Zeitschrift: Revue suisse d'apiculture
Herausgeber: Société romande d'apiculture
Band: 98 (2001)
Heft: 9

Buchbesprechung: Lu pour vous

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Constructions naturelles et cire gaufrée

Qualités requises pour cette dernière

Durant des siècles la construction des gâteaux de cire a été laissée à l'entière discrétion des abeilles. Il n'y avait donc dans les ruches que des constructions « naturelles » que l'apiculteur était contraint de détruire (par broyage ou pressage) lors de la récolte du miel. Les inventeurs de la ruche à cadres dont F. Huber fut l'un des précurseurs avec sa fameuse ruche à feuillets (1814) durent diriger le travail des abeilles afin que celles-ci ne construisent qu'un rayon et un seul par cadre (ou par feuillet) afin de conserver la mobilité de chacun d'eux. A cet effet on usa d'un stratagème en fixant tout d'abord sur chaque partie supérieure du feuillet, de la barrette ou du cadre de la ruche un fragment de rayon formant amorce. On utilisa également des amorces en cire « lisse » mais, bien que plus faciles à fixer, celles-ci ne donnèrent pas toujours satisfaction. L'invention de Mehring, en 1857, en fabriquant pour la première fois une gaufre de cire, allait enfin résoudre le problème. Depuis lors des milliers de tonnes de cire ont été gaufrées soit à l'aide de modestes gaufriers manuels, à plat de type Rietsche, d'après le premier modèle dû au Suisse Jacob (1876) ou du modèle perfec-

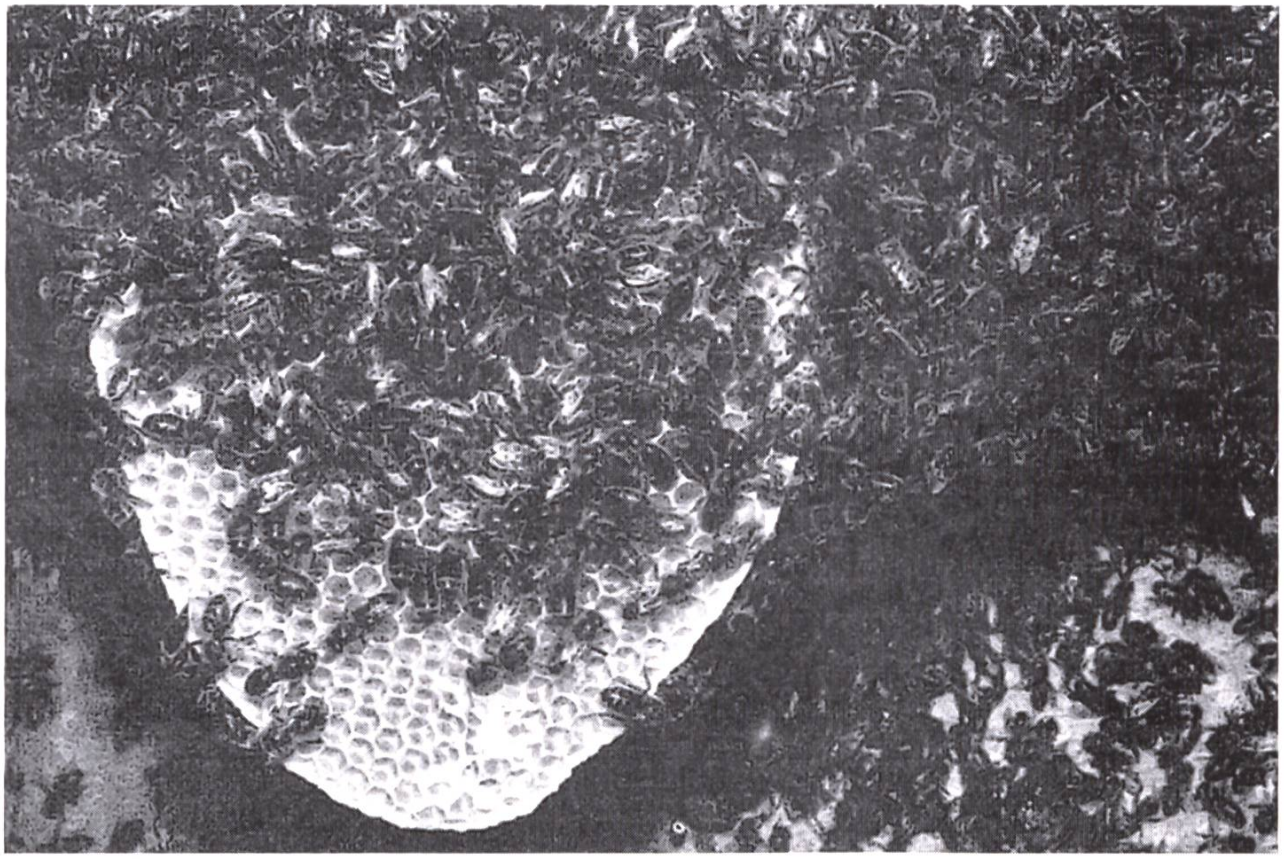


Fig. 1 – Rayon naturel en construction. Sur la droite, des « chaînes cirières ». (Photo F. Jéanne)

tionné par Given par l'adjonction d'une presse permettant d'obtenir une plus grande régularité dans l'épaisseur des feuilles. La machine à double cylindre vit le jour un peu plus tard (Root, 1876) par l'application du procédé de fabrication mis au point par Weed. D'abord manuelle, elle se perfectionna par la suite, devenant totalement automatique, telle que nous la connaissons de nos jours.

De nos jours, il n'y a plus guère que les pays en voie de développement qui ne disposent pas de ciriers professionnels capables de fournir aux apiculteurs la cire gaufrée dont ils ont besoin. Nous ne nous étendrons pas sur cette fabrication, renvoyant le lecteur qui s'y intéresserait à l'article que nous avons publié dans le BTA, *La cire gaufrée – Matière première et fabrication* (Jéanne & Thomas, 1984).

Si donc bien peu d'apiculteurs modernes fabriquent eux-mêmes leur cire gaufrée, il est évident qu'ils se doivent d'être en mesure de pouvoir contrôler la qualité de celle qu'ils achètent ou tout au moins de comprendre les références de qualité que peut lui donner son fournisseur.

Quant au marché de la cire en pain, on trouve encore de temps à autre sur le marché des lots qui ne sont pas purs. Afin d'éviter qu'ils puissent être pris en compte et mis dans la chaîne de fabrication de la cire gaufrée, les ciriers se doivent d'être très vigilants afin d'éviter tout risque d'altération de leur production.

Lorsqu'il achète de la cire gaufrée l'apiculteur doit être en mesure de connaître : *l'épaisseur des feuilles* (dont dépend notamment leur bonne tenue dans les cadres lors de leur introduction dans les ruches et durant la phase d'étirage par les abeilles, ce qui assure la régularité des rayons finis), *le nombre de cellules au dm²* et la *pureté* de la cire. Tout cirier doit être en mesure de lui apporter les précisions et les garanties nécessaires sur ces points.

Afin de mieux les comprendre, nous apporterons quelques détails sur la façon dont l'abeille « construit » quand on lui en laisse la liberté.

Les constructions naturelles

La dimension des cellules [1]

Chez la plupart des races européennes d'*Apis mellifera* on admet que la dimension des cellules d'ouvrières en construction naturelle est de 5,37 mm en moyenne, ce qui donne environ 800 cellules au dm² (nombre compté pour les deux faces du rayon). Il est cependant important de préciser qu'il s'agit là d'une dimension moyenne car dans la réalité la taille des cellules n'est pas constante et donc la régularité de la construction n'est qu'apparente. Les mesures précises effectuées entre les deux parois parallèles d'un même rayon sur plusieurs cellules d'une même colonie montrent des différences significatives d'une cellule à l'autre mais ne dépassant jamais un écart donné pour un type de cellules (ouvrières ou mâles). D'une race à l'autre la dimension des cellules est fonction de la taille des abeilles. Les races du groupe européen, parmi lesquelles se trouvent celles qui sont le plus utilisées à travers le monde en apiculture inten-

[1] Ce chapitre a été publié également dans l'article Lutte contre Varroa destructor – La dimension des cellules peut-elle entrer en ligne de compte? sous les signatures de F. Jéanne (OPIDA), J. Vallon et Y. Le Conte (INRA-Avignon) paru dans ce BTA 2/2001 en pages 77-78.

sive, édifient toutes des cellules égales ou supérieures à 5 mm. C'est aussi le cas d'*A. m. monticola*, la plus grosse abeille d'Afrique (Sud Egypte, Soudan) qui édifie des cellules de 5,04 mm en moyenne. *A. m. sicula* (l'abeille de Sicile) édifie les plus petites cellules du groupe européen (écart entre deux parois parallèles de 5,13 à 5,21 mm donnant 850 à 875 cellules/dm^2). Pour *A. m. ligustica* les cellules sont également petites (écart de 5,27 à 5,37 mm, soit 800 à 830 cellules/dm^2). *A. m. carnica* n'en édifie que 760 et *A. m. mellifera* 800 en moyenne (pour un écart de 5,37 à 5,51 mm) (Alber, 1953 *in* Darchen, 1968).

A l'exception de *A. m. monticola*, les races du groupe africain construisent des bâtisses dont les alvéoles ont une taille inférieure à 5 mm. C'est ainsi le cas chez certaines races africaines telles que *A. m. adansonii* (4,8), *A. m. litorea* (4,6), *A. m. yemenetica* (4,7), *A. m. scutellata* (4,8), pour des mesures moyennes données en millimètres (Ruttner, 1988).

Par contre, suivant Darchen (1968), l'épaisseur des parois latérales est beaucoup plus régulière d'une race à l'autre. Elle serait de l'ordre de 0,05 mm mais le bord extérieur des alvéoles est singulièrement épaissi, renforçant ainsi le rayon et permettant un certain stockage de cire qui pourra être utilisé lors de l'operculation de la cellule (notamment celles contenant du miel ou du pollen). Une cellule de couvain d'ouvrières mesure environ 12 mm de profondeur à la paroi latérale. Compte tenu de la forme rombododécaédrique du fond de la cellule (donnant une constitution en trois losanges égaux inclinés de 70,32° par rapport aux parois latérales) et de la double face du rayon, celui-ci mesure à peu près 25 mm d'épaisseur. Les cellules contenant du miel, surtout à la partie supérieure des rayons (et donc aussi des hausses dans les ruches à cadres) peuvent être beaucoup plus profondes, uniquement limitées semble-t-il par la place dont disposent les abeilles (distance du rayon avec celui qui lui fait face ou avec la paroi de la ruche) ; certaines de ces cellules peuvent avoir 40 mm et plus de profondeur (Bouvier, 1906, *in* Darchen, 1968).

La dimension moyenne des cellules de mâles est de 6,91 mm, ce qui ne fait guère plus de 650 cel./dm^2 mais ne sont guère plus profondes que les cellules d'ouvrières. En raison semble-t-il de manque de profondeur, les abeilles le compensent par des opercules beaucoup plus bombés, augmentant ainsi le volume disponible pour les jeunes mâles en formation.

Forme et orientation des cellules

Contrairement à ce que l'on pourrait imaginer, la construction naturelle d'un rayon est tout a fait anarchique dans ses débuts. Les ouvrières cirières commencent par former des petits amas de cire, sans ordre apparent. Ce n'est que lorsque ces amas deviennent suffisamment importants que des abeilles commencent à les modeler *de façon circulaire*. La cellule débute donc en étant cylindrique. D'après Arbuster, (1920, 1925, *in* Darchen, 1968) *la forme hexagonale des cellules résulterait des actions conjuguées de forces opposées, agissant dans des plans parallèles et perpendiculaires à celui du fond de la cellule. Il n'y a donc pas d'instinct acquis pour assembler tous les plans sous un angle de 120°. Cet auteur ajoute : « La régularité des cellules est due surtout à l'action en commun de plusieurs travailleuses édifiant une paroi mince et pétrifiable. Elle est donc déterminée par des instincts plastiques et par un matériau soumis aux lois physiques les plus élémentaires. »*

L'édification des rayons naturels n'est donc pas toujours aussi régulière qu'on pourrait le croire de prime abord, comme si les abeilles bâtisseuses obéissaient à des lois immuables qui guideraient leurs travaux. On a pu constater que les choses étaient beaucoup plus complexes dans la réalité. Lorsque les chaînes cirières se forment, plusieurs départs de constructions ont souvent lieu en même temps. Les ébauches mal placées sont le plus souvent détruites par la suite, la cire récupérée étant ensuite réutilisée. C'est presque toujours la construction la plus importante qui l'emporte sur les autres, mais il est fréquent que plusieurs ébauches se développent simultanément sur le même plan et finissent par se rejoindre. La jonction est généralement malaisée car les cellules de l'une et de l'autre ne correspondent que rarement. C'est alors que les ouvrières sont contraintes d'édifier des cellules désordonnées pour effectuer tant bien que mal la jonction nécessaire (construction de cellules dites « de jonction »). On peut alors trouver des cellules à quatre ou à cinq côtés, des cellules rondes, voire des remplissages, simples amas de cire dans un espace inférieur à celui minimum accepté pour l'édification d'une cellule (figure 2). Ceci est d'autant plus évident lorsqu'une construction de cellules d'ouvrières et une autre de cellules de mâles se rencontrent ou lorsque les cellules d'une ébauche n'ont pas été construites dans le même sens.

A ce sujet, il est curieux de constater qu'un grand nombre d'apiculteurs sont persuadés que les abeilles édifient toujours leurs alvéoles « pointes en haut ». C'est sans doute la raison pour laquelle les gaufreurs fabriquent leur cire gaufrée de cette façon. Or il n'en est rien et, sans qu'on puisse en donner une rai-

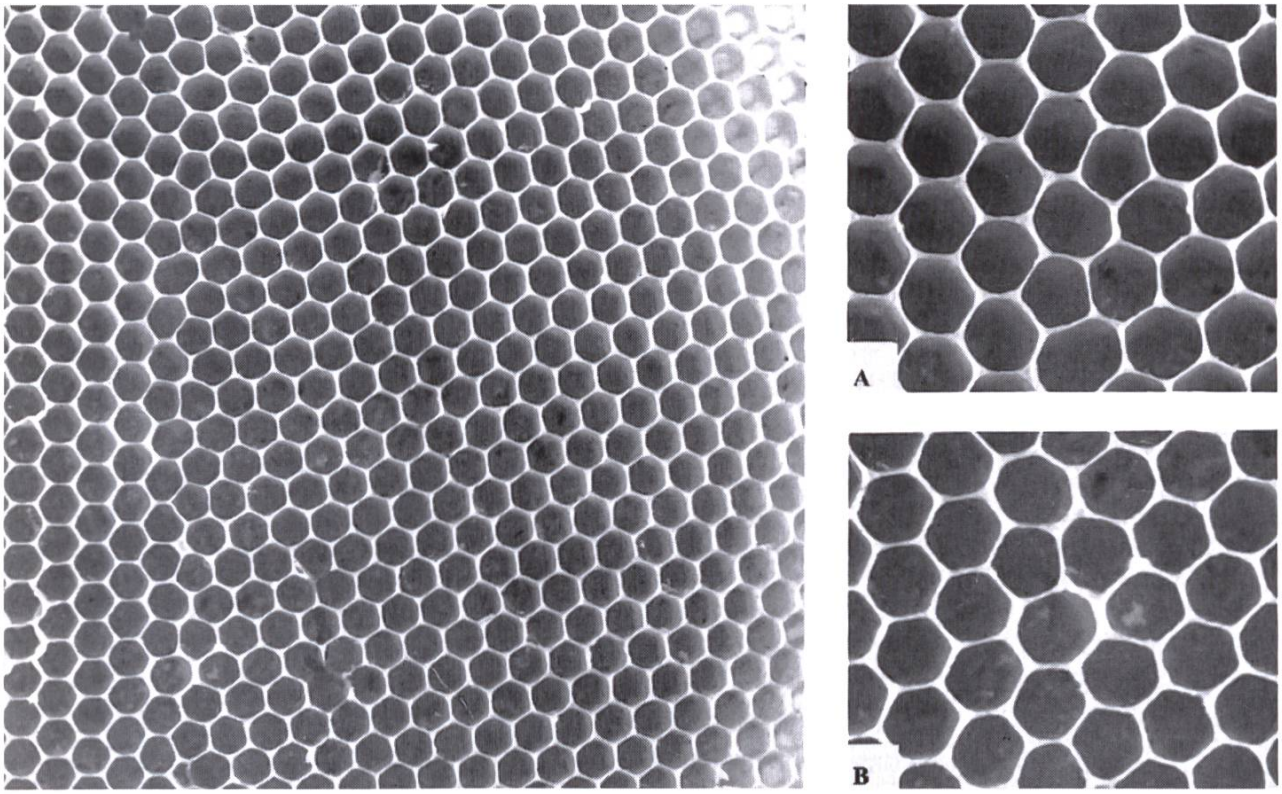


Fig. 2 – Différents types de cellules dans un rayon en construction naturelle : jonction entre deux ébauches dont les cellules sont l'une pointes en haut et l'autre pointes en bas : En A : cellules de jonction. En B : cellules en rosace autour d'une cellule à peu près cylindrique avec remplissage. (Photo D. Quéru - OPIDA.)

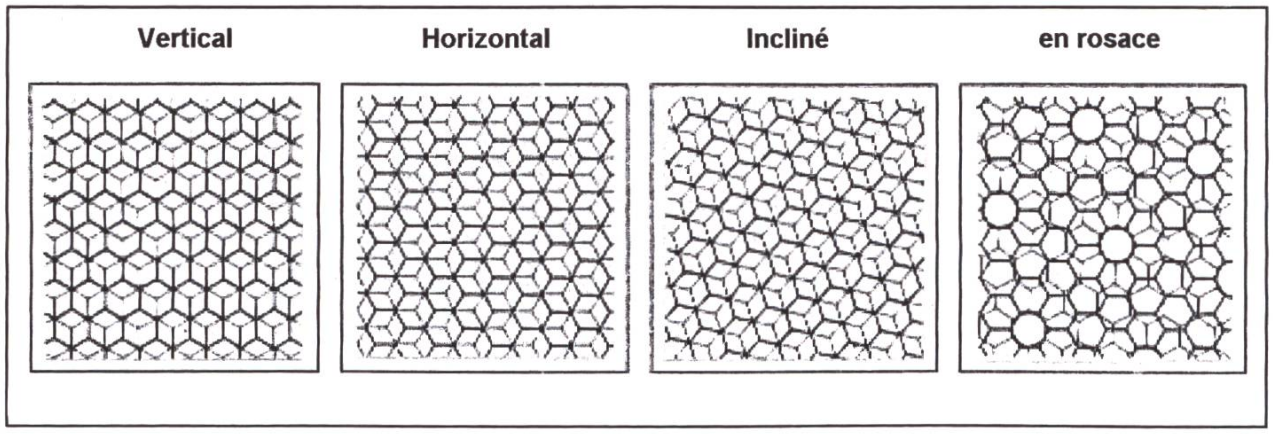


Fig. 3 – Différentes dispositions de constructions naturelles (d'après Hepburn, 1984).

son particulière, les abeilles édifient aussi bien leurs cellules d'une manière ou de l'autre ou encore en diagonale ou en rosace (figures 2 et 3).

En observant des constructions naturelles, on peut constater que ce phénomène est fréquent et que plusieurs types de cellules peuvent se trouver ensemble, dans un même rayon.

Déterminisme du type des cellules construites

Un essaim pourvu d'une reine ne construit généralement que des cellules d'ouvrières. Le fait que celle-ci soit fécondée (type essaim primaire) ou encore vierge (essaim secondaire) ne fait pas de différence. Par contre, en l'absence de reine un paquet d'abeilles édifie en cellules de mâles. Pour s'en assurer, Darchen (1968) a placé dans des ruchettes des paquets d'abeilles de tous âges de 1,5 kg. Il a ajouté dans chaque ruchette deux cadres de couvain naissant qui ont été enlevés dès la naissance de toutes les jeunes abeilles. Des barrettes de bois portant quelques dépôts de cire ont alors été introduites et un abondant nourrissement fourni. Ces colonies orphelines n'ont édifié que des rayons en cellules de mâles. Une seconde série d'expériences a été effectuée sans introduction de couvain naissant. Les deux premiers jours les abeilles orphelines ont construit en cellules de mâles puis ensuite en cellules d'ouvrières durant quatre autres jours, puis ont pratiquement cessé de construire. Dans une troisième série, des ruches ont été divisées en deux compartiments, l'un avec reine et l'autre orphelin. Les trois premiers jours, les ouvrières des compartiments orphelins ne construisent que des cellules de mâles remplacées ultérieurement par des cellules d'ouvrières mais quatre à cinq fois moins rapidement que dans les compartiments possédant une reine. « *Il semble bien,* conclut l'auteur, *que le facteur favorisant la construction de cellules de mâles se trouve dans les abeilles naissantes ou très jeunes et qu'il existe un effet important de la part de la reine.* »

Récemment, une collaboration franco-canadienne (Ledoux *et al.*, 2000) a pu confirmer que la reine possède un rôle déterminant dans la construction de la cire. Les phéromones de la glande mandibulaire orientent la construction des cellules en format d'ouvrières. On peut alors concevoir facilement qu'une moindre diffusion de la phéromone parmi les ouvrières comme c'est le cas dans de fortes colonies puisse permettre aux ouvrières de construire en format de

mâle. C'est en tout cas ce que nous observons. Par contre, la phéromone royale de la glande mandibulaire n'a pas d'effet sur la production des glandes cirières, elle ne fait qu'orienter la construction des abeilles.

Nous avons maintes fois constaté qu'en période de forte miellée les colonies puissantes, si elles en ont la possibilité (absence d'un cadre par exemple), ont tendance à combler ce vide par une bâtisse en cellules à mâles. La courbe de l'activité constructrice d'une colonie varie suivant la saison et aussi, semble-t-il, des besoins. Ainsi un essaim construit beaucoup dans les premiers jours de son installation. Les constructions se ralentissent par la suite, sans doute en raison de la diminution progressive de la population durant la période sans couvain naissant qui suit la création de la nouvelle colonie. Pratiquement toutes les cellules construites sont alors des cellules d'ouvrières. Si les conditions sont favorables par la suite, la population recommence à croître et il y a une reprise rapide des constructions. C'est souvent à ce moment qu'apparaissent en périphérie des constructions en cellules de mâles, qui se greffent sur les premières constructions en cellules d'ouvrières, voire des rayons entièrement en cellules de mâles latéralement aux autres constructions du nid à couvain. On peut également trouver au milieu d'une bâtisse en cellules d'ouvrières des petits îlots de cellules de mâles. Il s'agit souvent de « réparations » faites dans une partie détruite du rayon. Ces constructions sont évidemment moins importantes sur cire gaufrée qu'en constructions naturelles, car les feuilles gaufrées limitent considérablement le choix des abeilles.

On remarque cependant que lorsqu'une colonie devient bourdonneuse (présence d'une reine non fécondée ou d'ouvrières pondeuses), les abeilles parviennent à modifier des cellules en les élargissant au détriment de celles de leur périphérie. A l'inverse, lorsqu'on installe un essaim d'abeilles uniquement sur cire gaufrée à grandes cellules (cire à mâles) les abeilles sont capables de modifier un grand nombre de ces cellules en en épaississant les bords. La reine pond alors dans ces cellules à entrée resserrée des œufs fécondés et de jeunes ouvrières peuvent alors s'y développer. Elles ne sont pas pour autant plus grosses que si elles avaient été élevées dans des cellules normales d'ouvrières, mais se développent sous un opercule bombé comme l'ont décrit Vuillaume, Darchen et Vizier (1968), ce qui pourrait laisser croire qu'il s'agirait de couvain de mâles.

Comportement des abeilles à l'égard de la cire gaufrée

Darchen (1968), rappelant les travaux de Meyer (1959), considère que les abeilles cirières ont un double comportement lors de la construction des rayons. Lorsqu'elles se forment en chaînes (chaînes cirières) et évoluent dans cette formation, elles ont certainement un comportement social. Celui-ci est beaucoup moins évident lors de la formation des cellules ou lors d'un travail d'operculation d'un rayon où l'individualisme semble bien prévaloir (appelés « petits travaux » par l'auteur *(Kleinbauarbeiten)*. On observe fréquemment des abeilles qui défont le travail accompli par d'autres cirières.

Lorsque l'apiculteur contraint ses abeilles à édifier sur cire gaufrée, il ne peut y avoir de construction semblable à celles que peut effectuer un essaim dans un espace totalement libre. Les cirières se mettent tout d'abord à travailler individuellement les empreintes des bords de cellules, les étirant et les allongeant, alors qu'en construction naturelle elles doivent se grouper en chaîne pour créer

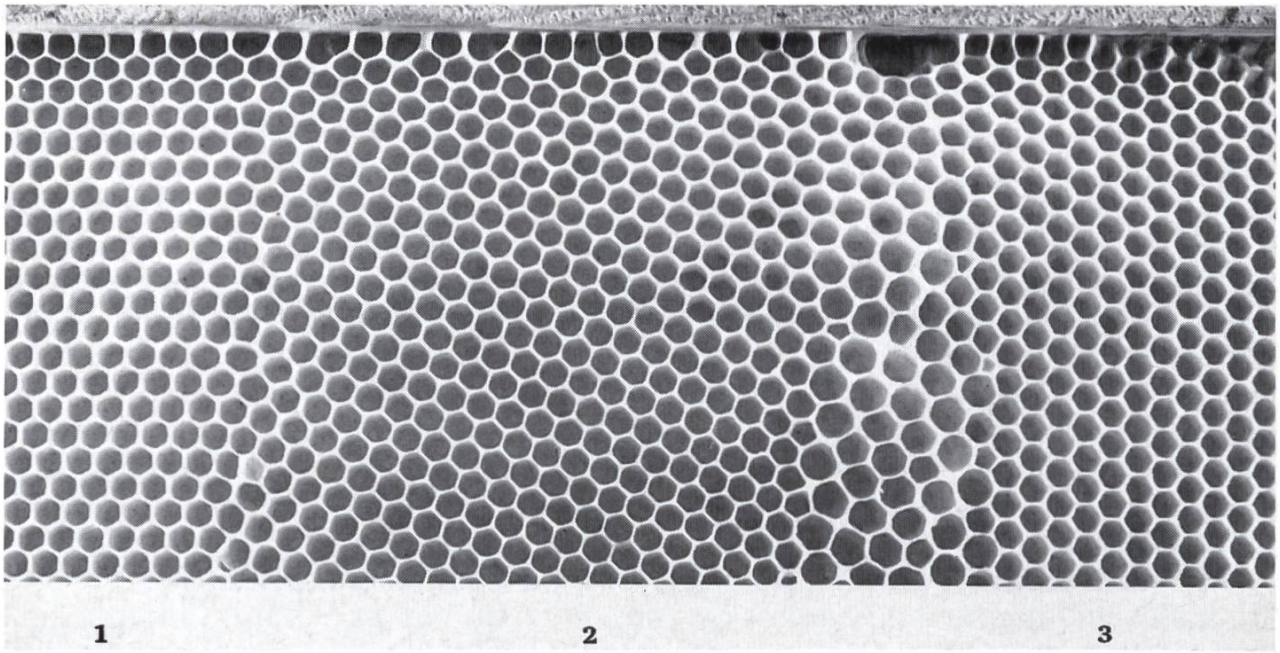


Fig. 4 – Construction sur cire gaufrée. Trois échantillons de 10 x 13 cm ont été découpés dans une même feuille de cire gaufrée et placés dans un cadre dépourvu d'armature métallique. L'échantillon de gauche (1) a été placé alvéoles pointes en haut, celui de droite (3), alvéoles pointes latérales, celui du centre (2) en position intermédiaire alvéoles en diagonale. Un espace de 2 cm a été ménagé entre les échantillons 2 et 3. Un filet de cire a été coulé en haut et en bas pour fixer ces morceaux de cire gaufrée au bois du cadre. Celui-ci a été placé au centre d'une forte colonie (début juin 2001). Il en a été retiré trois jours plus tard. Les trois échantillons ont été étirés de la même manière, avec la même rapidité. Le raccord entre les échantillons 1 et 2 est bien visible, comportant de nombreuses cellules «de jonction». L'espace entre 2 et 3 a été bâti en cellules d'ouvrières en haut, puis en cellules de jonction et en cellules de mâles. Plusieurs cellules de remplissage sont également visibles. On remarquera par ailleurs quelques constructions «en rosace» (dont une particulièrement remarquable entre 2 et 3). (Photo D. Quéru - OPIDA.)

leur propre support et se transmettre des régulations complexes (Darchen, 1968). Ce n'est que par la suite que le travail d'achèvement du rayon devient plus naturel, les abeilles apportant de la cire et modelant les cellules comme elles le feraient si elles avaient construit totalement ce rayon, travail qu'elles accomplissent cependant individuellement.

En étirant cette cire les abeilles en affinent les parois, les rendant proches de l'épaisseur voulue, amenant ainsi les alvéoles à la dimension souhaitée. Quoi qu'il en soit, la finesse des constructions naturelles ne permettrait pas d'être reproduite dans la cire gaufrée en raison de la fragilité des feuilles qui seraient ainsi fabriquées.

1. La cire, matière première de la cire gaufrée, qualités requises

La cire destinée à être gaufrée doit être de première qualité, Cela exclut donc toute utilisation de cire qui ne soit pas pure d'abeille. En outre celle-ci doit être débarrassée de toute impureté (que ce soit par décantation, filtration ou les deux à la fois). Enfin elle ne doit pas contenir de résidus de pesticides ou de matières actives médicamenteuses à des doses susceptibles de nuire à la santé de l'abeille

ou à plus forte raison de l'homme, en contaminant le miel qui sera ultérieurement stocké dans les rayons. Il ne faut pas oublier que la présence de certaines molécules médicamenteuses est par ailleurs susceptible d'induire des phénomènes de résistance chez certains agents pathogènes de l'abeille, *Varroa* en particulier.

Actuellement, la présence de matières actives provenant des traitements antivarroas pose un réel problème, car elle est vraisemblablement l'une des causes principales des phénomènes de résistance qui se développent un peu partout depuis quelques années. Ceci se concrétise par une diminution de l'efficacité du médicament sur le parasite, même s'il n'est présent qu'à quelques ppm (voire quelques ppb), doses réputées non dangereuses pour l'abeille ou le consommateur humain. De toute manière, il appartient au cirier de faire analyser la cire qu'il utilise et de rejeter les lots jugés indésirables s'il veut pouvoir garantir à sa clientèle la bonne qualité, sur ce point, de la cire gaufrée qu'il produit.

A cet effet, de plus en plus de ciriers ont pris la décision de ne plus accepter les vieilles brèches. C'est sans doute une sage précaution, car ce sont ces cires qui sont susceptibles d'être les plus riches en résidus médicamenteux. Ce rejet n'élimine pas cependant les risques de fraudes pouvant exister au niveau des cires en pain qu'il sera toujours prudent de faire analyser quand le producteur est inconnu du cirier (cire d'importation par exemple). Deux critères sont particulièrement intéressants en ce domaine : le point de fusion (il doit être proche de 65° C) et la densité : 0,96 env.

En dehors des risques en ce domaine, il est reconnu que la fonte des vieux rayons et le faible rendement en cire qu'ils procurent à l'apiculteur, le nettoyage et la désinfection des cadres récupérés, et leur réparation éventuelle, ne se justifient plus en raison du prix de revient trop élevé de ces opérations. Chaque vieux cadre changé est simplement détruit et remplacé par un cadre neuf garni de cire gaufrée.

2. Epaisseur des feuilles de cire gaufrée

Pour pouvoir être manipulée aisément lors de sa fixation dans les cadres et être apte à résister aux déformations ou à l'effondrement sous le poids des abeilles lors de son étirage (construction du rayon), la feuille de cire gaufrée doit être laminée à environ 1 mm d'épaisseur. Cette épaisseur est évidemment considérable par rapport à celle d'un rayon naturel qui est d'environ 0,05 mm (Darchen, 1968), soit vingt fois moins, mais cependant bien acceptée par les abeilles.

Méthode de mesure

Le gaufrage rend très malaisée la mesure de l'épaisseur d'une feuille de cire gaufrée, d'autant plus que la coupe peut modifier l'épaisseur des bords. A défaut de pouvoir facilement effectuer cette mesure, on procède généralement par pesage.

Si l'on prend comme exemple une feuille de cire gaufrée Dadant de 26 x 41 cm, pour une épaisseur de 1 mm, son volume sera de 26 x 41 x 0,1 = 106 cm^3 6.

Pour une densité moyenne de la cire de 0,95, le poids de cette feuille sera de 106,6 x 0,95 = 101 g 27.

Pour 1 kg nous aurons donc en nombre de feuilles : 1000 g : 101,27 = 9,77 (soit un peu moins de 10 feuilles au kg).

D'où la formule générale suivante :

$$\text{Nombre de feuilles/kg} = \frac{1000}{V \times 0{,}95}$$

pour V = L x 1 x 0,1 cm et 0,95 la densité de la cire.

Mis à part la cire gaufrée utilisée pour la production du miel en section, il faut se rappeler que c'est de l'épaisseur de la feuille que dépendra pour une grande part sa bonne tenue dans les cadres. Toute cire gaufrée contenant un trop grand nombre de feuilles au kg (plus de 10 pour une cire Dadant en 26 x 41 cm) doit être considérée comme de mauvaise qualité soit parce qu'elle est trop mince, soit parce que des cires de faible densité (paraffine ou cire microcristalline par exemple) ont pu y être incorporées. C'est ainsi qu'on a pu trouver sur le marché français une cire gaufrée ne pesant que 8,7 g au dm^2 au lieu des 9,5 g d'une cire gaufrée pure d'abeilles ayant environ 1 mm d'épaisseur.

3. Calcul du nombre de cellules au décimètre carré

Le nombre de cellules au dm^2 est variable suivant les gaufreurs. Il n'apparaît pas dans les travaux des auteurs que la dimension précise de l'alvéole ait une importance très grande pour l'abeille. Celle-ci du reste accepte indifféremment les cellules petites ou grandes mais dans une certaine limite ; si les cellules sont trop petites elles ne sont pas acceptées par les abeilles ; si elles sont trop grandes, il risque de n'y avoir dans la ruche que du couvain de mâles.

Dans les constructions naturelles, la dimension des cellules, et donc leur nombre au dm^2, varie beaucoup d'une race à l'autre. Darchen (1968) qui a fait des mesures précises en ce domaine, a montré que dans un même rayon, la dimension des cellules n'était pas du tout constante malgré leur apparente régularité.

La dimension moyenne des cellules chez les races européennes est comprise entre 5,13 mm *(A. m. ligustica)* et 5,51 (*A. m. carnica*) ; chez *A. m. mellifera* elle se situe à peu près au milieu avec une dimension moyenne de cellules de 5,37 mm, ce qui donne 800 cellules/dm^2 (allant de 875 pour *ligustica* et 760 pour *camica*). L'épaisseur des parois semble plus régulière d'une race à l'autre et elle est de l'ordre de 1/20 de mm. Darchen (1968).

Une telle finesse étant impossible à reproduire sur les gaufrages de feuilles de cire, les ébauches de parois sont nettement plus épaisses (1 mm env.). Cette différence doit être compensée par une taille de cellules un peu plus petite afin de conserver le même espace de centre à centre (Jéanne & Thomas, 1984).

Précisons que le nombre de cellules au dm^2 annoncé par un gaufreur correspond à celui des cylindres de sa machine. Il ne tient donc pas compte des déformations, dilatation ou rétractation que peuvent subir les feuilles gaufrées avant leur transformation en « rayons bâtis ». En étirant la cire gaufrée, les abeilles réduisent l'épaisseur des ébauches de parois donnant à l'alvéole achevé une dimension normale, mais modifient peu l'épaisseur du fond des alvéoles.

En dehors de certaines abeilles africaines (notamment *A. m. adansonii*) qui en raison de leur petite taille nécessitent des cires gaufrées spéciales à très petites cellules (4,8 mm) la plupart des abeilles élevées en ruches à cadres acceptent parfaitement la cire gaufrée à 800, qui correspond comme nous l'avons dit à des cellules de 5,37 mm (construction par les abeilles achevée). Il ne semble pas y avoir de problème d'acceptation pour les cires à 780 cel./dm² couramment proposées de nos jours par les ciriers (certains d'entre eux proposent même des cires à 750 cel./ dm², soit des cellules de 5,55 mm).

Il existe plusieurs méthodes pour calculer le nombre de cellules au dm² d'une feuille de cire gaufrée. On peut à cet effet multiplier le nombre de cellules par rangée de 10 cm de longueur, par le nombre de rangées, multiplié par deux (puisqu'il y a deux côtés de cellules), suivant la formule :

N cel./dm² = 2 (N cel. Rg x N Rg) (figure 5).

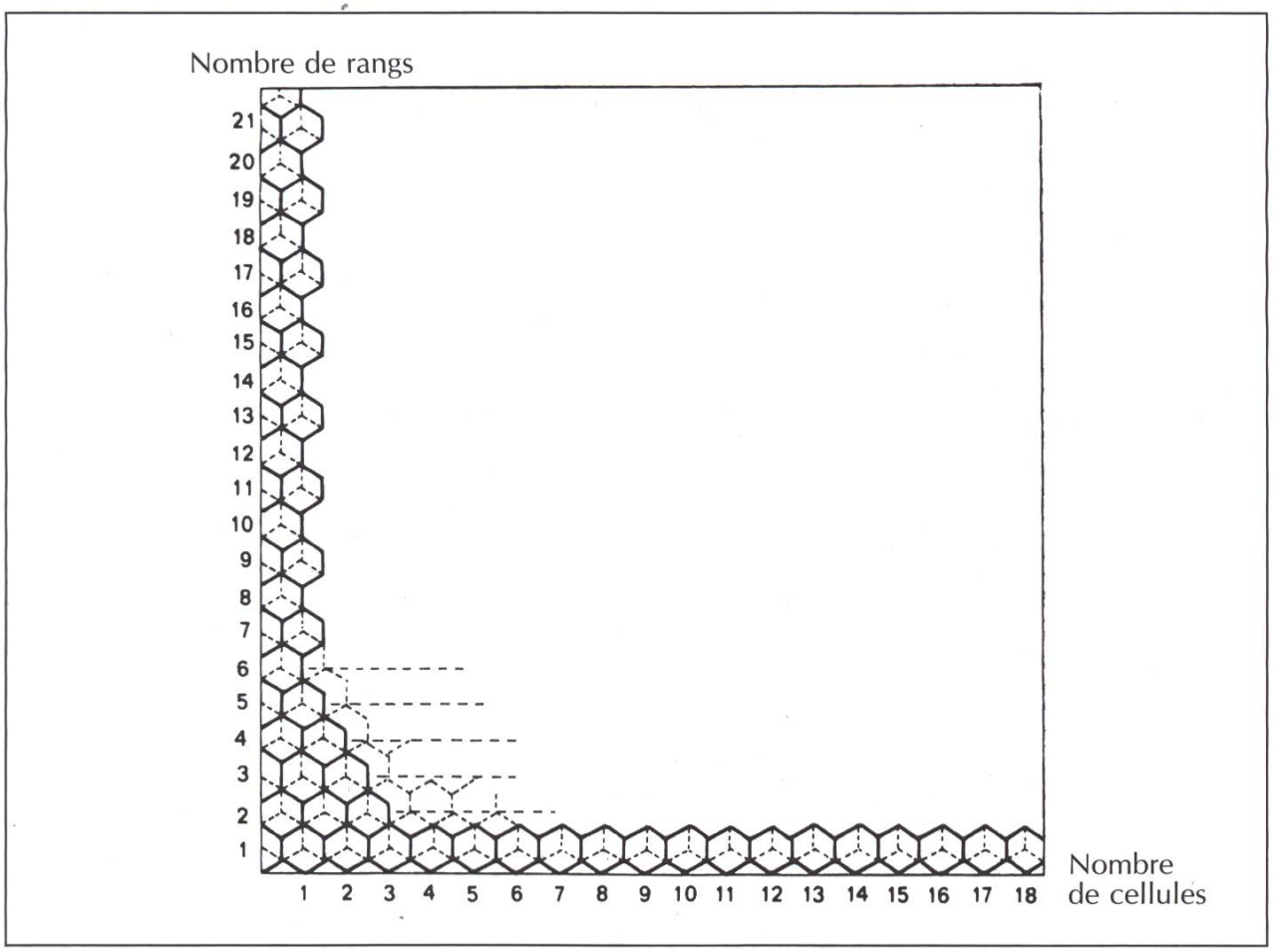


Fig. 5 – Calcul du nombre de cellules sur cire gaufrée (d'après Louveaux, 1984).

Une autre méthode consiste à faire le calcul à partir de la mesure de dix cellules par leurs côtés parallèles (soit D mesurée en mm) comme indiqué figure 6. Il est nécessaire d'apporter un soin méticuleux à cette mensuration. En raison de l'épaisseur des ébauches de parois de cellules des feuilles de cire gaufrée, la mesure sera toujours effectuée de centre à centre.

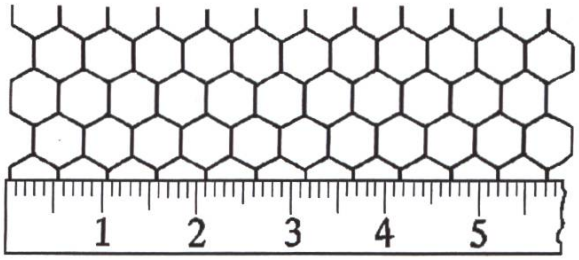


Fig. 6 – Calcul du nombre de cellules au dm²: mesure de 10 cellules (ici = 52 mm).

Le nombre de cellules au dm² (tableau 1) s'obtient directement par la formule simplifiée suivante :

N : (1520 : L)²

Pour N = nombre de cellules au dm² et L la mesure des 10 cellules.

Exemple : N : (1520 : 52 mm)² ou 29,231²

soit exactement 859 cel./dm² arrondi à 850 (tableau 1).

Mesure en mm de 10 cellules	Nombre de cellules au dm²
50	920
51	890
52	850
53	820
54	790
55	760
56	740
57	710

Tableau 1 – Nombre de cellules approché au dm².

On notera que l'épaisseur naturelle des parois des alvéoles étant difficilement reproductible mécaniquement, les ébauches des cellules des cires gaufrées sont en fait beaucoup plus épaisses que celles des constructions naturelles, Pour compenser cette différence, la dimension réelle des cellules est plus petite afin de conserver le même espace de centre à centre (Jéanne et Thomas, 1978).

En étirant cette cire les abeilles en affinent les parois, les rendant proches de l'épaisseur voulue, amenant ainsi les alvéoles à la dimension souhaitée.

Pureté de la cire, détection des fraudes

Nous avons vu que les fraudes les plus grossières peuvent être détectées aisément, soit par l'aspect général de la cire (souplesse exagérée des feuilles par exemple) ou le nombre de feuilles au kilo, soit par la mesure de la densité ou du point de fusion. Pour avoir la certitude de la pureté d'une cire, seule l'analyse peut apporter au cirier la garantie nécessaire.

La fraude la plus fréquente a été longtemps l'adjonction à la cire d'abeilles de cires microcristallines à haut point de fusion, Les cires microcristallines sont des matières riches en produits paraffineux contenant jusqu'à 90 % d'hydrocarbures. La cire d'abeilles en contient rarement plus de 13 % (Vergeron, 1964). Le coût de la cire sur le marché mondial a considérablement fait diminuer de nos jours ce type de falsification,

La cire véritablement pure est celle qui constitue les écailles sécrétées par les glandes cirières des ouvrières. Elles forment des constructions parfaitement blanches.

Extrait de la huitième lettre de F. Huber (Pregny, 4 septembre 1791)

... Quelle est l'influence de la grandeur des cellules sur la taille des mouches qui en proviennent?

« Je choisis un gâteau de grandes cellules qui contenoient des œufs et des vers mâles. Je fis enlever tous ces vers de dessus leur bouillie, et Burnens[1] mit à leur place des vers âgés d'un jour, pris dans des cellules d'ouvrières, puis il donna ce gâteau à soigner aux abeilles d'une ruche qui avoit sa reine. Les abeilles n'abandonnèrent point ces vers *déplacés*, elles fermèrent les cellules qui les contenoient d'un couvercle presque plat, clôture bien différente de celle qu'elles placent sur les cellules de mâles ; ce qui prouve, pour le dire en passant, que quoique ces vers habitassent de grands alvéoles, elles avoient fort bien distingué qu'ils n'étaient pas des vers de faux bourdons. Ce gâteau resta dans la ruche pendant huit jours, à dater du moment où les cellules furent fermées. Je le fis enlever ensuite pour visiter les nymphes d'ouvrières, elles nous parurent plus ou moins avancées ; mais pour la grandeur et pour la forme elles étoient toutes parfaitement semblables à celles qui prennent leur accroissement dans les plus petites cellules. J'en conclus que les vers d'ouvrières ne prennent pas plus d'extension dans les grands alvéoles que dans les petits. J'ajouterai même, que quoique je n'aie fait cette expérience qu'une seule fois, elle me paroît décisive. »

[1] Comme il l'indique dans la préface de *Nouvelles observations sur les abeilles*, tome premier (1814), F. Huber rappelle que *« par une suite d'accidents malheureux, je suis devenu aveugle dans ma première jeunesse, mais j'aimois les sciences, et je n'en perdis pas le goût en perdant l'organe de la vue. Je me fis lire les meilleurs ouvrages sur la physique et sur l'histoire naturelle : j'avois pour lecteur un domestique François Burnens, né dans le Pays de Vaud, qui s'intéressoit singulièrement à tout ce qu'il me lisoit : je jugeai assez vite par ses réflexions sur nos lectures, et par les conséquences qu'il savoit en tirer, qu'il les comprenoit aussi bien que moi, et qu'il était né avec les talens d'un observateur. »*

Par la suite, les rayons se colorent progressivement par des dépôts de propolis, l'adjonction de cire de récupération, par des colorants contenus dans les pollens, diverses substances provenant du couvain.

Certaines d'entre elles sont éliminées lors de la fonte des vieux rayons, d'autres restent mélangées à la cire, lui donnant une couleur jaune plus ou moins dense. Certaines cires peuvent même être rouges, verdâtres ou presque noires.

Ces colorations n'altèrent pas la qualité, ni la pureté commerciale de la cire, mais peuvent en marquer l'origine (comme la cire rouge de Turquie, par exemple). Suivant les échantillons analysés on constate que la masse volumique de la cire peut varier de 0,927/dm^3 à 0,970/dm^3, mesuré à 15°C. Quant au point de fusion, il est de 64 ± 0,9° C pour la cire pure sécrétée par les abeilles. Celui de la cire « pure » de commerce varie entre 62° C et 65° C, pour un point de solidification de 63 ± 0,9° C (Louveaux, 1884).

Bibliographie

Darchen R., 1968 - Les glandes cirières et la cire, in Chauvin R., *Traité de biologie de l'abeille*, t. 1, 450-473, Masson ed., Paris.

Huber F., 1814. - *Nouvelles observations sur les abeilles*, seconde édition, J.J. Pascoud, libraire à Paris et Genève (fac similé par les Ed. du Layet, 1981 sous le titre *Grands textes sur les abeilles*).

Jéanne F., Thomas M., 1978. - La cire gaufrée - Matière première et fabrication, *Bull. tech. apic.*, 5 (3), 13-32.

Ledoux M., Winston M.L., Higo H., Keeling Ch., Slessor N., Le Conte Y., 2001. - Queen pheromonal factors influencing comb construction by honey bee (*Apis mellifera*) swarms, *Insectes sociaux*, 48 : 14-20.

Louveaux J., 1984. - *Les abeilles et leur élevage*, seconde édition, OPIDA Ed., Echauffour.

Pajuelo A. G., 1994. - La cire d'abeilles, origine et production, *Bull. tech. apic.*, 21 (1), 5-10.

Root A.I., Root E.R., 1947. - *Wax and fundation, the A.B.C. and X.Y.Z. of bee culture*, The A.I. Root Company, Medina, Ohio (USA).

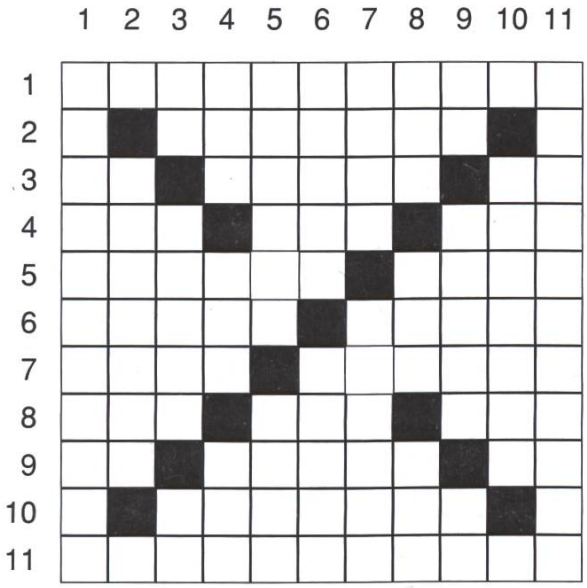
Vergeron Ph., 1964. - Détermination de la teneur en cire microcristalline des mélanges de cire d'abeilles et de cires microcristallines, *Ann. Abeille*, 7 (3) 181-185.

L'auteur remercie Y. Le Conte (UMR 406 : écologie des invertébrés, INRA, Laboratoire de biologie et protection de l'abeille, Unité de zoologie, domaine Saint-Paul, Site Agroparc, F 84914 Avignon cedex 9), pour les précieux renseignements qu'il a bien voulu lui apporter pour la partie de cette fiche se rapportant aux constructions cirières dans la ruche et notamment en ce qui concerne le rôle des phéromones royales en ce domaine.

***Texte et photos : F. Jéanne,* Bulletin technique apicole. Source EDAPI**

Mots croisés

Mots croisés N° 68



Horizontalement

1. Bruits assourdissants.
2. Pourvoirai en moyens de défense.
3. Note - Couverts d'iode - Note.
4. Et le reste - Cubes à jouer - Possessif.
5. Bronzée - Pourvu du nécessaire.
6. Potée de viandes et de légumes - Rognon, foie, mou, etc.
7. Arbre de Malaisie - Peuplent l'Europe de l'Est.
8. Démonstratif - Condiment - Etats-Unis d'Amérique.
9. Pour appeler - Pour demander le silence - Symbole chimique.
10. Troisième roi des Hébreux.
11. Le passeport la prouve.

Verticalement

1. Indispensable à la cave ou au carnotzet.
2. Eventrée.
3. Mot d'enfant - Reculas (terme de marine) - Dans le calendrier.
4. Choix - Trois de nuls - Partie de l'année.
5. Concède l'exploitation d'une terre ou d'une mine contre redevance - Qui joue seul.
6. Magicienne qui accompagna Jason - Fine bande de soie.
7. Dieu grec de la guerre - Mit le feu.
8. Très court - Premier président du Gabon - Note.
9. Participe gai - D'une douceur agréable - Symbole chimique.
10. Dire la vérité n'est pas son fort.
11. Qui peut être pris.

C. Michaud

Solution du N° 67

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	M	A	J	E	S	T	U	E	U	S	E
2	A	■	E	T	O	U	P	A	S	■	P
3	R	D	■	E	Y	L	A	U	■	F	I
4	G	E	L	■	E	L	S	■	P	O	E
5	U	N	I	Q	U	E	■	B	E	U	R
6	E	T	A	U	X	■	S	A	L	I	R
7	R	A	I	E	■	L	O	C	A	L	E
8	I	L	S	■	F	O	U	■	S	L	M
9	T	E	■	C	O	U	R	S	■	E	E
10	E	■	M	A	U	R	I	A	C	■	N
11	S	T	U	P	I	D	E	M	E	N	T