales (fig. 5 et photos 6 *bis* et 6 *ter*). La partie AB va être rongée, à partir de A et la construction va

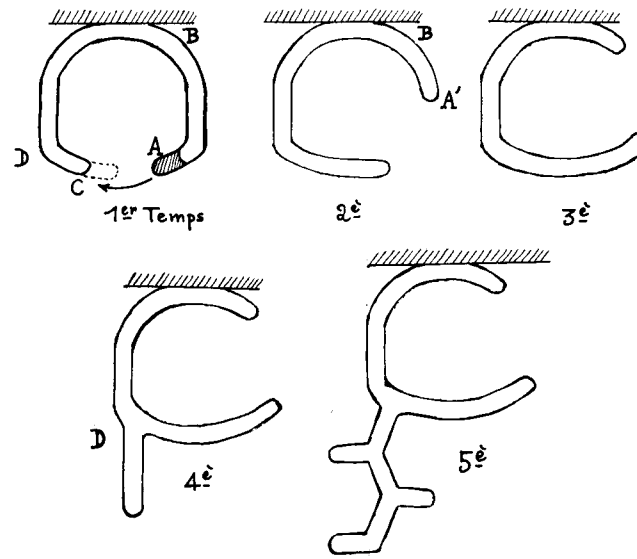

FIG. 5. — Changement d'orientation dans l'ouverture de cellules de barquettes vues en coupe : 1er *temps*. Ouverture verticale initiale, en A la partie hachurée sera déplacée pour aller occuper en C le contour en pointillés.
2e *et* 3e *temps*. L'ouverture devient progressivement latérale.
4e *et* 5e *temps*. En D, construction d'un rayon normal avec cellules de part et d'autre.

se réaliser d'abord en C. Puis quand le changement d'orientation des cellules sera suffisamment net, les Abeilles vont étirer en D la petite ébauche de rayon qui s'amorce (1 cellule à ouverture latérale). Arrivée au stade 4, la construction va se régulariser par l'adjonction sur l'autre face, d'ébauches de cellules. Les cellules de la première rangée sont très irrégulières, mais dès la deuxième rangée, il y a régulation importante et construction de cellules hexagonales normales.

C'est exactement par le même processus que les Abeilles modifiaient nos cupules géantes non cloisonnées. Nous n'avions pas laissé suffisamment longtemps les cupules géantes sans cloisons en place dans la ruche, mais là encore, un des côtés était toujours beaucoup plus vite et plus longtemps étiré et construit, et en C (fig. 6) les Abeilles tendent à construire un

rayon, qui, s'il a encore sur une courte distance une courbure très nette, doit rapidement devenir un rayon normal plan. *Ceci tend à nous montrer que la cellule ronde, primitive, comme nous l'avons dit, est toujours pour l'Abeille, une construction transitoire. Elle n'adapte que progressivement la structure hexagonale définitive à une forme initiale quelconque. Elle en inscrit d'abord la surface dans un cercle ou dans plusieurs cercles de rayon variable qu'elle modifiera ensuite pour aboutir aux cellules et aux rayons parfaits que tout le monde connaît.*

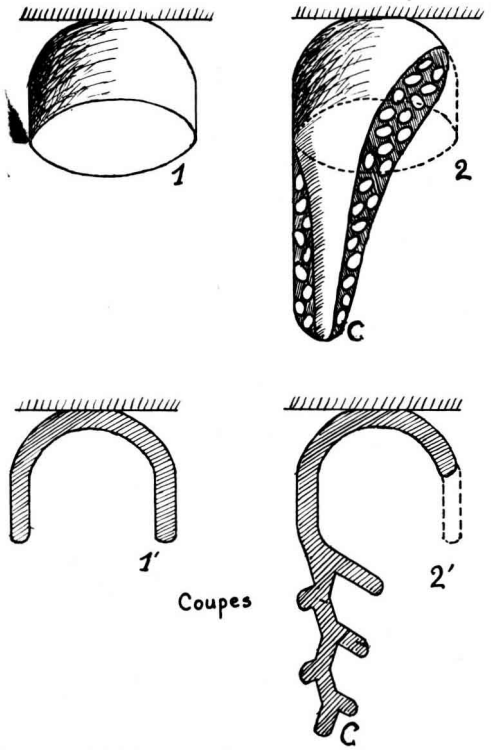

FIG. 6. — I. Cupule géante initiale non cloisonnée. — 2. Le rayon commence à se dessiner. 1' et 2'. Coupes des mêmes constructions.

CONSTRUCTIONS ABERRANTES DIRIGÉES

Les Abeilles réagissant comme nous venons de le voir, nous avons voulu leur poser certains problèmes à résoudre. En particulier, comment utilisent-elles des ébauches de cellules ou des rayons, celles-ci étant placées dans des conditions que nous allons préciser ?

1° Ébauches de rayons naturels.

a) *Ébauches entières suspendues à la partie supérieure de la cagette* (fig. 7). — Dans ce cas, qu'il s'agisse d'ébauches de rayons de cellules d'ouvrières ou de mâles, celles-ci sont adoptées par les Abeilles et étirées normalement (DARCHEN).

b) *Ébauches de rayons dont les cellules sont détruites sur une face* (fig. 8). — Ces ébauches sont collées contre une vitre de la cagette par la face dont les cellules ont été détruites. Ces ébauches sont acceptées et étirées normalement sur la face restée libre.

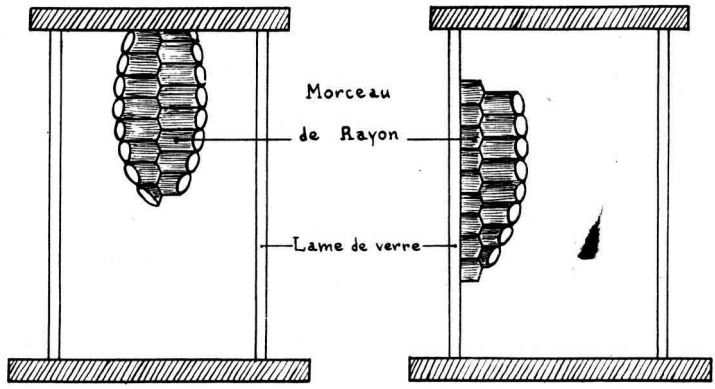

FIG. 7 FIG. 8

FIG. 7. — Cagette vue de profil avec une ébauche de rayon suspendu au plafond.
FIG. 8. — Cagette vue de profil contenant une ébauche de rayon dont les celllules sont détruites sur une face.

c) *Ébauches de rayons dont les cellules d'une face et le fond des cellules ont été détruits* (fig. 9). — Ébauches collées sur cire gaufrée ou plane. Dans les deux cas, les ébauches sont acceptées et étirées normalement.

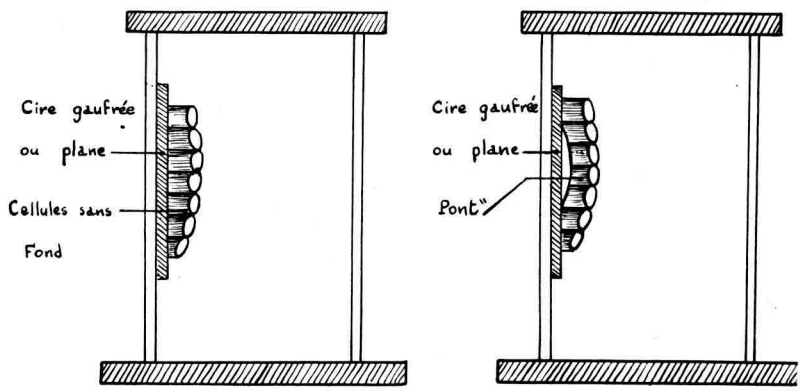

FIG. 9 FIF. 10

FIG. 9. — Cagette vue de profil contenant une ébauche de rayon dont les cellules d'une face et les fonds des cellules ont été détruits.
FIG. 10. — Cagette vue de profil contenant des ébauches de rayon appliquées sur une cire gaufrée ou plane par ses extrémités formant des « ponts ».

d) *Ébauches de rayons (cellules sans fond) appliquées par leurs extrémités seules sur une cire gaufrée ou plane : « ponts »* (fig. 10). — Dans tous les cas, la partie centrale de l'ébauche qui n'a aucun contact avec

la cire, est détruite, et des constructions normales sont alors entreprises sur chacune des deux parties extrêmes de l'ébauche non détruite : on aboutit alors à la formation d'une plage unique de cellule par la réunion progressive des deux parties initiales.

2° Rangées de cellules.

Pour cette expérience, nous disposions trois rangées parallèles de 5 à 8 cellules de mâles ou d'ouvrières. L'axe des cellules est perpendiculaire à la cire qui les supporte (cellules sans fond sur cire gaufrée ou plane). La facteur le plus important dans cette expérience est la longueur des cellules. Les cellules courtes, d'environ 1 mm, sont toujours détruites alors que les Abeilles conservent les rangées de cellules longues qu'elles raccourcissent toujours plus ou moins, mais en respectant la base. Elles sont réunies pas des constructions régulières ou irrégulières suivant l'écartement des rangées de cellules.

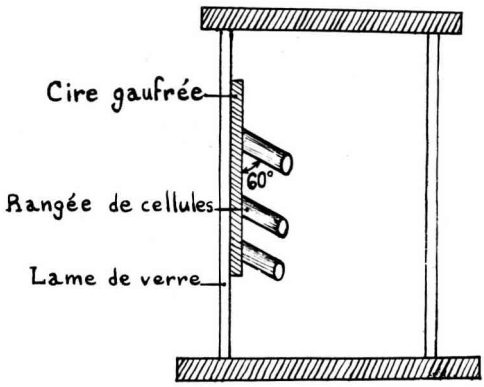

FIG. 11. — Cagette vue de profil avec 3 rangées de cellules inclinées de 60°.

La longueur dont ces cellules ont été raccourcies n'a pas été déterminée. Dans le cas de destruction complète qui ne se produit qu'avec les cellules courtes, d'environ 1 mm de base, nous sommes probablement au-dessous d'une longueur limite correspondant au raccourcissement de toutes les cellules par les Abeilles. Pour les Abeilles, une cellule n'est maintenue comme telle, qu'à partir d'une longueur d'environ 2 mm ; celles du bord des rayons en construction dont la longueur est inférieure à 2 mm sont modifiées sans cesse : les Abeilles retirant de la cire d'un endroit pour la déposer ailleurs.

Les cellules sont traitées de la même façon, qu'elles soient de mâles ou d'ouvrières.

L'écartement entre les rangées des cellules n'a d'influence que dans la régularité ou l'irrégularité des cellules qui relient ces rangées. Les cellules édifiées entre les trois rangées sont régulières si l'écartement est conve-

nable (5 mm ou multiple de 5 mm), irrégulières dans le cas contraire. Ceci tout au moins dans une première étape ; en effet nous n'avons laissé ces rangées de cellules que pendant 6 jours, on peut penser qu'il y aurait par la suite destruction et remaniement des cellules pour former une construction normale.

Pour des rangées de cellules dont l'axe fait un angle d'environ 60° avec la cire gaufrée (fig. 11), la destruction est toujours immédiate et totale. Il nous reste à voir ce qui se passe pour une inclinaison vers le haut ou vers le bas, variant de 60° à 90°.

Nous avons également placé une ébauche de deux rangées de cinq cellules mâles de 2 mm, le fond reposant sur de la cire gaufrée aplatie. Dans ce cas, la destruction est totale. Sommes-nous toujours ici au-dessous de la longueur limite dont nous avons parlé?

Remarques

Des larves placées dans ces cellules avec un mélange de gelée royale et d'eau sont toujours rejetées (alors qu'elles sont très bien acceptées dans les mêmes conditions dans des ébauches de rayons). C'est la raison pour laquelle ces observations ont toujours été faites avec des cupules (cloisonnées ou non) ou des cellules dépourvues de larves.

3° Ébauches de cellules isolées.

Après avoir isolé des cellules à partir d'un rayon, nous les découpons en « prismes hexagonaux » plus ou moins longs et les soudons sur de la cire gaufrée ou plane, perpendiculairement à celle-ci. Cette ébauche artificielle de construction est ensuite placée en position normale (ouvertures latérales) dans une cagette en présence de 100 jeunes Abeilles (fig. 12) à l'étuve à 32-35°. Plusieurs facteurs importants semblent régler le comportement constructeur des Abeilles devant ces ébauches.

a) *Nature de la cire.*

Dans le cas de la cire gaufrée (plaque de cire où les fonds des cellules sont creusés à la presse), il importe que les ébauches soient placées de telle sorte que les bords de chaque cellule isolée soient en position normale, le fond artificiel des cellules correspondant exactement à l'ébauche de la cellule, sur la cire gaufrée. Dans le cas contraire, les « prismes » sont rapidement éliminés par les Abeilles ; elles construisent alors des cellules normales, de toute pièce, comme elles le font à partir d'une cire gaufrée ordinaire (DARCHEN). Le premier temps a été en quelque sorte du « nettoyage ». Si un ou plusieurs « prismes » sont en position normale, ils sont conservés et les Abeilles construisent un rayon normal autour de ceux-ci ; les autres sont éliminés.

b) *Longueur des cellules.*

Nous n'avons pas suffisamment de données concernant ce problème, il semble toutefois que les ébauches courtes (moins de 5 mm) sont mieux acceptées. Un facteur très important interfère d'ailleurs avec celui-ci, c'est l'écartement entre les ébauches des cellules.

c) *Écartement.*

Pour un faible écartement : 1 à 2 mm, il y a un début de destruction mais il reste toujours une ébauche de cellules initiales autour de laquelle la construction semble s'organiser. Pour un écartement de 2 à 3 mm, la destruction est beaucoup moins rapide. Nous n'avons pas d'autres

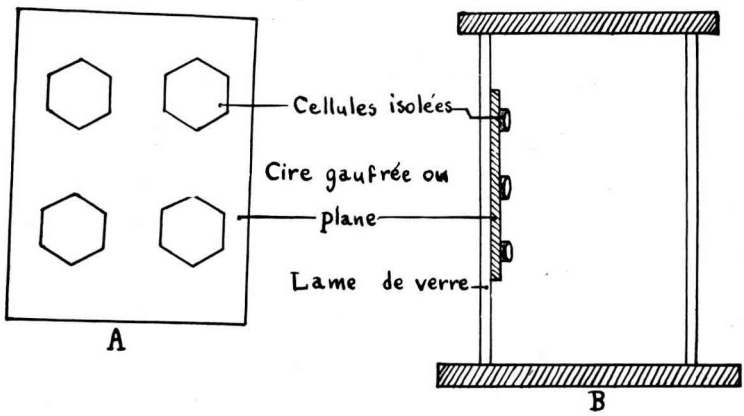

FIG. 12. — En A, cellules isolées sans fond, collées sur cire gaufrée ou plane (vue de face). En B, même chose dans la cagette vue de profil.

données, pour le moment, mais il est probable que pour un intervalle d'environ 5 mm (intervalle normal des cellules d'ouvrières) il n'y a que peu ou pas de destruction des ébauches initiales. Les Abeilles utiliseront ces ébauches pour établir une construction normale.

4° Baguettes recouvertes d'une couche de cire (sur sa face inférieure) et garnies de cupules de 8 mm de diamètre (fig. 13).

Ces baguettes ne sont autre chose que celles portant les cellules royales lors d'un élevage artificiel. Les cupules (ébauches artificielles de cellules royales) sont soudées, l'ouverture dirigée vers le bas, sur 2 rangs en position alternée.

Avant d'introduire des larves d'ouvrières dans ces cupules, il est important pour la bonne réussite de l'élevage royal, de faire « familiari-

ser » ces cellules. Cette « familiarisation » s'effectue en les introduisant 24 heures au maximum dans une ruche quelconque. La « familiarisation » est toujours accompagnée d'un remaniement plus ou moins rapide des cellules. Il consiste ici en un raccourcissement des bords des cupules (1 mm environ) et en dépôt de contreforts de cire, à la base, qui les consolident sur la baguette porte-cellules. Le raccourcissement des cellules au moment où l'on oblige les Abeilles à accepter un matériel autre qu'un rayon normal ou une ébauche de rayon, semble être un phénomène général.

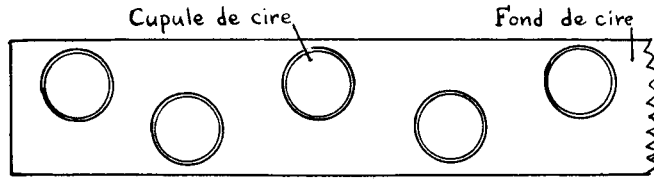

FIG. 13. — Répartition des cupules sur une baguette recouverte de cire.

Le travail de « familiarisation » est parfois très rapide et il arrive, au cours du séjour dans la ruche que les cupules subissent des modifications très importantes, pouvant aller jusqu'à l'édification d'une ébauche de rayon, où des cellules hexagonales se dessinent sur les 2 faces. Des cupules initiales, il ne reste alors que peu de traces. Ce travail s'effectue progressivement et nous pouvons y trouver les phases suivantes :

1re *étape* : raccourcissement des cupules.

2e *étape* : l'ouverture des cupules est fermée partiellement par une ébauche d'opercule.

3e *étape* : sur l'opercule, les Abeilles déposent de la cire de façon à édifier la base de 2 cellules dont la forme n'est pas régulière.

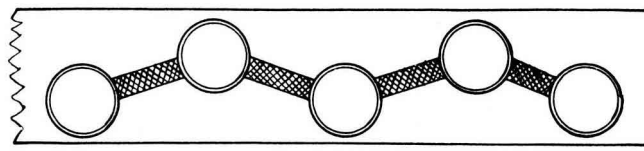

FIG. 14. — En quadrillé, les « cloisons » de cire reliant les cellules entre elles.

4e *étape* : les cellules d'abord rondes, s'allongeant, se transforment en 2 cellules hexagonales ; leur ouverture, dirigée auparavant vers le bas, a tendance à devenir latérale, comme nous l'avons vu dans le cas des modifications des barquettes.

Au cours de ces 4 premières étapes, les cupules sont soudées entre elles, par des contreforts verticaux, renforcés. Ces contreforts finissent par constituer des « murets » disposés en zig-zag sur toute la longueur de la baguette porte-cellules (fig. 14 et photos nº 7 et 7 *bis*).

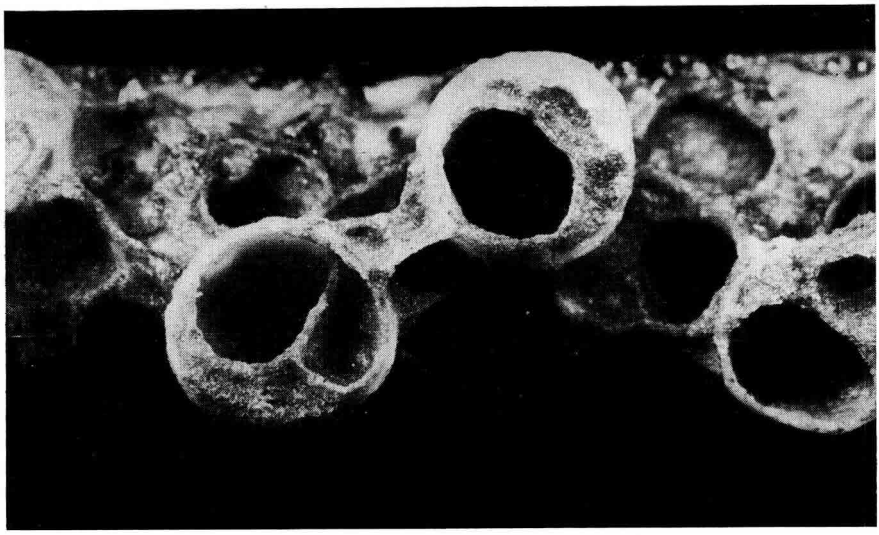

PHOTO n°7. — Construction d'un « pont » entre 2 cellules et ébauches de quelques cloisons et cellules quelconques.

PHOTO n°7 *bis*. — Id. n°7 mais la base de toutes les cellules voisines est réunie. Les ébauches des cellules deviennent plus nombreuses.

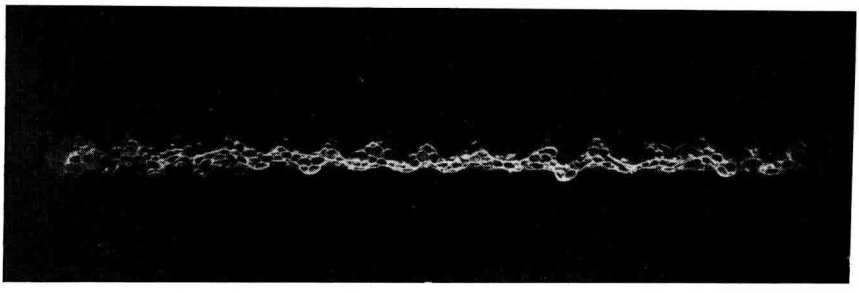

PHOTO n°7 *ter*. — L'ébauche sinueuse de rayon commence à se dessiner nettement. (Photos CH. GOILLOT).

5e *étape* : les « murets » sont étirés et nous assistons à la formation d'une tranche de rayon continu reliant toutes les cupules 2 à 2.

Les ouvertures des cellules qui se multiplient sont alors latérales.

6e *et dernière étape* : des ébauches de rayons de plus en plus nombreuses situées entre les cupules vont se dessiner ; elles peuvent être parallèles entre elles (AB, A'B', fig. 15) ou bien faire un angle (x) égal à celui des 2 droites reliant 3 cupules voisines (C D E, fig. 15 et photo n° 7 *ter*).

Toutes ces ébauches de rayon, courtes (moins de 2 cm de hauteur) sont ensuite modifiées, tordues et reliées entre elles, pour donner un rayon parallèle aux rayons situés de part et d'autre du cadre porte-cupules.

On assiste alors à l'édification d'un rayon normal, parallèle aux voisins.

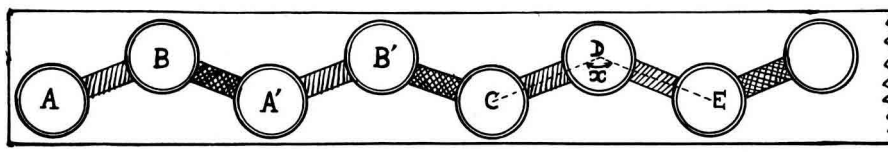

FIG. 15. — En hachures, les ébauches de rayon.

CONCLUSION

Ces observations nous ont montré comment l'Abeille utilise des fragments de cire de différentes formes.

Dans le cas des cupules soudées sur une couche de cire épaisse elles ne trouvent là qu'un amas de cire qu'elles remanient ou déplacent à leur convenance, pour en faire un rayon normal. Les bords externes des cupules sont rongés ; les Abeilles déposent la cire ainsi récupérée ou de la cire nouvellement sécrétée, sur les bords internes des mêmes cupules. Le rayon se forme alors et les cellules hexagonales situées sur ses 2 faces s'ouvrent en position normale. Le même phénomène se produit avec les barquettes et les cupules de 2 cm de diamètre, qu'elles soient cloisonnées ou non. Le stade des « cellules rondes » précède toujours ces modifications.

Dans le cas des fragments de rayons, rangées de cellules ou cellules isolées, après raccourcissement de 2 mm au maximum, les abeilles adoptent ces édifices et construisent autour, des cellules dont la forme varie en fonction de l'écartement séparant les cellules ou rangées de cellules.

Le support de cire gaufrée sur lequel ces ébauches sont fixées joue un rôle important dans le cas des cellules isolées. Celles-ci sont toujours détruites si les faces de la cellule ne s'adaptent pas exactement au fond d'une cellule de la gaufre. Le phénomène semble moins rigoureux si les gaufres sont remplacées par des plaques de cire lisses, la longueur des cellules devient alors le facteur le plus important.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DARCHEN (R.). — Les techniques de construction chez *Apis mellifica ; Thèse Paris*. Masson Édit. 1959.

DARCHEN (R.), VIZIER (C.) et VUILLAUME (M.). — Sur le déterminisme de la construction des cellules de mâles chez les Abeilles. *C. R. Acad. Sc.* 1957 ; 391-394.

DELEURANCE (Ph.). — Contribution à l'étude du comportement des Polistes (Hyménoptères Vespides). Thèse Paris 1957.

VUILLAUME (M.). — La forme des cellules royales chez les Abeilles. *Insectes sociaux* T. 4 ; 4, 1957.

VUILLAUME (M.). — Nouvelles données sur la psychophysiologie de l'élevage des reines chez *Apis mellifica* ; *Annales de l'Abeille* ; n° 2, 1959 ; p. 113-138.