

UN APPAREIL POUR LE CALCUL RAPIDE DES SURFACES DE COUVAIN DANS LES RUCHES

J. FRESNAYE

*Station expérimentale d'Apiculture,
Centre de Recherches agronomiques du Sud-Est, Montfavet (Vaucluse).*

SOMMAIRE

Description d'un appareil de manipulation simple, permettant d'évaluer rapidement l'importance du couvain dans les colonies d'Abeilles. Cette rapidité permet d'utiliser le critère « surface du couvain » dans des expériences réunissant de nombreuses ruches. Il se compose essentiellement d'un abaque fournissant directement la valeur d'une surface en fonction de coordonnées indiquées par deux réglettes mobiles. Cet abaque est enroulé sur un cylindre mobile autour de son axe. La précision de la méthode (± 13 p. 100 d'erreur moyenne) est satisfaisante en expérimentation apicole.

I. INTRODUCTION

L'appréciation de l'importance des surfaces de couvain dans les ruches à différentes époques de l'année ou dans certaines conditions expérimentales est d'une importance primordiale dans les recherches sur l'Abeille. Nous avons étudié précédemment (FRESNAYE et LENSKY, 1961) différentes méthodes utilisables pour des expériences réunissant un grand nombre de colonies et nous avons comparé leur précision et le temps nécessaires à leur application. Cette étude nous a permis de constater que les méthodes très précises (moins de ± 10 p. 100 d'erreur moyenne) étaient très lentes et que les méthodes très rapides étaient d'une précision insuffisante, (plus de ± 20 p. 100 d'erreur moyenne). Elle nous a également montré que la méthode du calcul de la surface de l'ellipse de couvain est somme toute la plus satisfaisante puisqu'elle ne comporte que ± 13 p. 100 d'erreur moyenne, tout en étant l'une des plus rapides, bien que le temps nécessaire pour effectuer les calculs soit quatre fois plus important que le temps requis pour les mesures. Ce travail préliminaire m'a amené à envisager de supprimer les calculs numériques en utilisant un appareil qui, dans sa conception, rappelle une règle à calcul.

II. DESCRIPTION ET UTILISATION DE L'APPAREIL,

On sait que la surface de l'ellipse est donnée par la formule :

$$S = \frac{A}{2} \times \frac{a}{2} \times \pi$$

dans laquelle A et a sont les axes.

L'appareil que nous avons conçu est destiné à appliquer directement cette formule dans le calcul des surfaces de couvain. Il se compose essentiellement des parties suivantes :



FIG. 1. — Aspect extérieur de l'appareil. On voit l'abaque dans l'ouverture du boîtier, les réglettes, les leviers des freins

- 1^o Un cylindre mobile autour de son axe.
 - 2^o Un abaque enroulé sur le cylindre et qui représente une famille de courbes correspondant aux surfaces d'une série d'ellipses.
 - 3^o Deux réglettes mobiles servant à mesurer les axes des ellipses.
- Du point de vue mécanique notre appareil comporte un certain nombre de pièces dont les principales sont :

a) *Un boîtier métallique* en tôle mince de 370 mm de longueur, 45 mm de largeur et 50 mm de hauteur. Ces cotes ont été adoptées pour que l'appareil soit tenu facilement en main sans provoquer de fatigue, même après plusieurs heures d'utilisation. Pour la même raison le dessus du boîtier est arrondi et épouse la forme de la paume. Une ouverture pratiquée sur toute la longueur de l'appareil

permet la lecture de l'abaque tandis que d'autres ouvertures permettent le passage des tiges coulissantes et des freins.

b) *Une première réglette* qui porte un index et coulisse à frottement doux dans une rainure pratiquée à l'intérieur du boîtier. Elle sert à mesurer le grand axe des ellipses.

c) *Une seconde réglette* qui porte un goujon, lequel, en glissant dans une rainure hélicoïdale du cylindre, fait tourner celui-ci sur son axe. Elle sert à mesurer le petit axe des ellipses.

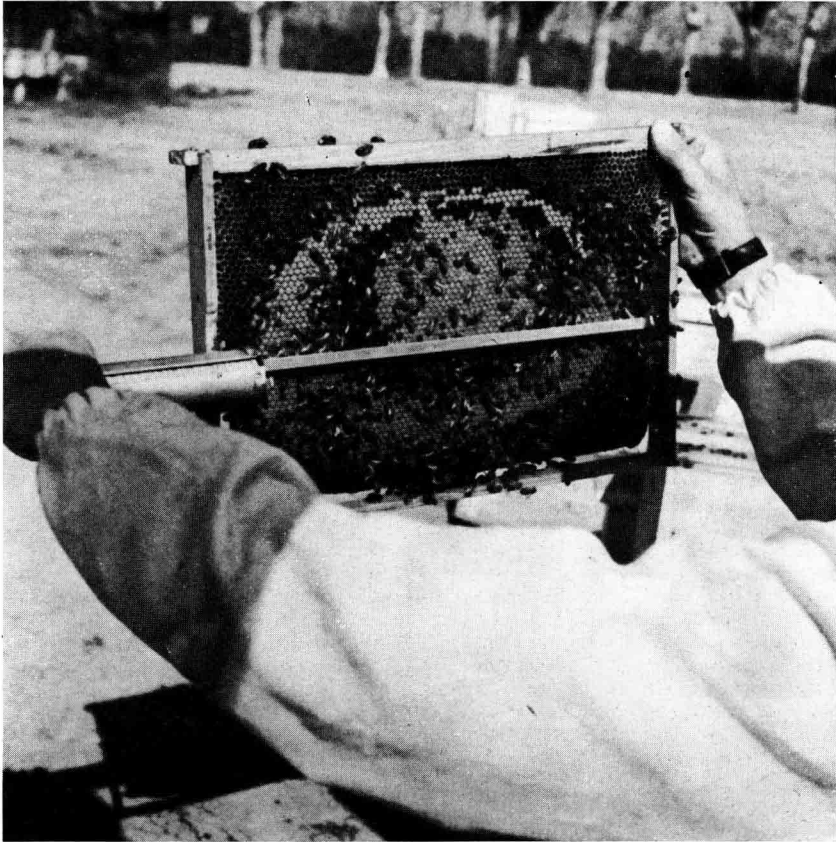


FIG. 2. — 1^{er} temps — Mesure du grand axe de l'ellipse de couvain

Lorsque l'appareil est au zéro les deux réglottes dépassent du boîtier de 60 mm, ceci afin de compenser la zone dont l'abaque est amputé (voir figure 4). Une tige ronde de 20 mm de long est fixée à 45° vers l'extérieur à l'extrémité de chacune des réglottes. Les deux tiges forment donc un angle de 90°, ce qui facilite la mesure des deux axes d'une ellipse (voir utilisation).

d) *Un frein* placé sur chaque réglette permet l'immobilisation au point voulu. Il est constitué par un levier appuyant un tampon de caoutchouc sur la réglette sous la pression d'un ressort (fig. 1).

e) *Un cylindre creux*, de 37 mm de diamètre et 360 mm de longueur et dont l'axe tourne dans deux cuvettes fixées au boîtier. Une rainure hélicoïdale est forée sur une partie de la longueur et convertit en mouvement circulaire, le mouvement rectiligne du goujon fixé à la réglette ainsi qu'il est indiqué en c).

TABLEAU I
Surface des ellipses de 1 à 25 points et valeur de $\frac{A}{2} \times \frac{a}{2}$ (ou $\frac{S}{\pi}$)

Surfaces (en cm ²). Valeurs extrêmes	Surfaces (en cm ²). Valeurs moyennes	Nombre de points correspond. à la valeur moyenne	Valeur correspondte de $\frac{A}{2} \times \frac{a}{2}$ (ou $\frac{S}{\pi}$) des extrêmes*	Surfaces (en cm ²). Valeurs extrêmes	Surfaces (en cm ²). Valeurs moyennes	Nombre de points correspond. à la valeur moyenne	Valeur correspondte de $\frac{A}{2} \times \frac{a}{2}$ (ou $\frac{S}{\pi}$) des extrêmes*
*				*			
20-60	40	1	6,36	540-580	560	14	171,97
60-100	80	2	19,10	580-620	600	15	184,71
100-140	120	3	31,84	620-660	640	16	197,45
140-180	160	4	44,58	660-700	680	17	210,19
180-220	200	5	57,32	700-740	720	18	222,92
220-260	240	6	70,06	740-780	760	19	235,66
260-300	280	7	82,80	780-820	800	20	248,40
300-340	320	8	95,54	820-860	840	21	261,14
340-380	360	9	108,28	860-900	880	22	273,88
380-420	400	10	121,01	900-940	920	23	286,62
420-460	440	11	133,75	940-980	960	24	299,36
460-500	480	12	146,49	980-1 020	1 000	25	312,10
500-540	520	13	159,23	1 020			324,84

f) *L'abaque* (fig. 4) est enroulé autour du cylindre. Il permet de lire directement les surfaces déduites des mesures effectuées au moyen des réglettes. La lecture se fait *en points* de valeur arbitraire correspondant à 40 cm². Dans ces conditions le cadre de ruche « Dadant » vaut 25 points par face de cadre (ces cadres, correctement construits, représentent environ 1000 cm² de cellules par face). Les cires gaufrées que nous utilisons présentent 750 cellules au dm² module très courant en apiculture pratique (1) soit 375 cellules par dm² et par face. Avec notre appareil, le point correspond donc exactement à 150 cellules. Un rapide calcul mental permet de convertir à volonté les points en cm² ou en nombre de cellules, ceci selon les besoins. L'unité de surface choisie, autrement dit le point, permet une lecture facile de l'abaque tout en maintenant une précision expérimentale satisfaisante. Le tableau 1 donne la surface des ellipses correspondant à un nombre de points allant de 0 à 25 ainsi que la valeur de $\frac{A}{2} \times \frac{a}{2}$ (ou $\frac{S}{\pi}$) de ces ellipses. Cette donnée permet de calculer les petits axes d'ellipses

dont la surface et le grand axe sont connus (tableau 2). Sur l'abaque, les points sont inscrits entre des courbes calculées et tracées avec précision, l'inscription est répétée régulièrement afin de permettre la lecture dans toutes les positions du cylindre dont une faible partie seulement apparaît dans la fenêtre du boîtier.

Le tracé de l'abaque a été étudié pour permettre l'utilisation maximum de la surface du cylindre. C'est ainsi qu'une partie de la surface de l'abaque correspondant à des ellipses hautement improbables dans les bandes 1, 2 et 3 est récupérée au profit des bandes plus fréquemment utilisées. De ce fait la circonférence du cylindre a pu être réduite sans nuire à la précision de l'appareil.

Pour réduire l'encombrement et alléger l'appareil, l'abaque a été amputé des 60 mm qui constituent son début. Cette partie correspond à des surfaces d'une valeur inférieure à 1 point, négligeables dans les calculs.

La ligne AB, tracée approximativement en diagonale sur le graphique a plusieurs utilisations. Elle est suivie par l'index lorsque la surface mesurée est un cercle. Lors de la construction de l'appareil on fixe l'abaque de telle sorte que le point A se trouve en regard de l'index. En sortant progressivement les deux réglettes *très exactement ensemble* l'index doit suivre la ligne AB ce qui garantit la mise en place correcte de l'abaque. D'autre part, la ligne AB est parallèle à la rainure hélicoïdale, qui se trouve diamétralement opposée et peut donc servir à son traçage. On doit toujours mesurer le grand axe de l'ellipse avec la réglette qui porte l'index et le petit axe avec la réglette qui fait tourner le cylindre ; ainsi l'index se trouve toujours dans la partie droite inférieure de l'abaque. L'inversion

(1) Rappelons que le nombre de cellules au dm s'entend toujours pour les deux faces d'un rayon.

des mesures est sans importance dans le cas d'ellipses dont les axes sont peu différents, mais peut être cause d'erreurs dans le cas contraire en faisant entrer l'index dans les bandes 1 et 2 alors que la surface à mesurer correspond à 8 ou 12 points. Après quelques essais on s'apercevrait d'ailleurs facilement de ces erreurs grossières. Une ligne double soulignée en rouge sépare la partie haute et la partie basse de l'abaque après l'enroulement de celle-ci : les mesures prises avec la règlette qui porte l'index sont à échelle 1 alors que les mesures prises avec la règlette qui fait pivoter le cylindre sont à l'échelle 1/2 sur l'abaque en raison du faible diamètre du cylindre (37 mm de diamètre et 117 mm de circonférence). La partie récupérée sur les bandes 1-2-3 nous permet de porter la hauteur de l'abaque à 140 mm et de mesurer ainsi des ellipses dont le petit axe a une longueur maximum de 280 mm et le grand axe 420 mm. (L'abaque reproduit fig. 1 permet de mesurer des grands axes de 440 mm).

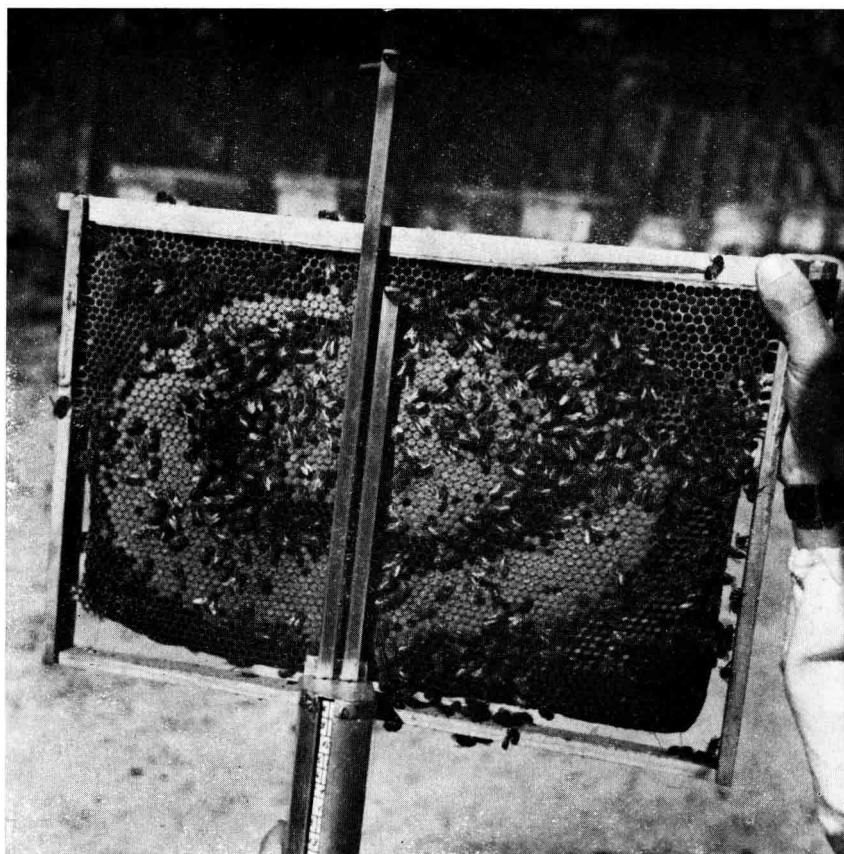


FIG. 3. — 2^e temps — Mesure du petit axe de l'ellipse de couvain

L'appareil tel que nous l'avons construit avec règlettes en laiton, boîtier en tôle étamée, cylindre en acier doux, pèse environ 1 300 grammes.

L'appareil se tient d'une main et par son milieu. Dans cette position les leviers des freins prennent place naturellement sous deux doigts. Ces leviers sont de longueurs différentes et doivent être intervertis selon que l'utilisateur tient l'appareil de l'une ou de l'autre main.

Deux méthodes d'utilisation peuvent être envisagées.

a) *Méthode d'utilisation à deux personnes.* C'est la plus pratique et celle qui donne les meilleurs résultats. L'un des expérimentateurs visite normalement la ruche et présente successivement les cadres au second expérimentateur qui prend les mesures en tenant l'appareil d'une main et les règlettes alternativement de l'autre main. Un repère à l'avant du boîtier, est présenté à une extrémité du grand axe de l'ellipse. La règlette portant l'index est tirée jusqu'à ce que la tige ronde se trouve à l'autre extrémité de cet axe ; on tient l'appareil de façon à ce que cette tige ronde soit perpendicu-

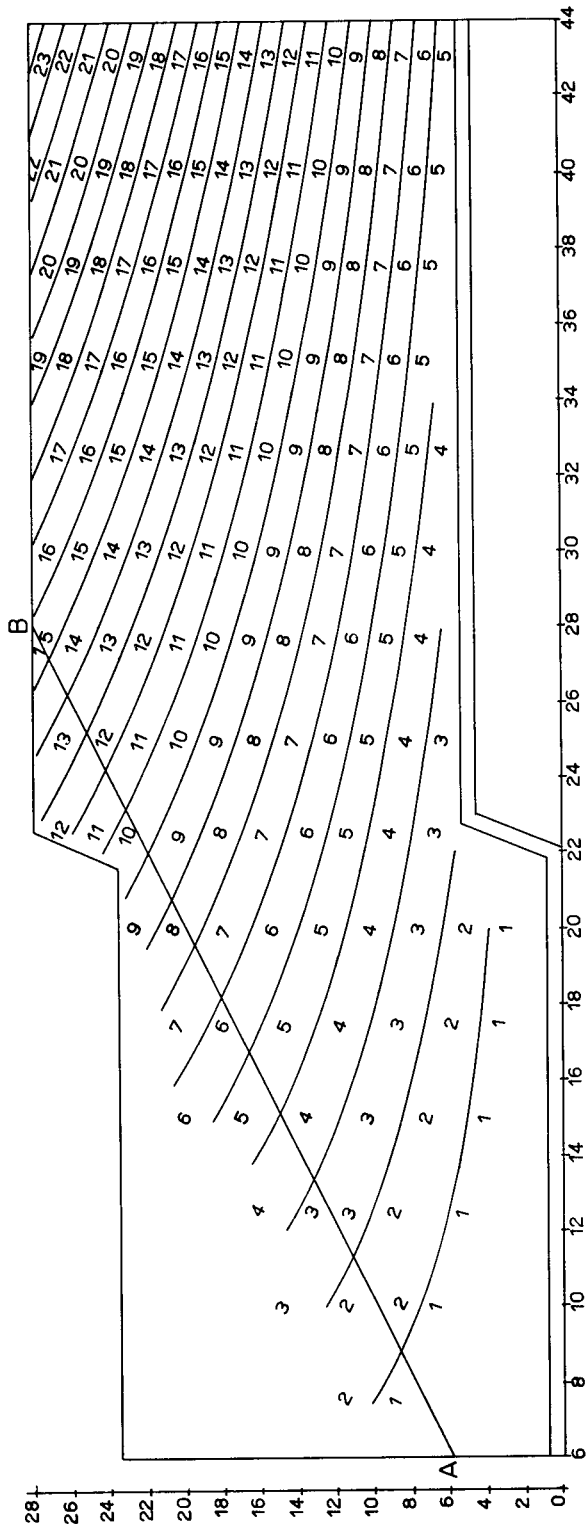


FIG. 4. --- Répartition des points sur l'abaque linéé sur le cylindre de l'appareil (échelle 1/2)

laire à la surface du cadre. On procède de la même manière avec le petit axe de l'ellipse en inclinant l'appareil de l'autre côté pour que la tige ronde de la réglette commandant le cylindre soit à son tour perpendiculaire au cadre ; on évite ainsi l'accrochage de la première tige dans le couvain. L'index indique alors le nombre de points attribuer à la surface de couvain et qui sera additionné avec les points des autres cadres de la ruche.

b) *Méthode d'utilisation à une personne.* En conservant les positions de l'appareil décrites ci-dessus l'opérateur introduit la tige ronde dans une cellule d'un bord de l'ellipse et tire l'appareil jusqu'à l'autre extrémité (fig. 2), de même avec l'autre axe (fig. 3). Il peut arriver que les cellules se déchirent sous la poussée de la tige qui y est introduite ; il serait donc préférable pour pratiquer ce cette méthode de construire l'appareil avec *plusieurs tiges*, qui en pénétrant dans autant de cellules répartiraient la poussée. Cette dernière disposition présente d'ailleurs quelques inconvénients.

III. RÉSULTATS. CONFRONTATION AVEC LES AUTRES MÉTHODES

L'utilisation dans plusieurs expériences de l'appareil qui vient d'être décrit et la confrontation des résultats obtenus avec ceux qui sont fournis par d'autres méthodes nous permettent déjà certaines conclusions.

La précision, on le sait, est la principale des qualités requises pour un appareil de cette nature. Nous examinerons donc tout d'abord les résultats obtenus de ce point de vue. Dans une étude précédente nous avons mesuré 20 surfaces de couvain

TABLEAU 3

Comparaison entre les résultats obtenus par la méthode de mesure des axes de l'ellipse et ceux que l'on obtient avec l'appareil décrit

N° des surfaces	Dessin des contours du couvain. Surface en cm ² (1)	Calcul de surface de l'ellipse par mesure des axes en cm ²	Différence avec colonne 2 en cm ²	Erreur ± en %	Nombre de points obtenus avec l'appareil	Surfaces en cm ² d'après les points de l'appareil	Différence en cm ² avec colonne 2	Erreur ± en %
1	584	533	- 51	8,7	13	520	- 64	10,9
2	336	313	- 23	6,8	7	280	- 56	16,6
3	634	621	- 13	2,0	15	560	- 74	11,6
4	648	621	- 27	4,1	15	600	- 48	7,4
5	385	376	- 9	2,3	8	320	- 65	16,8
6	442	376	- 66	14,9	10	400	- 42	9,5
7	280	265	- 15	5,3	6	240	- 40	14,2
8	317	247	- 70	22,0	7	280	- 37	11,6
9	459	502	+ 43	9,3	11	440	- 19	4,1
10	545	560	+ 15	2,7	12	480	- 65	11,9
11	515	544	+ 29	5,6	13	520	+ 5	0,9
12	510	518	+ 8	1,5	12	480	- 30	5,8
13	487	500	+ 13	2,6	11	440	- 47	9,6
14	641	640	- 1	0,1	16	640	- 1	0,1
15	308	353	+ 45	14,6	8	320	+ 12	3,8
16	317	339	+ 22	6,9	9	360	+ 43	13,5
17	508	560	+ 52	10,2	12	480	- 28	5,5
18	495	544	+ 49	9,8	12	480	- 15	3,0
19	583	621	+ 38	6,5	15	600	+ 17	2,9
20	548	580	+ 32	5,8	13	520	- 28	5,1
Moyennes arithmétiques :				± 7,08 %				± 8,24 %

(1) D'après FRESNAYE et LENSKY, 1961.

par la méthode du dessin des contours sur feuilles de cellophane (FRESNAYE et LENSKY 1961). J'ai donc opéré *sur ces mêmes surfaces* d'une part avec la méthode de mesure des axes de l'ellipse, d'autre part avec l'appareil qui vient d'être décrit. Le tableau 3 permet de confronter les résultats obtenus. L'erreur est de $\pm 7,08$ p. 100 pour la méthode de mesure des axes de l'ellipse et de $\pm 8,24$ p. 100 pour les mesures avec l'appareil. On voit que la différence de $\pm 1,16$ p. 100 entre les deux méthodes est très faible et les résultats obtenus avec l'appareil peuvent pratiquement être assimilés à ceux obtenus par la méthode de mesure des axes de l'ellipse dont l'erreur est de $\pm 13,39$ p. 100 (FRESNAYE et LENSKY 1961). Ceci n'a rien de surprenant puisque les deux méthodes appliquent en fait le même principe.

La rapidité d'exécution est aussi une qualité très importante et c'est ici qu'apparaît l'avantage déterminant de l'emploi de l'appareil sur les autres méthodes. Le temps nécessaire aux mesures et aux notations est le même pour les deux méthodes lorsque l'on opère à deux personnes ; les gestes sont sensiblement les mêmes. Le gain de temps porte sur les calculs qui, sans appareil, nécessitent environ 30 secondes par surface à l'aide d'une machine à calculer électrique rapide. L'utilisation de l'appareil nous permet d'effectuer mesures et calculs sur 8 ruches à l'heure ce qui est très satisfaisant.

Contrairement à d'autres méthodes celle que nous avons ainsi mise au point ne nécessite pas le secouage des abeilles, cause de perturbations importantes. Les erreurs personnelles sont réduites. Les résultats sont utilisables immédiatement, un simple calcul mental permettant d'obtenir la surface du couvain en cm^2 si on le désire.

IV. DISCUSSION

L'utilisation de l'appareil que nous préconisons, principalement au cours d'expériences groupant de nombreuses ruches, permet de connaître rapidement la surface du couvain tout en évitant des calculs longs et fastidieux, le tout avec un pourcentage d'erreur voisin de celui qui est inhérent à la méthode de mesure des axes de l'ellipses (± 13 p. 100 environ). La facilité d'emploi et la rapidité d'exécution en font le procédé de mesure des surfaces de couvain le plus satisfaisant actuellement.

Reçu pour publication en janvier 1962.

SUMMARY

APPARATUS FOR EASY DETERMINATION OF THE BROOD-COMB SURFACE IN BEEHIVES

Equipment which is easy to manipulate is described. It can give a rapid estimation of the size of brood-comb in beehives. This quick test can be used to determine the « brood-comb surface » criteria in experiments which include many beehives. It is essentially an aback by which the surface is directly determined from the coordinates engraved on two sliding rulers. The aback is rolled on a rotative cylinder. The precision of the technique is of about $\pm 13\%$ on the average, and it is sufficient for apicultural experiments.

RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE

FRESNAYE J., LENSKY Y., 1961. Méthodes d'appréciation des surfaces de couvain dans les colonies d'Abeilles *Ann. Abeille*, **4**, 369-376.