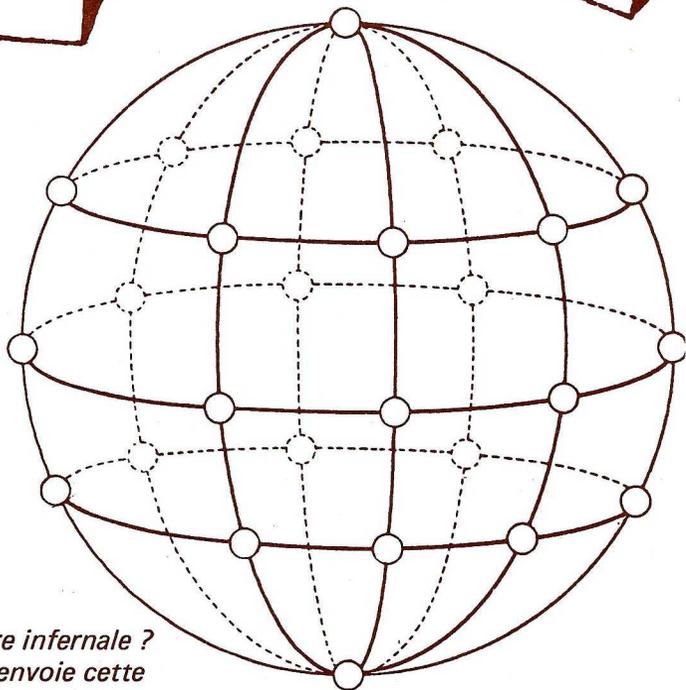


LE PETIT MAGI MEDE



*Figure magique ou sphère infernale ?
Un lecteur australien nous envoie cette
figure ! Complétez avec les vingt-six
premiers nombres de façon à ce que le
total sur chaque cercle soit le même...
Bonne chance.*

Q.A. 13

Sommaire

Rallye Math. Alsace -	page 3
Balance -	4
L'OPA et LPA -	5
Le Trioker -	6
Echecs -	8
Le PA. construit -	10
Le Louvier des lecteurs -	13
l'addition !	16
le Dossier du mois -	18

Le rallye math Alsace

Le 15 Mai 1974, 180 élèves de première et de terminale se sont rencontrés à Strasbourg, Colmar et Mulhouse en un tournoi de mathématique.

Voici les énoncés des trois problèmes qui ont été proposés. Les participants disposaient de quatre heures pour trouver les solutions.

Les nombres $\sqrt{2}, \sqrt{3}, \sqrt{5}$, peuvent-ils être trois termes d'une même progression arithmétique ?

(On rappelle que si a et h sont deux nombres réels, la progression arithmétique de raison h et de premier terme a est la suite dont les termes sont $u_n = a + nh$ pour tout $n \in \mathbb{N}$

Si S est un sous-ensemble non vide d'un espace affine euclidien de dimension 3 possédant la propriété :

« L'intersection de S avec tout plan affine E est vide ou est un cercle de rayon éventuellement nul »,
peut-on affirmer que S est une sphère ?

Etant donné un nombre entier naturel N quelconque différent de zéro, on effectue les opérations suivantes :

- On écrit N dans le système décimal.
- On calcule la somme des carrés de ses chiffres.

– On écrit le nombre obtenu dans le système décimal et l'on recommence ces opérations à partir de ce dernier nombre, etc.

Exemple :

$$N = 1085942$$

$$1^2 + 0^2 + 8^2 + 5^2 + 9^2 + 4^2 + 2^2 = 191$$

$$1^2 + 9^2 + 1^2 = 83$$

Montrer qu'au bout d'un nombre fini de telles opérations on obtient :
ou bien le nombre 1
ou bien le nombre 145 et à partir de ce nombre, le cycle :
145, 42, 20, 4, 16, 37, 58, 89.

« M'sieu, y zont copié sur PA 2 ! »

PA

Balance

I - Vous disposez

d'une balance Roberval
de votre bon sens

de neuf balles de tennis qui présentent
toutes le même aspect extérieur (vo-
lume, couleur,...). On sait que l'une
d'entre elles a une masse inférieure à
celle des huit autres.

Pouvez-vous à l'aide de cette ba-
lance me dire quelle est cette balle ?
Bien sûr, vous essayez de réduire au
minimum le nombre de pesées... et
vous ne disposez pas de masses mar-
quées, de tares,...).

II - Pouvez-vous décrire la boîte de
masses marquées (appelées petits
poids) dite de 1 kg ? Quelle est la plus
grande masse marquée M que l'on peut
évaluer, en m'assurant bien sûr que je
peux mesurer toute masse comprise
entre 1 et M' ?

Connaissez-vous «ma» boîte ?

Elle est formée des masses suivantes :

1 2 4 8

16 32 64 128 256 512

Contient-elle autant de masses mar-
quées que la précédente ? Quelle est
la plus grande masse M' que je peux

évaluer en m'assurant bien sûr que je
peux mesurer toute masse comprise
entre 1 et M' .

Pouvez-vous faire une liste des avan-
tages et des inconvénients de chacune
de ces boîtes ?

Pouvez-vous me fournir d'autres
boîtes ?

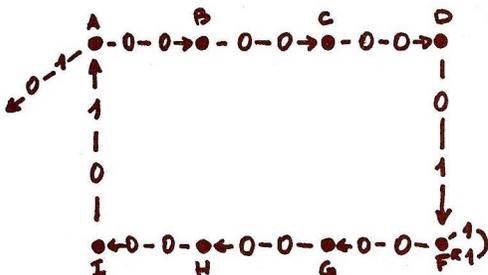
(Ce dernier texte me rappelle la
méprise d'un jeune rédacteur de revue.
Son imprimeur lui avait signalé que,
pour des raisons de pliage, la revue ne
pouvait avoir comme nombre de pages
que soit une puissance de deux, soit
une somme de puissances de deux.
Qu'en pensent les jeunes lecteurs de
PA ?).

(l'OPA. et le LPA. (4)

Résumé des chapitres précédents

Le mystère de l'ordinateur du petit Basile est sur le point d'être percé.

— Supposons donc, dit le petit Archimède, que le diagramme de ton ordinateur contienne les flèches que voici :



Nous savons aussi qu'en A la réponse à 1 est 0 et qu'on passe soit à C soit à H. On y était après l'expérience de Charles, et on y est de nouveau puisqu'on a joué seize coups.

Si c'est H, en jouant 001 on revient à H avec la réponse 010. Si c'est C, la même question donne 011 et on est en F. On passera dans le premier cas ensuite en F par 000000, qui doit donner la réponse 010001. Si tout se passe ainsi, il ne restera plus qu'à vérifier qu'on obtient alors toujours la réponse 1 à la question 1.

— Eh bien ! allons-y. 001
011

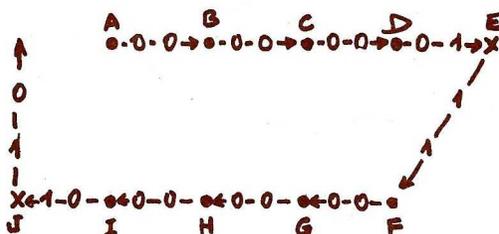
— Ah ! ah ! nous serions donc en F. Si je mets la bille à droite, elle doit ressortir à droite.

...Et ce fut le contraire qui arriva !

— J'abandonne. Je vais retrouver mon ordinateur.

— Tu te décourages bien vite. Tu avais une deuxième explication, l'as-tu oubliée ?

— Ah oui ! une période de 4...



Ce que je peux dire, c'est que cette période donne nécessairement les états ABCDA... ou FGHIF...

On pourrait essayer de trancher entre ces deux hypothèses.

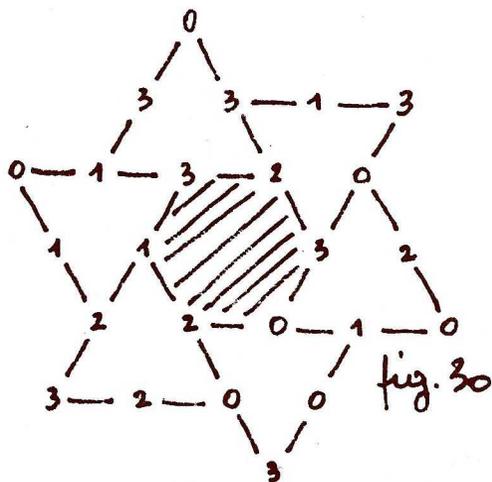
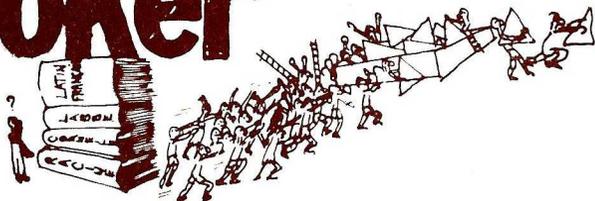
Pouvez-vous trancher, amis lecteurs, ou dire ce qu'il faudrait faire pour trancher ?

Rappelons les expériences depuis le début :

	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
110	10110	11100	101000	110000	100001	000000	000000	000000	000000	000011
110	10110	110011	010010	110001	100010	010001	100010	010001	100010	010011

(A suivre)

le Trioker



La figure 30 vous montre une des solutions de l'Etoile creuse ; je renforce les traits montrant que cette Etoile est faite avec vos 6 premiers grands triangles (revoyez le 1^{er} coin Trioker dans le PA 11)... Et notez pour l'avenir d'utiliser des « blocs » entiers.

Je n'ai pas assez de place pour donner toutes les solutions de l'Anguille en 24 pièces : vous avez deviné qu'il faut construire et juxtaposer 4 canetons, chacun avec un décalage des valeurs. La figure 31 vous donne le début d'une anguille : pour la suite, voyez le rangement logique des pièces dans la boîte, ou bien la figure 3 du PA 11.

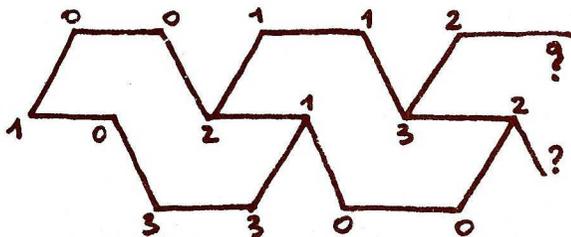


fig. 31

La figure 32 est « La sieste » - un puzzle pas si reposant que cela... La figure 33 est un Sprinter en 24 pièces - mais je voudrais surtout que vous construisiez vous-même d'autres personnages en Trioker : certains sont amusants - je ne les connais pas tous...

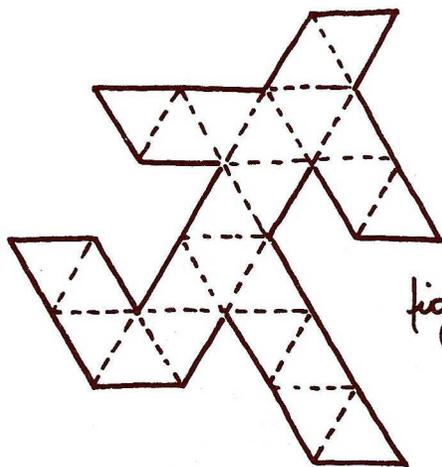


fig. 33

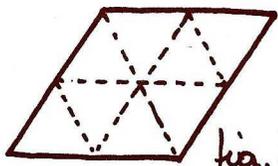


fig. 34

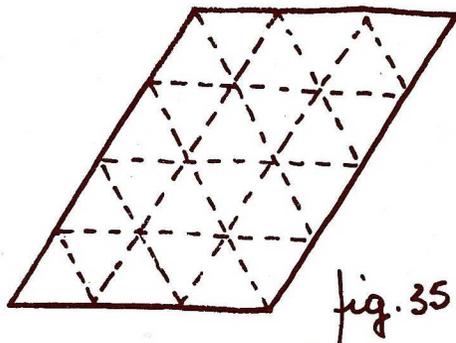


fig. 35

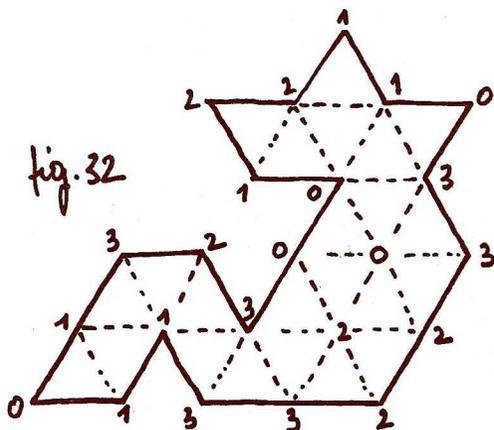


fig. 32

Problème logique d'aujourd'hui :
Prenez vos 8 pièces « simples » : ce sont les pièces qui, chacune, ont trois sommets de valeurs différents. Exemple «012». Avec ces 8 pièces, vous pouvez construire un « losange » comme figure 34. Vous pouvez même en construire plusieurs : combien sont différents ? Pensez à la boîte de Trioker qui sera envoyée à la Classe ayant rédigé la meilleure réponse... et ne tardez pas à l'adresser à votre ami.

Enfin, la figure 35 vous propose un puzzle difficile : le Parallélogramme en 24 pièces. C'est une construction que nous reverrons plus tard pour sa logique.

M. TRIOKER

Echecs

Par PETIT PHILIDOR

Dans la chronique précédente, nous avons vu que le premier coup des blancs appelé clé était unique dans un problème correct.

Nous allons étudier maintenant les réponses noires. Pour cela il faut distinguer deux cas :

Ou bien la clé crée une menace, c'est-à-dire que les blancs materaient s'ils avaient le droit de jouer deux coups de suite.

Ou bien la clé ne crée aucune menace et ce sont les noirs qui, obligés de jouer, vont permettre eux-mêmes le mat. Un tel problème se nomme blocus. Il est élégant alors de la part du compositeur de placer un mat différent sur chaque coup noir et de rendre la clé aussi invisible que possible.

Je vous convie à résoudre cette fois deux jolis blocus. A vous de trouver la clé de chacun, les mats suivant chaque coup noir.

Les solutions détaillées des problèmes n° 1 et n° 2 rédigées ci-dessous serviront d'exemples à vos propres rédactions de solution.

SOLUTIONS DES PROBLEMES N° 1 ET N° 2

Problème n° 1

Clé : 1. Cf6 ! Blocus

La clé est le déplacement du cavalier à la case f6. Le chiffre 1 rappelle que c'est le premier coup du problème. Les pièces sont identifiées par leur initiale écrite en majuscule. L'échiquier est représenté par un repère cartésien (a, b, c, ..., g, h) X (1, 2, 3, ..., 7, 8) ; les lettres horizontalement de gauche à droite, les chiffres verticalement de bas en haut, les blancs étant toujours en bas. Le point d'exclamation indique : bien joué. Le terme blocus s'explique de lui-même.

1. ...RXf6 2.Cg4 mat.

Le chiffre 1 suivi de 4 points indique que c'est le premier coup des noirs : le roi noir prend le cavalier f6 (le signe X signifie «prend»).

Le chiffre 2 indique le 2^e coup du problème. Comme c'est un deux coup c'est le dernier. Les blancs font mat en mettant leur cavalier en g4. L'indication «mat» n'est qu'un rappel.

1. ...RXf4 2.Dg3 mat.

Si les noirs jouent : roi prend tour f4, les blancs font mat en jouant leur dame en g3.

Problème n° 2

Clé : 1. Dg2 ! menace 2. Da2 mat.

La clé est le déplacement de la dame en g2. L'indication « menace » signifie que les blancs pourraient mater immédiatement.

1. ...Dé4+ 2. dXé4 mat.

Les seuls coups à indiquer dans la solution sont ceux qui empêchent les blancs d'exécuter leur menace. L'indication + signifie « échec ». Quand il n'y a pas de majuscule, comme c'est le cas pour la réponse des blancs, cela signifie qu'ils jouent un pion. La lettre minuscule : d, indique la colonne où se trouve le pion avant de jouer.

Sur tout autre coup les blancs matoront par la menace : Da2. Ils ne sont donc pas indiqués dans la solution.

1....Dé3+ 2. RXé3 mat

1....Dé2+ 2. RXé2 mat

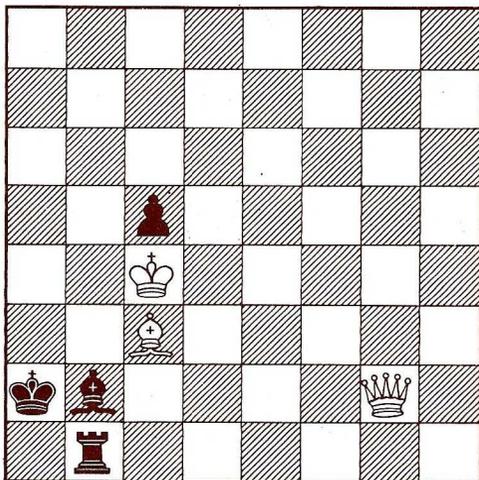
1....DXf4+ 2. RXf4 mat

1....DXd4 2. TXd4 mat

PETIT PHILIDOR

Problème n° 3 TALABER

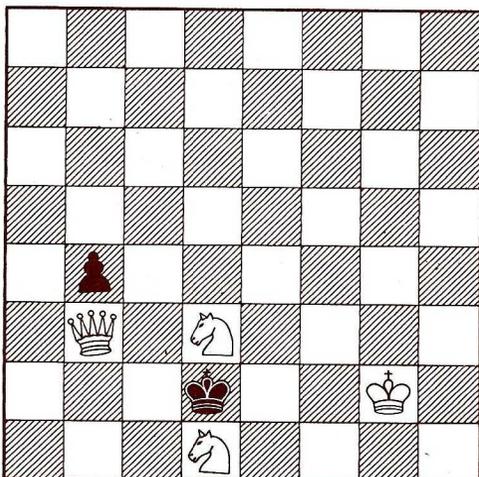
MAGYAR SAKKVLAG 1932



Les blancs font mat en deux coups

Problème n° 4 BAJTAY

NEPSZAVA 1935



Les blancs font mat en deux coups

Un gros oubli dans le 1^{er} problème de PA 11 : Ajouter un pion blanc en f3 et un pion blanc en h4

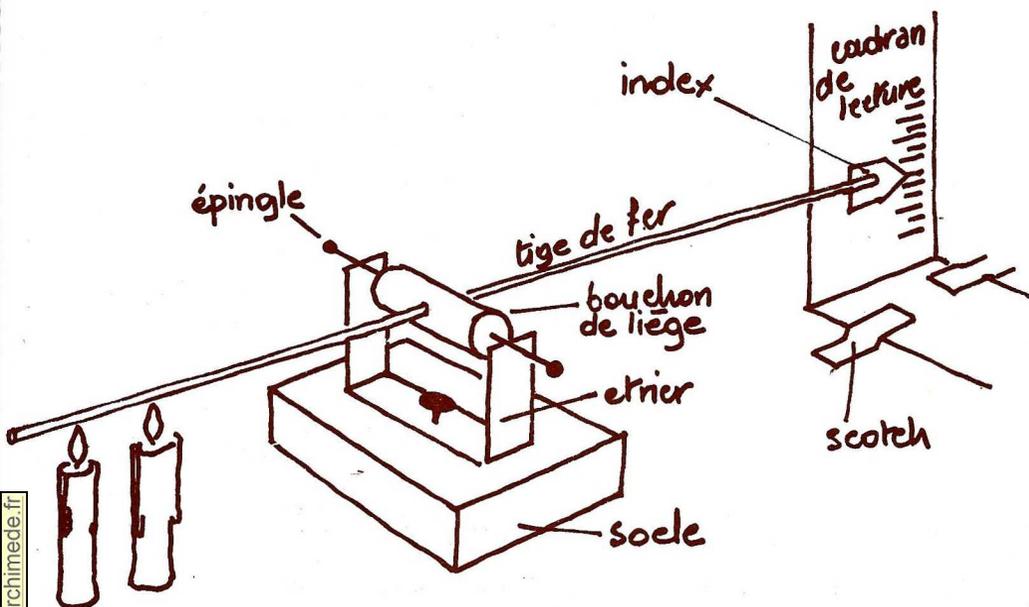
la dilatation d'une tige de fer.

Un dispositif pour mettre en évidence la dilatation d'une tige de fer.

La dilatation des solides sous l'effet de la chaleur n'est pas aisée à mettre en évidence à cause de la petitesse des effets d'allongement. On peut par exemple chauffer un fil électriquement et constater son allongement... mais un tel dispositif nécessite l'utilisation de courant électrique.

Le bricolage proposé ici a pour but, avec pas grand chose, de proposer une autre solution.

Il s'agit simplement, en chauffant l'un des fléaux d'une «balance», de provoquer son allongement, celui-ci se traduisant par le déplacement du centre de gravité de la moitié du fléau, d'où modification des conditions d'équilibre.



Le fléau : est une tige de fer (tringle à rideau) de l'ordre de 1 m de longueur et 3 à 4 mm de diamètre. Elle est engagée à force dans un bouchon de liège (voir figure générale). A l'une des extrémités on colle un index.

Les couteaux de la balance sont réalisés à l'aide d'épingles enfoncées normalement et dans le prolongement l'une de l'autre aux deux extrémités du bouchon.

Les épingles ne doivent pas être placées n'importe comment par rapport à la tige.

Trop au-dessus de la tige, l'équilibre n'est pas assez sensible, et on ne verra rien car l'effet qu'on veut observer est petit.

En dessous de la tige conduit à un équilibre instable, donc irréalisable en fait.

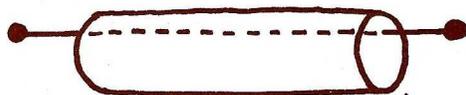
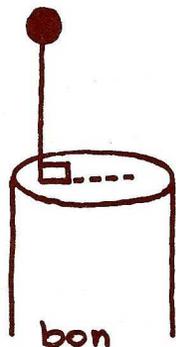
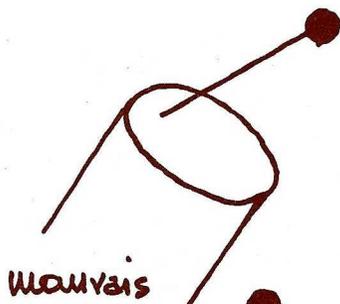
Le dessin ci-dessous résume avec sa légende comment placer les épingles par rapport à la tige.

M : mauvais, équilibre pas assez sensible

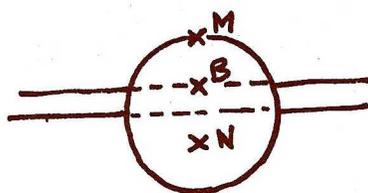
N : mauvais, équilibre impossible à réaliser

B : bon, l'équilibre tout en étant stable est très sensible.

Ce point de bon fonctionnement se trouve par tâtonnement. Il est essentiel d'y passer le temps, car c'est de la sensibilité de la « balance », donc de la position des épingles que dépend le succès de l'expérience.



les 2 épingles doivent être sur la même droite



L'étrier : c'est un morceau de clinquant sur lequel viendra reposer le fléau par l'intermédiaire des épingles. Veiller à ce que le bouchon ne touche pas l'étrier, pour ne pas entraver la libre rotation du fléau.

Une fois que la balance est fabriquée, la poser sur une table **STABLE**, et faire l'équilibre en glissant plus ou moins la tige de fer dans le bouchon. Placer en regard de l'index le cadran gradué (papier millimétré pour les puristes). Le cadran doit être placé assez près, sans toucher l'index.

Attendre que la balance s'immobilise (attention aux courants d'air, gestes brusques, respiration etc...).

Quand la balance est bien immobile, bien repérer la graduation devant laquelle l'index s'est immobilisé.

Allumer les bougies dont la hauteur doit être adaptée pour que la flamme ne touche pas le fléau (à cause du noir de fumée qui se dépose sur le fléau... et qui ferait «marcher l'expérience trop bien»).

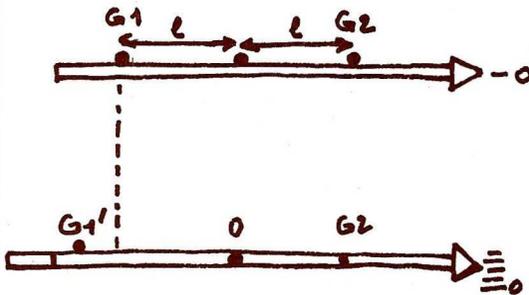
Il est préférable si possible de substituer à la bougie (aux bougies) un réchaud à alcool dont la flamme est plus chaude, et plus propre. Dans ce cas le placer vers le milieu de la moitié gauche du fléau.

Voilà. Il n'y a plus qu'à attendre. Si tu as bien travaillé tu verras que l'index se déplace devant le cadran gradué, vers le haut, ce qui indique une rupture de l'équilibre. Si ta balance est bien sensible le déplacement pourra atteindre plusieurs centimètres.

En retirant la source de chaleur, tu verras qu'au cours du refroidissement (très lent) de la tige, l'index redescendra, et reviendra... à peu près à sa position initiale. Le dessin ci-dessous te résume l'explication du phénomène.

Les centres de gravité G_1 et G_2 des deux demi-fléaux sont à égale distance des points de rotation. Il y a équilibre.

En chauffant, on a provoqué l'allongement du demi-fléau gauche. Son centre de gravité est donc allé en G'_1 . La distance OG'_1 est supérieure à la distance OG_2 . Donc le poids du demi-fléau gauche a un «bras de levier» légèrement plus grand. L'index est donc monté.



Le courrier des lecteurs

Bien évidemment, nous n'avons pas de lettres récentes. Ceci montre qu'il n'y a pas de « travail idiot » : le travail de nos amis postiers est vital pour tous, et en particulier pour une revue comme la nôtre. C'est pourquoi nous souhaitons qu'ils obtiennent satisfaction, et qu'ainsi l'échange puisse reprendre avec nos lecteurs.

En attendant cet heureux jour, nous allons répondre à quelques lettres en retard.

L58 de Claude Kaufmann - classe de 4^e, CES de Geipolsheim (Bas-Rhin).

« J'ai trouvé deux résultats du Petit Archimède et j'aimerais vous les faire connaître :

PA 7, p. 155 :

$$\begin{array}{r} \text{CHASSE} \\ + \text{CHIEN} \\ \hline \text{GIBIER} \end{array}$$

Réponses

$$\begin{array}{r} 843005 \\ + 84251 \\ \hline 927256 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 843001 \\ + 84251 \\ \hline 927216 \end{array}$$

Deux réponses qui n'ont d'ailleurs pas grande différence».

PA 5, p. 86 (opérations incomplètes)

$$\begin{array}{r} \cdot \cdot 3 \cdot \\ \times \quad \cdot \cdot 3 \\ \hline 3 \cdot \cdot \cdot \\ \cdot \cdot \cdot 33 \\ \cdot \cdot \cdot \cdot \\ \hline \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \end{array}$$

Réponse :

$$\begin{array}{r} 1137 \\ \times 593 \\ \hline 3411 \\ 10233 \\ 5685 \\ \hline 674241 \end{array}$$

R58. Parfois, une de ces lettres vient nous rappeler que nous n'avons pas publié les réponses à beaucoup de problèmes que nous avons posés dans les premiers numéros. Mais avec l'aide de nos lecteurs, il y sera mis bon ordre. Notons toutefois qu'une solution à l'opération CHASSE + CHIEN a été publiée dans PA 9, p. 199. Cela fait trois. Est-ce tout ?

L59 de Brigitte Jaumard, classe de 3^e, CES Victor Grignard, Lyon.

«Solution à une opération incomplète (PA 5, p. 86)».

$$\begin{array}{r}
 \cdot 1 \cdot \cdot \cdot \\
 \times \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \\
 \hline
 1 \cdot \cdot 1 \cdot 1 \\
 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \\
 \cdot \cdot 1 1 \cdot \\
 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \\
 \cdot \cdot \cdot \cdot 1 \cdot \\
 \hline
 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot 1 1 \cdot 1
 \end{array}$$

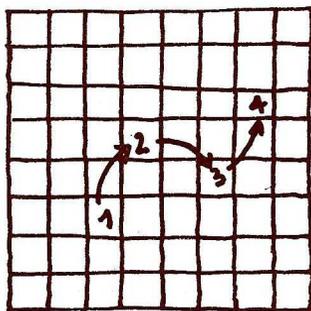


fig. 2

$$\begin{array}{r}
 41057 \\
 \times 96283 \\
 \hline
 123171 \\
 328456 \\
 82114 \\
 246342 \\
 369513 \\
 \hline
 3953091131
 \end{array}$$

R59. Je remercie également Brigitte pour sa réponse. Mais pourrait-elle (ainsi que Claude Kaufmann) nous indiquer la méthode à suivre pour résoudre ce genre de problèmes ? La question, bien sûr, s'adresse aussi à tous...

L60 de Jean-Paul Maistre, Bourg-la-Reine.

«Un jeu : les «64». Le jeu consiste à numéroter les 64 cases d'un carré 8 x 8, en avançant comme le cavalier d'un nombre au suivant (voir figure 2). Je crois qu'il y a des centaines de solutions».

R60. Il s'agit en fait du problème du cavalier, dont le PA parle depuis longtemps dans sa rubrique d'échecs, mais présenté sous une forme numérique. Jean-Paul nous adresse quelques

solutions, dont une est un parcours «continu», c'est-à-dire fermé : la dernière case, numérotée 64, est à un saut de cavalier de la première, ce qui peut permettre de fixer une autre numérotation en décalant tous les nombres portés dans les cases.

L61 de Sophie Valtat, 75017 Paris.

« Je vous envoie ci-joint deux carrés qui sont remplis comme si les nombres étaient des cavaliers d'échecs. Malheureusement, ils ne sont pas magiques. Est-il possible d'en inventer qui le soient ? »

R61. Cette lettre et la précédente présentent des développements intéressants du problème du cavalier. Les carrés que Sophie nous envoie ont pour dimensions 10 sur 10. Tout cela devrait nous fournir matière à réflexions !

L62 de M. E. Ehrhart, Strasbourg.

« Votre entreprise, qui encourage les vocations scientifiques, est méritoire. Il est difficile de renouveler les problèmes intéressants et pas trop scolaires, surtout si on s'adresse à un public aussi inégal que celui des jeunes de 12 à 22 ans. Je vous propose trois problèmes pour votre revue. »

R62. Un grand merci à M. Ehrhart pour ses encouragements, et pour sa contribution. Nous publierons bientôt ses trois problèmes d'arithmétique. Nous sommes plusieurs, au PA, à partager le goût de M. Ehrhart pour cette discipline, si prenante, dit-il, « qu'on y arrive vite aux frontières des capacités humaines ».

L'Addition!

LE CLIENT

Garçon, l'addition !

LE GARCON

Voilà. (Il sort son crayon et note): Vous avez... deux œufs durs, un veau, un petit pois, une asperge, un fromage avec beurre, une amande verte, un café filtre, un téléphone.

LE CLIENT

Et puis des cigarettes !

LE GARCON

(Il commence à compter)

*C'est ça même... des cigarettes...
...Alors ça fait...*

LE CLIENT.

N'insistez pas, mon ami, c'est inutile, vous ne réussirez jamais.

LE GARCON

!!!

LE CLIENT

On ne vous a donc pas appris à l'école que c'est ma-thé-ma-ti-que-ment impossible d'additionner des choses d'espèce différente !

LE GARCON

!!!

LE CLIENT

(élevant la voix)

*Enfin, tout de même, de qui se moque-t-on ? ... Il faut réellement être insensé pour oser essayer de tenter d'«additionner» un veau avec des cigarettes, des cigarettes avec un café filtre, un café filtre avec une amande verte et des œufs durs avec des petits pois, des petits pois avec un téléphone... Pourquoi pas un petit pois avec un grand officier de la Légion d'Honneur, pendant que vous y êtes !
(Il se lève)*

Non, mon ami, croyez-moi, n'insistez pas, ne vous fatiguez pas, ça ne donnerait rien, vous entendez, rien, absolument rien... pas même le pourboire !

(Et il sort en emportant le rond de serviette à titre gracieux).

JACQUES PREVERT
(Histoires)

Un garçon à recycler ! Il ne sait pas que dans un ensemble E, l'addition est une loi de composition interne !

Envoi de G.H., élève de 4^é - Brest

Comment vole un planeur ?

D'abord, quelques remarques et retours en arrière.

L'introduction au Dossier du mois de PA 12 sur le vol des « plus lourds que l'air » faisait allusion au principe d'Archimède, en précisant que ce qui est valable pour ce qui « flotte » ne l'est pas pour ce qui « vole ».

Pourtant les principes de l'hydrostatique s'appliquent à certaines catégories d'aéronefs : les aérostats, et on parle alors d'aérostatique. Mais, en fait, les aérostats flottent plus qu'ils ne volent en bénéficiant d'une portance statique qui les maintient en équilibre. A propos, quels sont ces aéronefs ? A quoi se mesure l'intensité de la portance ?

Quant aux autres aéronefs, les « plus lourds que l'air », ou aéroplanes, ils volent grâce à une portance dynamique, mesurée et mise au point en soufflerie. Il serait difficile en effet d'étudier les phénomènes qui se produisent entre ces corps en mouvement et l'air qui les entoure : il est plus simple de les immobiliser dans un courant d'air artificiellement provoqué. Car ce qui compte c'est d'étudier les mouvements relatifs. C'est à l'ingénieur EIFFEL que l'on doit la création des premières souffleries, dont dérivent la plupart des souffleries modernes.

Autre point : PA 12 signalait la nécessité, au décollage comme à l'atterrissage, d'abaisser encore la vitesse minimale de sustentation... et la possibilité de le faire en augmentant la surface des ailes (et donc la portance). Comment cela ?

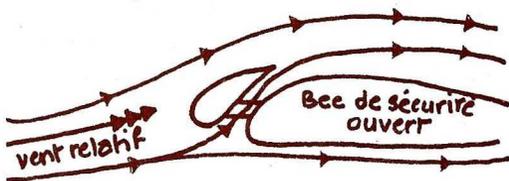


fig. 1

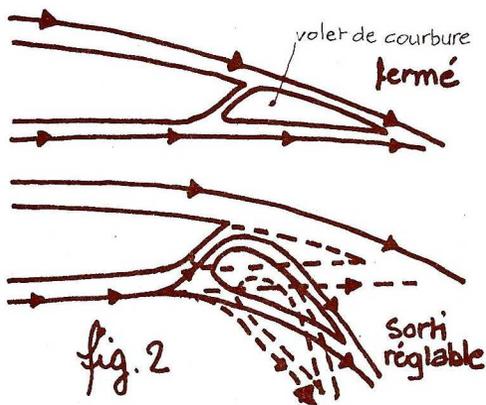
Au bord d'attaque, on ajoute un bord d'attaque mobile appelé « bec de sécurité » (figure 1).

En s'ouvrant, ce bec de sécurité augmente la portance d'une double façon :

- en augmentant la surface de l'aile et donc la portance,
- en accélérant l'écoulement de l'air sur l'extrados, et en augmentant ainsi la dépression et donc la portance.

La portance peut ainsi être augmentée de 50 %.

Au bord de fuite, on ajoute un bord de fuite mobile appelé «volet de courbure» (figure 2).



En baissant ce volet, on augmente la portance, surtout si, comme c'est souvent le cas, ce volet recule également :
 — par augmentation de la surface portante,
 — par augmentation de la surpression et de la dépression.

L'amélioration de la portance peut atteindre selon les avions de 50 à 100 %.

C'est en fonction du type d'appareil, des circonstances de vol, de décollage ou d'atterrissage que le pilote décide la manière d'utiliser ces dispositifs hypersistentateurs.

Mais un avion ça vole dans l'air !

Et l'air n'est pas un espace parfaitement stable. Quelle que soit la puissance de ses moteurs le pilote ne l'oublie jamais. Il tient compte de toutes les données météorologiques.

Les progrès de l'aviation exigent une connaissance approfondie des caractéristiques de l'atmosphère. Et les services météorologiques sont certainement plus utiles aux aviateurs qu'aux jardiniers.

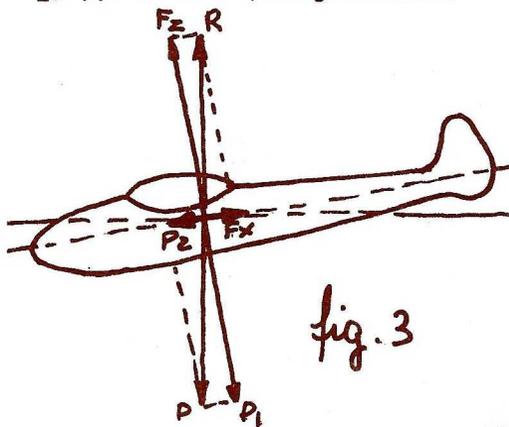
Autre question : on n'a pas développé l'affirmation selon laquelle c'est la résultante aérodynamique de la portance et de la traînée qui maintient le planeur en sustentation, en opposition à son poids. Il faut revenir sur ce point : si l'on suppose, en simplifiant, que le centre de poussée — point d'application de la résultante aérodynamique — et le centre de gravité — point d'application de la pesanteur — sont au même endroit, le planeur, par air calme, descendra vers l'horizon de façon rectiligne. Son poids P , en effet, s'exerce verticalement, de haut en bas, au centre de gravité et se décompose en deux forces :

- une force P_1 perpendiculaire à la trajectoire du planeur,
- une force P_2 s'exerçant dans le sens de cette trajectoire et à laquelle le planeur doit sa vitesse.

Quant à la résultante aérodynamique, elle s'applique au centre de poussée du planeur et se décompose en deux forces :

- une force F_z , la portance
- une force F_x , la traînée.

P_1 et F_z s'équilibrent, de même que P_2 et F_x . L'équilibre du planeur en descente est obtenu quand la somme algébrique des 4 forces P_1 et F_z , F_x et P_2 , opposées 2 à 2, est égale à zéro.



Et pour monter, que fait le planeur ? Il descend ! Mais au sein d'un courant ascendant, ou « ascendance », qui monte plus vite que ne descend le planeur. Prenons une comparaison : sur un escalier mécanique arrêté, Petit Archimède descend d'une marche par seconde. Si l'escalier mécanique se met à monter à raison d'une marche par seconde, Petit Archimède, qui continue à descendre d'une marche par seconde, restera sur place.

Si l'escalier mécanique accélère et monte de 3 marches par seconde, Petit Archimède, qui continue à descendre d'une marche par seconde, montera en fait, malgré lui, de 2 marches (+3-1) par seconde.

Par contre, si l'escalier mécanique se met à descendre de 3 marches par seconde, Petit Archimède descendra de 4 marches (-4 + (-1)) par seconde.

Remplaçons l'escalier mécanique par un courant d'air et Petit Archimède par un planeur. Dans un courant ascendant, le planeur continuera à descendre, mais moins vite que ne monte l'ascendance : il s'élèvera donc. Par contre, dans un courant descendant, le planeur descendra plus vite que le courant. Un planeur, une fois lancé, ne se maintient donc pas de lui-même en l'air. Il a constamment tendance à descendre et est d'ailleurs pénalisé par son propre poids, puisque dans un courant descendant, il descend plus vite que ce courant et que dans une ascendance, il montera moins vite que cette ascendance. Pénalisé par son propre poids ? Pourtant, son poids n'est-il pas la force qui lui permet de vaincre sa traînée ?

Traînée qui doit d'ailleurs être la plus réduite possible. Toute force consacrée à vaincre la traînée est une

dépense d'énergie, au détriment de la portance, puisque celle-ci est fonction de la vitesse. Le meilleur rendement aérodynamique sera obtenu quand le minimum d'énergie dépensée permettra d'obtenir la plus grande vitesse possible... c'est-à-dire quand le rapport de la portance à la traînée sera le plus grand possible. C'est ce rapport que l'on appelle la finesse. Une démonstration géométrique permet de dire que le rapport $\frac{\text{portance}}{\text{traînée}}$ est égal au rapport de la distance horizontale parcourue par le planeur depuis son point de départ à la hauteur à laquelle il a commencé à descendre. A vous de la retrouver ! On a vu dans PA 12 comment les dispositifs hypersustentateurs permettaient d'augmenter la portance. Comment réduire la traînée ? Il faut préciser que la résistance à l'avancement dépend de plusieurs facteurs :

Forme du corps	Direction du courant 	Résistance à l'air en Kg
disque		1
sphère		0,4
1/2 sphère		1,3
1/2 sphère		0,3
fuseau		0,2
fuseau		0,06

fig. 4

— de la forme des corps. Si on compare la résistance de l'air sur des objets ayant tous une même section circulaire, on obtiendra une échelle allant de 1 à 25 selon la forme du corps.

Un physicien irlandais, John TYNDALL (1820-1893), avait constaté après avoir « promené » pendant plusieurs heures un bloc de glace dans un bassin plein d'eau que ce bloc de glace était devenu pisciforme, qu'il s'était fuselé de façon parfaitement aérodynamique.

- de l'orientation du corps, c'est-à-dire de la section maximale qu'il offre perpendiculairement au courant d'air. (le maître-couple).

- du carré de la vitesse, d'où la très grande importance, pour économiser l'énergie, du parfait carénage aérodynamique des moindres parties des avions volant à grande vitesse.

- de la densité atmosphérique : la résistance à l'avancement est deux fois plus faible à 6 000 mètres qu'au niveau de la mer.

Dans la recherche du plus grand rapport $\frac{\text{portance}}{\text{traînée}}$, les variations de l'angle d'attaque ont un très grand rôle. (Dans un profil d'aile, on appelle angle d'attaque l'angle formé par la corde de référence (droite reliant le bord d'attaque au bord de fuite) et la direction du vent relatif).

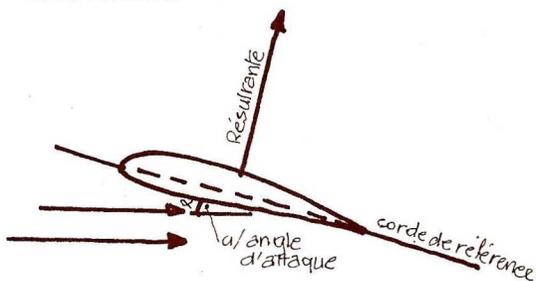
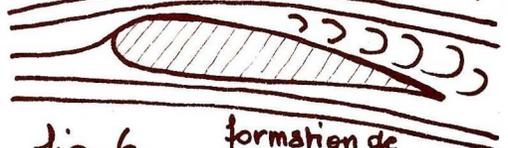
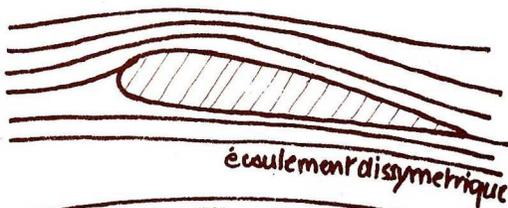
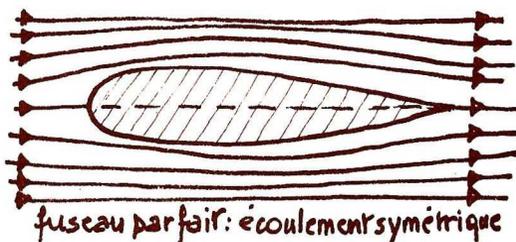


fig. 5

NB. L'angle de calage est l'angle formé par la corde de référence et une ligne de repères sur le fuselage.

Si on fait varier cet angle d'attaque, on augmente la portance en rendant encore plus dissymétrique l'écoulement de l'air. C'est ainsi qu'un profil bi-convexe symétrique peut devenir « porteur », alors que sa portance est nulle pour un angle d'attaque nul. A partir d'une certaine valeur de l'angle d'attaque, l'écoulement de l'air sur l'extrados ne se fait plus en suivant le profil.



Les filets d'air décollent, la dépression disparaît, alors que la traînée s'accroît, la portance diminue très brutalement, ce qui fait tomber la vitesse ; et la diminution de la vitesse accroît encore la diminution de la portance. C'est le « décrochage », non pas d'abord à cause d'une perte de vitesse, mais à cause de la diminution brutale de la portance.

En reportant sur un graphique les valeurs respectives de la traînée et de la portance en fonction de la valeur de l'angle d'incidence, on obtient une courbe : la **polaire** : c'est la courbe décrite par l'extrémité de la résultante de la portance et de la traînée pour chaque valeur de l'angle d'attaque.

On peut trouver en examinant la polaire quelle sera la finesse maximale : de l'origine des axes O on trace la tangente à la polaire ; le point de contact correspond à un maximum du rapport portance/traînée. On trouve ainsi quel sera pour un planeur le meilleur angle de plané, qui lui permettra, compte tenu de l'équilibre réalisé, la plus petite perte d'altitude par km parcouru, ou, s'il s'agit d'un avion, l'angle de vol le plus économique. On voit aussi pour quelle valeur de l'angle d'attaque s'amorce le piqué (portance nulle) ou

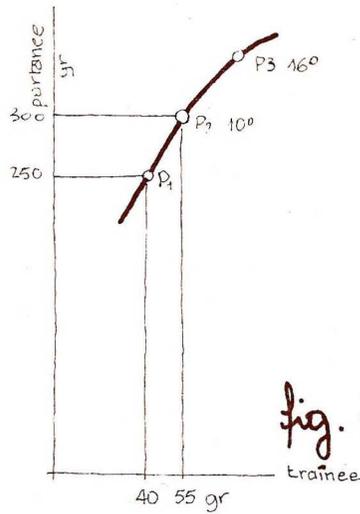


fig. 7

s'annonce le décrochage (portance maximale, critique). C'est cet angle d'attaque qui correspond à un décollage court. Certains types d'avions doivent rechercher cet angle d'attaque critique pour se poser : ils « décrochent » au ras du sol comme s'ils se laissaient tomber.

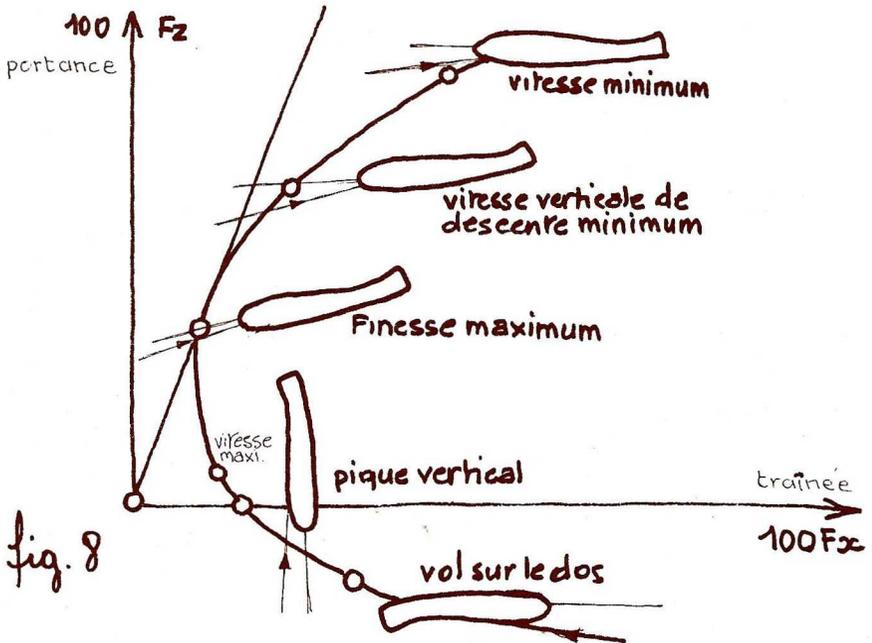


fig. 8

Sur sa trajectoire, un planeur a une vitesse V qui a pour composante sa vitesse verticale (ou de descente, ou de chute) V' et la vitesse horizontale (ou déplacement par rapport au sol) V'' . Un planeur ayant, par exemple, une finesse de 25 parcourt « horizontalement » 25 fois l'altitude qu'il perd.

En reportant les vitesses de descente en fonction des vitesses de translation on obtient une autre polaire : **la polaire des vitesses.**

En planeur, en faisant varier l'angle d'attaque, et donc en modifiant portance et traînée, on modifie vitesse verticale et vitesse horizontale, selon que l'on veut voler longtemps (pour profiter au maximum d'un courant ascendant, il faut que le planeur ait une vitesse de descente la plus petite possible, à la limite de la portance... et de la traînée maximale) ou loin (avec la finesse maximale).

A condition que l'air soit calme... car les rafales ou sautes de vent, en faisant varier l'angle d'attaque, peuvent faire croître la portance au-delà du seuil critique... d'où perte de vitesse, d'altitude, de maniabilité...

Ce dossier n'a pas encore présenté ni les gouvernes et commandes qui permettent au pilote, de planeur ou d'avion, d'agir soit sur le gauchissement (virage) soit sur la **profondeur** (vol en montée, en palier, en pente...)... Les virages exigent d'ailleurs un accroissement de portance, et donc de vitesse et donc une action sur la « profondeur » : un virage ne se fait jamais à l'horizontale.

Surtout, ce dossier a laissé de côté météorologie et aérologie... notre planeur est encore au sol, inutile de songer à le larguer... Sur le papier et en l'air... ce n'est pas la même chose, car l'atmosphère n'est pas une masse inerte et stable, l'air vit, réagit, se déplace, change de température, de pression... et le planeur ou l'avion doivent vivre et réagir en conséquence...

PA CONSTRUIT vous suggèrera peut-être un jour comment vérifier, par exemple, les variations de la portance en fonction de l'angle d'attaque... ou d'autres faits expliqués dans ce dossier.

LE PETIT ARCHIMEDE

10 numéros par an

— ABONNEMENT

- individuel : 30 F

-groupés : à partir de 10 abonnements : 25 F par abonnement

Les abonnements groupés sont envoyés à un seul des abonnés.

Abonnement de Soutien : 100 F

Abonnement de Bienfaiteur : 500 F

NOM : _____ Prénom : _____

Adresse d'expédition : _____ N° _____

Code Postal : _____ Ville : _____

Bureau distributeur : _____

Ci-joint chèque bancaire

chèque postal

mandat de _____ F

A l'ordre de : **CEDIC 93, avenue d'Italie - 75013 PARIS**
CCP 32 687 60 La Source

Signature :

Date :

adresser toute correspondance à courrier des lecteurs :

Courrier des lecteurs : **Y. ROUSSEL**
CES Sagebien - 80000 AMIENS

Comité de rédaction :

J.M. Becker - L.T.E.

88000 EPINAL

P. Christofleau (échecs)

105, Fg Chartrain

41100 VENDOME

R. Cuculière

L.E.M.

205, rue Brément

93130 NOISY-LE-SEC

F. Decombe

7, avenue du bijou

01210 FERNEY-VOLTAIRE

M. Dumont

6, Place Abbé de Porcaro

78100 SAINT-GERMAIN-EN-LAYE

J. Cl. Herz

9, rue Brézin

75014 PARIS

D. Leleu

2, Place Léon Gonthier

80000 AMIENS

A. Myx

9bis, E rue Capitaine Ferber

69300 CALUIRE

M. Odier

85, Boulevard Exelmans

75016 PARIS

G. Walusinski

26, rue Bérengère

92210 SAINT-CLOUD

Directeur de la publication : F. Robineau

© Editions CEDIC - Dépôt légal 1er trimestre 1975

Imprimerie Vaudrey - Lyon

N° 13 — Le numéro 3,50 F