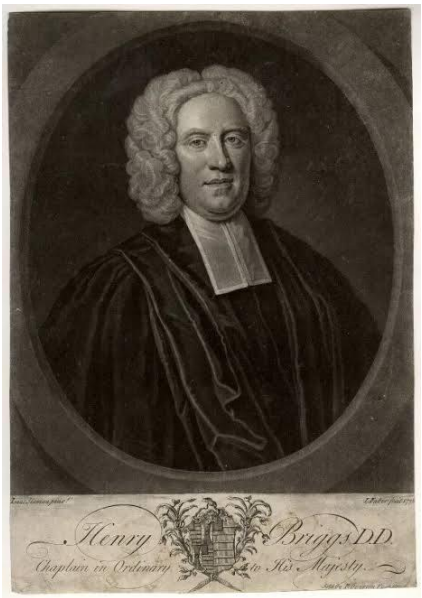
Le miel des tartines du petit déjeuner vous fait penser aux abeilles : La saveur du miel que vous mettez soit dans votre bol, soit sur vos tartines rappelle au mathématicien, le calcul parallèle, le calcul des minima pour fabriquer les alvéoles qui ont le maximum de volume avec le minimum de cire... (document plastifié, petit Archimède 25-26 mars 1976, 37-38 mars 77 et 53-54 décembre 1978 p 30-35, science et vie mai 90, calcul intensif Belin, pour le calcul parallèle ; APM 444 p 22-24 ; Heinrich Dörrie 100 great problems (Dover 1965 ISBN 0-446-61348-8) p 366-369). Le calcul géométrique de Koenig y est sans erreur car n'utilisant pas les logarithmes. Voir aussi la conférence « les maths sont partout article 6 25 pages en TEX, page 3/25) (Heinrich Dörrie https://wikitia.com/wiki/Heinrich_Dörrie Portrait https://www.leinetal24.de/assets/images/10/537/10537678-552827985-977b19a9-fc59-4ddc-9fc5-7a6ef31aa1182-3MH.jpg ; sa nièce est https://de.wikipedia.org/wiki/Doris_Dörrie)

René Antoine Ferchault de Réaumur 1683-1757 (physicien, chimiste naturaliste : on était universel à l'époque) eut l'idée de poser (vers 1739) au mathématicien KOENIG (théorème de Koenig pour les moments d'inertie...) (Samuel 1712-1757 : les dates ne sont pas contradictoires) le problème suivant :
"parmi toutes les cellules hexagonales à fond pyramidal composées de rhombes (ancien nom de losanges) semblables et égaux, déterminer celle qui peut être construite avec le moins de matière". Les mesures faites donnaient 109◦28′ et 70◦32′,
KOENIG au moyen du calcul infinitésimal arriva au résultat suivant : l'angle obtus du fond doit avoir 109◦26′ et l'angle aigu 70◦34′.
.
Réaumur en conclut que l'abeille avait résolu le problème "presque juste", la différence de **2′** (minutes) étant insignifiante.
Et pendant que les hommes de science respectant l'autorité de leur célèbre confrère, acceptaient comme un axiome le fruit de ses recherches, un architecte obstiné continuait à bâtir en donnant comme d'habitude `a ses angles les dimensions de 109◦28′ et 70◦32′, sans se soucier de la science humaine.
Enfin, on eut l'explication de cette différence et d'une manière bien inattendue : (tiré de PA 53-54, lui-même utilisant ce que rapporte Alin Caillas (très célèbre par Google) dans son : le rucher de rapport, traité d'apiculture moderne 1947 Éditeur chez l'auteur Orléans).
"Un vaisseau (lequel ?) fit naufrage (où et à quelle date ?), mais le capitaine (quel est son nom ? son pedigree ? son portrait ?) et l´équipage furent sauvés (effectif ? par qui ?). Lorsqu'on chercha les causes de ce sinistre, il se trouva que les tables de logarithmes (quel auteur, quel éditeur, quel erratum dans quelle page), à l'aide desquelles le Capitaine avait déterminé le degré de longitude (quelle était sa trajectoire ?) contenaient une faute ; il en résultait une appréciation fausse de la situation et de la course du vaisseau, et la conséquence en avait été la perte du navire".
Mais ces mêmes tables de logarithmes fautives ´étaient celles qui avaient servi aux savants à résoudre le problème de Réaumur ! Après avoir corrigé la faute, on refit le calcul et voilà que le travail de l'abeille était pleinement justifié ! les angles théoriques correspondaient absolument aux angles réels du fond des cellules !



(Ces tables sont sans doute celles de Henry Briggs qui existaient en 1624) (ou encore celles publiées en 1783 de François Callet 1861, voir la préface 8 pages dossier Joel Minois (*) sur clé usb ehpad) (cette préface montre que les fautes de recopies ou un 0 étant confondu avec un 9 sans queue sont très nombreuses, les tables peuvent être de François Callet, Gardiner, Wolfram, Sharp...)

(Les parenthèses montrent que l'adage de Georges Valiron, major d'Agrégation Mathématique 1908 https://fr.wikipedia.org/wiki/Georges_Valiron : « chaque question résolue en soulève deux autres », est encore parfaitement d'actualité !)

Voir aussi le transparent sur le stade Olympique de Munich construit en alvéoles d'abeilles, et plus loin le problème des bulles de savon et angles.

BIBLIOGRAPHIE ET SITOGRAPHIE

- **Lehning https://blogs.futura-sciences.com/lehning/2018/04/29/abeilles-avaient-raison-logarithmes-tort/**
- **https://www.persee.fr/doc/rhs_0048-7996_1958_num_11_1_3633** (Réaumur et l'histoire des abeilles 19 pages)
- https://bibnum.publimath.fr/ALO/ALO18048.pdf (Mac Laurin cité)
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Alvéole_d%27abeille (Mac Laurin cité)
- Livre d'Alin Caillas (cité PA 53-54) (ci-dessous page 35) https://www.sudoc.abes.fr/cbs/DB=2.1//SRCH?IKT=12&TRM=161503594
- Pour la science dossier 44 : https://www.pourlascience.fr/sd/mathematiques/l-ame-de-geometre-des-abeilles-5544.php (Mac Laurin cité)
- https://www.numdam.org/item/NAM_1856_1_15__176_0.pdf (Maclaurin cité)
- https://fr.wikisource.org/wiki/Page:Maeterlinck_-_La_Vie_des_abeilles.djvu/150 (Maclaurin cité) Cramer cité.
- http://irresistibledemon.free.fr/Abeille/rentabilisation_de_l'espace.html (idem)

https://theses.hal.science/tel-00011874/file/Biographie_intellectuelle_de_Maclaurin.pdf (477 pages)

(le command F ne marche pas : explication de Stéphane Dumas :

« Je pense que ce fichier a été simplement scanné mais n'est pas passé par un logiciel de reconnaissance de caractères. La recherche ne peut pas fonctionner car le pdf ne contient que des images, et non du texte mis en forme.
Il faudrait demander à HAL s'ils ont une autre version numérique, ou directement aux auteurs, pour espérer pouvoir faire ce genre de recherche. »
Le support de Hal a répondu : (le 1X 25) Nous n'avons pas d'autre fichier à notre disposition, il faudrait donc se tourner vers les auteurs pour obtenir une autre version du fichier. Marc Serrero me dit : O. Bruneau a écrit un livre, répertorié,

ISBN 978-2-8143-0036-1

Qu'on peut se procurer en bibliothèque, voire acheter.
Sinon, on a toujours sa thèse ; que j'ai trouvée intéressante (mais la figure de la Terre a toujours été un de mes sujets favoris, Champ, Grace (https://fr.wikipedia.org/wiki/Gravity_Recovery_and_Climate_Experiment étude du Champ gravitationnel), LEGOS (Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales https://www.legos.omp.eu/author/anny-cazenave/
ce sont les gens qui , en FR , à Toulouse, ont suivi Champ, puis Grace, puis Grace-FollowOne , puis le 26/08/25 , le lancement de la "mesure de la Terre au mètre près" .
MuQuans mesure g à 10^-10 près ; gravimétrie et géodésie s'épaulent. On en espère bcp : 1/ pour les éruptions 2/ pour les séismes ""lents""), etc.

- En tapant dans google Alvéole abeille Réaumur on a bien d'autres réponses.
- L'Univers des sciences : Mathématiques et formes optimales par Hidelbrandt et Tromba, Pour la science 1986, p 139-141travail de Fejes Toth 1964 : https://fr.wikipedia.org/wiki/László_Fejes_Tóth https://projecteuclid.org/journals/bulletin-of-the-american-mathematical-society-new-series/volume-70/issue-4/What-the-bees-know-and-what-they-do-not-know/bams/1183526078.full

- (*) fils de de Serge MINOIS (Professeur Agrégé au Lycée Saint-Louis mais pas IG `a cause de son nom !) phrase finement ciselée, glissée dans article 12 (Culture Math) sur le problème de Saint Exupéry des nombres gelés. Comme Joël Minois (Salière SPDV https://www.geoportail.gouv.fr/carte) a beaucoup d'humour il m'a autorisé à la laisser telle quelle ! https://www.le-livre.fr/livres/fiche-r260131871.html https://www.georges-vidiani.com/wp-content/uploads/2020/11/12-Le-probleme-des-nombres-geles-de-Saint-Exupery.pdf (voir Google et Sudoc pour les œuvres de Serge Minois).
  https://www.sudoc.abes.fr/cbs//DB=2.1/SET=1/TTL=1/CLK?IKT=1&TRM=Minois,Serge
- 1 X 25 06h40 Quora : https://fr.quora.com (question de Daniel Tastevin).

- **PA dans « images » et usb ehpad**

PA ET LA VIE

Dunod G Bestieu Calcul vrigad facile et à la page

LE PROBLEME DES ABEILLES

(voir PA 37-38) Mars 1977 p3-4

Reprenons la figure 1 complétée par rapport à celle qui figure dans P.A. 37.38 et considérons la trace du solide dans le plan fixe (FF"B") fig 3. le losange DGEB pivote autour de sa diagonale fixe (DE). Le problème consiste à minimaliser l'aire de la surface totale, soit h la hauteur fixe entre le plan de base et le plan fixe charnière (FDE) et x la distance entre le plan charnière et le plan variable (BAC). w est le centre du losange (DGEB.). Prenons comme unité de longueur la mesure du côté de l'hexagone de base (égal au rayon du cercle circonscrit), on a donc DE = $\sqrt{3}$ soit GB = l, dans le triangle (GG'B) rectangle en G' on a : G'B = l soit GG''' = x la mesure de la projection sur l'axe de la demi diagonale [Gw] du losange considéré. En utilisant le théorème de Pythagore on obtient : $l = \sqrt{4x^2 + 1}$.

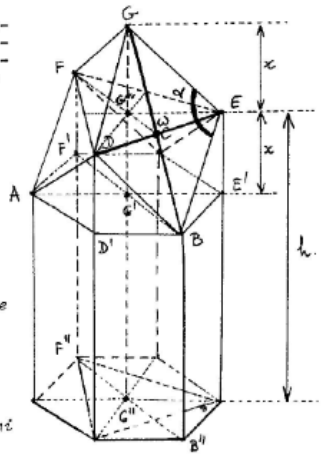


fig. 1.

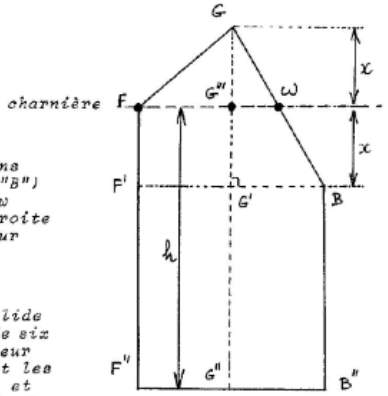


fig.3: Figure dans le plan fixe (FF"B") Les points F et w sont fixes, la droite (BG) pivote autour de w.

la surface du solide est constituée de six trapèzes de hauteur égale à 1 et dont les bases mesurent h et (h-x), et de trois losanges dont les diagonales mesurent $\sqrt{3}$ et l, l'aire de cette surface est donc égale à :

$$S(x) = 6 \times \frac{h+(h-x)}{2} \times 1 + 3 \times \frac{l\sqrt{3}}{2}$$

soit

$$S(x) = 3(2h-x) + \frac{3\sqrt{3}}{2}\sqrt{4x^2+1},$$

pour minimaliser S(x) il suffit d'annuler la dérivée S'(x).

$$d'où\ S'(x) = -3 + \frac{6\sqrt{3}x}{\sqrt{4x^2+1}} = 0$$

ce qui entraîne :

$2\sqrt{3}x = \sqrt{4x^2+1}$ et en élevant au carré $12x^2 = 4x^2+1$

$$d'où\ x^2 = \frac{1}{8}\ et\ l = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

$$Or\ tg\frac{\alpha}{2} = \frac{l}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$d'où\ tg\alpha = 2\sqrt{2}$$

$$log\ [tg\alpha] = 0,451545$$

$$d'où\ \alpha = 70°31'45"$$

A noter que ceux qui sont intéressés par le problème peuvent consulter "Curiosités géométriques" de FOURREY chez Vuibert sur les alvéoles d'abeilles. Des travaux anciens de REAUMUR. "Mémoires pour servir à l'histoire des insectes" tomes V (1740) et VI (1742). Quant aux mesures de Maraldi comment ont-elles été faites? les cellules sont-elles toutes identiques? les épaisseurs des parois sont-elles les mêmes?.

Si un spécialiste pouvait me donner une série de mesures de l'angle α (en assez grand nombre) je pourrais tester la conformité avec le résultat théorique obtenu.
Merci d'avance.

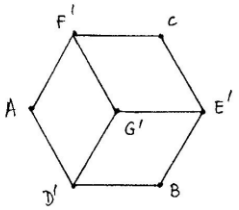


fig.2: Projection sur le plan (ABC).

P.S. Nous venons de recevoir à ce sujet une lettre de M. GINTER Albert de Peypin, que nous envoyons au courrier des lecteurs.

J. CAPRON.

Note du Physicien de service : La Reine a dû sentir confusément que des quadrilatères alignés entraînent des "lignes de rupture" - utiles dans les tablettes de chocolat, mais qui seraient désastreuses dans la Nature.

Petit Archimède n° 53-54 déc 1978

*A ce propos je livre à votre réflexion cette anecdote que rapporte Alin CAILLAS dans son traité d'apiculture moderne :

"Au sujet de l'exactitude et de la dimension des cellules hexagonales dont les rayons sont bâtis, Réaumur eut l'idée de poser au mathématicien KOENIG le problème suivant :

Entre toutes les cellules hexagonales à fond pyramidal composées de rhombes semblables et égaux, déterminer celle qui peut être construite avec le moins de matière.

"KOENIG au moyen du calcul infinitésimal arriva au résultat suivant :

"l'angle obtus doit avoir 109°26' et l'angle aigu 70°34'.

"Réaumur en conclut que l'abeille avait résolu le problème presque juste, la différence de 2' étant insignifiante.

"Et pendant que les hommes de science respectant l'autorité de leur célèbre confrère, acceptaient comme un axiome le fruit de ses recherches, un architecte obstiné continuait à bâtir en donnant comme d'habitude à ses angles les dimensions de 109°28' et 70°32', sans se soucier des règles de la science humaine.

"Enfin, on eut l'explication de cette différence et d'une manière bien inattendue :

"Un vaisseau fit naufrage, mais le Capitaine et l'équipage furent sauvés. Lorsqu'on chercha les causes de ce sinistre, il se trouva que les tables de logarithmes, à l'aide desquelles le Capitaine avait déterminé le degré de longitude contenaient une faute ; il en résultait une appréciation fausse de la situation et de la course du vaisseau, et la conséquence en avait été la perte du navire.

"Mais ces mêmes tables de logarithmes fautives étaient celles qui avaient servi aux savants à résoudre le problème de REAUMUR ! Après avoir corrigé la faute, on refit le calcul et voilà que le travail de l'abeille était pleinement justifié ! les angles théoriques correspondaient absolument aux angles réels du fond des cellules !"